

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

DISSERTATION

**VORTRIEBSKLASSIFIZIERUNG
IM KONVENTIONELLEN TUNNELBAU**

Weiterentwicklung eines leistungsgerechten Vergütungsmodells

ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der technischen Wissenschaften

unter der Leitung von

O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Hans Georg **JODL**

Institut für interdisziplinäres
Bauprozessmanagement
Technische Universität Wien

O.Univ.Prof. Dipl.-Ing.
Eckart **SCHNEIDER**

Institut für Baubetrieb,
Bauwirtschaft und Baumanagement
Universität Innsbruck

eingereicht an der Technischen Universität Wien

**Fakultät für Bauingenieurwesen
A-1040 Wien, Karlsplatz 13**


von

Dipl.-Ing. Wolfgang SCHLOSSER

Senfgasse 1/12/5
A-1100 Wien

geb. am 22.09.1974 in Wien III

Wien, im November 2005


.....
(Dipl.-Ing. Wolfgang Schlosser)

SYNOPSIS

Im ersten Kapitel wird das Forschungsziel der gegenständlichen Arbeit erläutert, es geht dabei um die Entwicklung bzw. die konsequente Weiterentwicklung (u.a. die Formulierung von Verbesserungsvorschlägen) eines zweckorientierten geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. eines zu formulierenden, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der Leistungsbeschreibung werdenden, dynamischen Vergütungsmodells. Dessen primäre Zielvorstellung ist die Förderung einer technisch-wirtschaftlichen Optimierung, indem die leistungsabhängige Vergütung in Form von vertraglich vereinbarten Entgeltanpassungsmechanismen sich den tatsächlich erforderlich werdenden Kosten aus ev. eintretenden klassenbeeinträchtigenden, jedoch aus der Prognose wesentlich erwartbaren Leistungsänderungen kontinuierlich fair und leistungsgerecht anpassen kann, aber den daraus resultierend entstehenden „Mehr“-Arbeitsaufwand beider Parteien in den einzelnen Phasen der Projekt- bzw. Vertragsabwicklung in Grenzen hält.

Da sich die vorliegende Arbeit durch eine Vielzahl an interdisziplinären Verknüpfungen auszeichnet, werden daher im zweiten Kapitel in den einzelnen Teilgebieten zunächst gezielt die Grundlagen und ihre Interdependenzen hinsichtlich der Formulierung eines Vergütungsmodells für Untertagebauarbeiten erarbeitet, um dadurch das Forschungsziel wissenschaftlich belegen zu können.

Unbestreitbar kommt der geotechnischen Klassifikation eine zentrale Aufgabe in den chronologischen Phasenabläufen der Projektabwicklung von Hohlrumbaauwerken zu, daher beschäftigt sich das dritte Kapitel ausführlich mit dem Begriff der geotechnischen Klassifikation und ihrer möglichen Zweckbestimmung und Unterscheidungsmerkmale.

Das vierte Kapitel bildet hinsichtlich der differenzierbaren Zweckbestimmung der geotechn. Klassifikation den wissenschaftlichen Exkurs zu den international anerkannten Felsklassifizierungen, wobei sich dieses Kapitel der speziellen Fragen zur Modelleignung und -tauglichkeit im Zuge der Anwendung der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT sowie der bau- und betriebswirtschaftlichen Anforderung als Grundlage für der Ermittlung eines angemessenen, leistungsabhängigen Errichtungsentgelts und einer dynamisch, auf die tatsächlichen Verhältnisse anpassbaren, fairen und leistungsgerechten Vergütung widmet.

Die Normenklassifizierungen im fünften Kapitel stellen hinsichtlich der differenzierbaren Zweckbestimmung der geotechnischen Klassifikation den Kern der vorliegenden Arbeit dar, wobei das Arbeitsprogramm zur Entwicklung bzw. zur konsequenten Weiterentwicklung eines zweckorientierten geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. eines zu formulierenden, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der Leistungsbeschreibung werdenden, dynamischen Vergütungsmodells grob in folgende Schwerpunktsbereiche gegliedert werden kann:

- Erhebung des Wissenstandes der diesbzgl. im deutschsprachigen Raum bestehenden, systemimmanent geschaffenen Voraussetzungen für eine (angemessene) faire und leistungsgerechte Vergütung
- Analyse der Funktionsweise der im deutschsprachigen Raum existierenden Systeme anhand theoretischer Visualisierung, u.a.
 - Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer festgelegten Klasse

- Aufzeigen der Auswirkungen formulierter Entgeltanpassungsmechanismen hinsichtlich einer fairen und leistungsgerechten Vergütung
- genaue Differenzierung vermeintlicher Vor- und Nachteile
- o Problemerkörterung a.d.S. der bauausführenden Unternehmung sowie Schlussfolgerung auf das mögliche Verbesserungspotential

Das sechste Kapitel diskutiert in Analogie zum fünften Kapitel, jedoch auf ausschließlicher Bezugsbasis der ÖN B 2203-1 (01.12.2001), die in Österreich möglichen alternativen Modelle zur Vortriebsklassifikation und leistungsgerechten Vergütung.

Ein kritischer Vergleich anhand einer beurteilten Kriterienübersicht der Normenklassifizierungen inkl. ihrer formulierten Vergütungsmodelle im Anwendungsfokus einer fairen und leistungsgerechten Vergütung dient sodann im folgenden siebten Kapitel als Basis der Entwicklung bzw. der konsequenten Weiterentwicklung des rein auf den Ausführungszweck, d.h. auf die monetäre Erfassung der leistungsbestimmenden Vortriebstätigkeiten ausgerichteten, geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. des zu formulierenden, auf das Klassifizierungssystem im Besonderen angepassten und Bestandteil der Leistungsbeschreibung werdenden, dynamischen Vergütungsmodells.

Das abschließende achte Kapitel der gegenständlichen Arbeit beinhaltet einerseits das zuvor genannte Forschungsziel in Form des Outputs einer **anreizgesteigerten und konsequent weiterentwickelten, fairen sowie leistungsgerechten Vergütungsmodifikation AFL** (die Kurzbezeichnung leitet sich von den Adjektiven anreizsteigernd, fair und listungsgerecht ab) für den möglichen alternativen Vergütungsgebrauch im Sinne der ÖN B 2203-1 (01.12.2001) sowie andererseits die Veranschaulichung des damit behafteten Verbesserungspotentials in Form von zusätzlich neu generierten sowie lediglich auf einer bereits bestehenden Basis ergänzten Entgeltanpassungsmechanismen. Abschließend erfolgt der Aufruf an die Praktiker, das vorgestellte Modell anzuwenden, denn nur durch den Einsatz in der Praxis können Erweiterungen oder Verbesserungen vorgenommen werden.

Herrn o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Georg Jodl gilt mein besonderer Dank dafür, dass er mich angeregt hat, die gegenständliche Thematik näher zu untersuchen sowie für die Erstbegutachtung dieser Dissertation. Darüber hinaus will ich mich für die Möglichkeit der Mitarbeit bei diversen einschlägigen Gutachten während meiner Assistententätigkeit am Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, vormals Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, der TU-Wien bedanken, wodurch ich mir jenes Wissen aneignen konnte, welches maßgeblich zum Gelingen der vorliegenden Arbeit beigetragen hat.

Mein Dank gilt auch Herrn o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Eckart Schneider für die Zweitbegutachtung dieser Dissertation. Des Weiteren gilt mein besonderer Dank all jenen Personen von Baufirmen, Consulting- und Ingenieurbüros, Fachverbänden, etc. im In- und Ausland, die diese Dissertation mit der Bereitstellung von wertvollen Unterlagen unterstützt haben.

Ein herzliches Dankeschön auch an meine Eltern und Großeltern für ihre stetige Unterstützung während des Studiums sowie an meine Freundin Silvia für ihre Geduld während der Entstehung dieser Dissertation.

INHALTSVERZEICHNIS:

1	EINLEITUNG	1
1.1	Ausgangssituation	1
1.2	Zielvorstellung	2
1.3	Aufbau und Gliederung	3
1.4	Abgrenzung	4
2	GRUNDLAGEN	5
2.1	Bauverfahrenstechnische Grundlagen	5
2.1.1	Was ist NATM bzw. NÖT?	5
2.1.2	NÖT - eine flexible Tunnelbaumethode	7
2.2	Bauwirtschaftliche Grundlagen	9
2.2.1	Freier, lauterer Wettbewerb am Baumarkt	10
2.2.2	Vergaberechtliches Regulativ	11
2.3	Betriebswirtschaftliche Grundlagen	11
2.3.1	Baukalkulation als Grundlage der Preisbildung	12
2.3.1.1	Kostenbegriffe und Kostenrechnungsarten	13
2.3.1.1.1	Vollkostenrechnung	13
2.3.1.1.2	Teilkostenrechnung	14
2.3.1.1.3	Deckungsbeitragsrechnung	15
2.3.1.2	ÖN B 2061 Preisermittlung von Bauleistungen	16
2.3.2	Kostenelastizität einer Einheitspreisposition	18
2.3.2.1	Elastizität der Einzelkosten	19
2.3.2.2	Elastizität in den Herstellkosten	20
2.4	Vergaberechtliche Grundlagen	20
2.4.1	Europäisches Recht	21
2.4.1.1	Primärrecht	22
2.4.1.2	Sekundärrecht	22
2.4.2	Nationales Recht	24
2.4.2.1	Bundesverfassungsgesetz	25
2.4.2.2	Bundesvergabegesetz	25
2.4.2.2.1	Grundsätze des Vergabeverfahrens	25
2.4.2.2.2	Ausschreibung	27
2.5	Zivilrechtliche Grundlagen	28
2.5.1	ABGB - der Bauvertrag als Werkvertrag	28
2.5.2	ÖNormen-Werkvertrag	30
2.5.3	Vertragstypen beim Bauvertrag	32
2.5.3.1	Einteilung hinsichtlich der Übernahme des Kostenrisikos durch den Werkunternehmer	32
2.5.3.1.1	Einheitspreisvertrag (Leistungsvertrag)	33
2.5.3.1.2	Regiepreisvertrag (Selbstkostenerstattungsvertrag)	34

2.5.3.2	Einteilung hinsichtlich der Möglichkeit einer nachträglichen Änderung von Preisen bei wertmäßigen Änderungen der Kostengrundlagen	35
2.5.3.2.1	Festpreisvertrag	35
2.5.3.2.2	Vertrag mit veränderlichen Preisen	35
2.5.4	Dynamische Leistungsbeschreibung als Kern des Bauvertrages	35
3	GEOTECHNISCHE KLASSIFIKATION	38
3.1	Anforderungen	39
3.2	Sachdefinitionen	40
3.2.1	Planungs- bzw. Projektierungszweck – Machbarkeit, Trassenvergleich	42
3.2.2	Ausführungszweck - monetäre Erfassung der leistungsbestimmenden Vortriebstätigkeiten	43
3.3	Weitere Einteilung und Unterscheidung	45
4	FELSKLASSIFIZIERUNGEN	48
4.1	Rock Structure Rating-Konzept	49
4.1.1	Grundlagen	49
4.1.1.1	Vorgangsweise der Klassifikation	50
4.1.1.2	Bemessungsdiagramme für den Ausbau	51
4.1.2	Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer NÖT-Anwendung	52
4.1.2.1	Geotechnische Klassifikation	53
4.1.2.2	(Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten)	55
4.2	Rock Mass Rating-System	57
4.2.1	Grundlagen	57
4.2.1.1	Vorgangsweise bei der Klassifikation	58
4.2.1.2	Richtlinie für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen	60
4.2.2	Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer NÖT-Anwendung	60
4.2.2.1	Geotechnische Klassifikation	62
4.2.2.2	(Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten)	64
4.3	Rock Tunnelling Quality-System	66
4.3.1	Grundlagen	66
4.3.1.1	Vorgangsweise bei der Klassifizierung	67
4.3.1.2	Empfehlungen für Ausbaumaßnahmen	69
4.3.2	Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer NÖT-Anwendung	73
4.3.2.1	Geotechnische Klassifikation	75
4.3.2.2	(Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten)	77
4.4	Schlussfolgerung	81
5	NORMENKLASSIFIZIERUNGEN	83
5.1	ÖN B 2203-1 Untertagebauarbeiten für den zyklischen Vortrieb (Werkvertragsnorm)	88
5.1.1	Modellbeschreibung	89
5.1.1.1	Gebirgscharakterisierung	89
5.1.1.2	Vorgangsweise der Klassifikation	91

5.1.1.2.1	Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)	91
5.1.1.2.2	Ausführungsphase (tatsächliche Vortriebsklassenfestlegung)	93
5.1.1.3	Bewertungsfaktoren	94
5.1.2	Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung	96
5.1.2.1	Voraussetzungen für die Ausschreibung	96
5.1.2.2	Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation	101
5.1.2.3	Voraussetzungen für die Vergütung	101
5.1.3	Funktionalität des Modells	105
5.1.3.1	Vortriebsklassifikation	105
5.1.3.2	(Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten	106
5.1.3.2.1	Kommentar zu den Personalkosten (PK)	110
5.1.3.2.2	Kommentar zu den Gerätekosten (GK)	113
5.1.3.3	Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. VT-Leistungen	114
5.1.3.4	Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse	115
5.1.3.4.1	Änderung der Abschlagslänge	116
5.1.3.4.2	(Mengen-)Änderung der Stützmaßnahmen	120
5.1.3.5	Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN	127
5.1.3.5.1	Problematik der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung	127
5.1.3.5.2	Problematik der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl im Zuge der leistungsgerechten Vergütung	130
5.1.4	Zusammenfassung	148
5.1.4.1	Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)	148
5.1.4.2	Vortriebsklassifikation und Vergütungsmodell	148
5.2	SN SIA 198 Untertagbau	150
5.2.1	Modellbeschreibung	150
5.2.1.1	Gebirgscharakterisierung	151
5.2.1.2	Vorgangsweise der Klassifikation	152
5.2.1.2.1	Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)	152
5.2.1.2.2	Ausführungsphase (tatsächliche Vortriebsklassenfestlegung)	156
5.2.2	Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung	156
5.2.2.1	Voraussetzungen für die Ausschreibung	157
5.2.2.2	Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation	162
5.2.2.3	Voraussetzungen für die Vergütung	164
5.2.3	Funktionalität des Modells	169
5.2.3.1	Vortriebsklassifikation	169
5.2.3.2	(Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten	171
5.2.3.2.1	Kommentar zu den Lohnkosten (LK)	174
5.2.3.2.2	Kommentar zu den Kosten Aufsicht und Führung (A&F)	176
5.2.3.2.3	Kommentar zu den Gerätekosten (GK)	176
5.2.3.3	Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. -leistungen	177
5.2.3.4	Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer ausbruchsartabhängigen Ausbruchsklasse	179
5.2.3.4.1	Änderung der Abschlagslänge	180

5.2.3.4.2 (Mengen-)Änderung der Ausbruchsicherung	180
5.2.3.5 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN	186
5.2.3.5.1 Problematik der VT-Klassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung	187
5.2.3.5.2 Problematik der VT-Klassifikation inkl. formulierten Vergütungsmodell im Zuge der leistungsgerechten Vergütung	188
5.2.4 Zusammenfassung	200
5.2.4.1 Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)	200
5.2.4.2 Vortriebsklassifikation und Vergütungsmodell	200
5.3 DIN 18312 VOB/Teil C - ATV	203
5.3.1 Modellbeschreibung	204
5.3.1.1 Gebirgscharakterisierung	204
5.3.1.2 Vorgangsweise der Klassifikation	206
5.3.1.2.1 Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)	206
5.3.1.2.2 Ausführungsphase (tatsächliche Vortriebsklassenfestlegung)	207
5.3.2 Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung	208
5.3.2.1 Voraussetzungen für die Ausschreibung	208
5.3.2.2 Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation	213
5.3.2.3 Voraussetzungen für die Vergütung	214
5.3.3 Funktionalität des Modells	217
5.3.3.1 Vortriebsklassifikation	217
5.3.3.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten	217
5.3.3.2.1 Kommentar zu den Lohnkosten (LK)	220
5.3.3.2.2 Kommentar zu den allgemeinen Geschäftskosten (AGK)	220
5.3.3.2.3 Kommentar zu den Gerätekosten (GK)	220
5.3.3.3 Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. der VT-Leistungen	221
5.3.3.4 Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse	222
5.3.3.5 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN	223
5.3.4 Zusammenfassung	223
6 ALTERNATIVE MODELLE ZUR VORTRIEBSKLASSIFIKATION UND LEISTUNGSGERECHTEN VERGÜTUNG	224
6.1 LAST-Modell - Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Stützung	226
6.1.1 Modellbeschreibung	227
6.1.1.1 Gebirgscharakterisierung	227
6.1.1.2 Vorgangsweise der Klassifikation	227
6.1.1.2.1 Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)	227
6.1.1.2.2 Ausführungsphase (monatliche Anpassung an prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung durch Lohnstundenvergleich)	229
6.1.1.3 Bewertungsfaktoren	229
6.1.2 Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung	229
6.1.2.1 Voraussetzungen für die Ausschreibung	230
6.1.2.2 Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation	232

6.1.2.3	Voraussetzungen für die Vergütung	232
6.1.3	Funktionalität des Modells	234
6.1.3.1	Vortriebsklassifikation	234
6.1.3.2	(Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten	234
6.1.3.2.1	Kommentar zu den Personalkosten (PK)	236
6.1.3.2.2	Kommentar zu den Gerätekosten (GK)	238
6.1.3.3	Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. VT-Leistungen	238
6.1.3.4	Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse	239
6.1.3.4.1	Änderung der Abschlagslänge	240
6.1.3.4.2	(Mengen-)Änderung der Stützmaßnahmen	243
6.1.3.5	Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN	247
6.1.3.5.1	Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell LAST im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung	247
6.1.3.5.2	Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell LAST im Zuge der leistungsgerechten Vergütung	248
6.1.4	Zusammenfassung	262
6.1.4.1	Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)	262
6.1.4.2	Vortriebsklassifikation	262
6.2	KLIMT-Modell	265
6.2.1	Modellbeschreibung	265
6.2.1.1	Gebirgscharakterisierung	265
6.2.1.2	Vorgangswise der Klassifikation	265
6.2.1.2.1	Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)	265
6.2.1.2.2	Ausführungsphase (monatliche Anpassung an prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung durch bauzeitliche Aufschlags- und Nachlassrechnung)	266
6.2.1.3	Bewertungsfaktoren	267
6.2.2	Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung	267
6.2.2.1	Voraussetzungen für die Ausschreibung	267
6.2.2.2	Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation	269
6.2.2.3	Voraussetzungen für die Vergütung	270
6.2.3	Funktionalität des Modells	271
6.2.3.1	Vortriebsklassifikation	271
6.2.3.2	(Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten	272
6.2.3.2.1	Kommentar zu den Personalkosten (PK)	273
6.2.3.2.2	Kommentar zu den Gerätekosten (GK)	275
6.2.3.3	Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen Vortriebszeitangaben pro m-VT	275
6.2.3.4	Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse	276
6.2.3.4.1	Änderung der Abschlagslänge	277
6.2.3.4.2	(Mengen-)Änderung der Stützmaßnahmen	279
6.2.3.5	Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN	281
6.2.3.5.1	Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell KLIMT im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung	281

6.2.3.5.2	Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell KLIMT im Zuge der leistungsgerechten Vergütung	282
6.2.4	Zusammenfassung	291
6.2.4.1	Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)	291
6.2.4.2	Vortriebsklassifikation	291
7	NORMENKLASSIFIZIERUNGEN INKL. FORMULIRTER VERGÜTUNGSMODELLE IM VERGLEICH	294
8	WEITERENTWICKLUNG EINES LEISTUNGSGERECHTEN VERGÜTUNGSMODELLS	298
8.1	Entwicklung des AFL-Modells	298
8.1.1	Adaption der (Vor-)Kalkulation hinsichtlich der Ermittlung von leistungsabhängigen Herstellkosten	298
8.1.2	Generierung von zusätzlichen Entgeltanpassungsmechanismen	306
8.1.2.1	Regulativ für einen VKL-Wechsel	306
8.1.2.2	Regulativ für die Reduktion der Abschlagslänge	308
8.1.3	Ergänzungen in bestehenden Entgeltanpassungsmechanismen	312
8.1.3.1	Regulativ für die Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen	312
8.1.3.2	Regulativ für unterschiedliche Vorhaltepositionen der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. in Abhängigkeit der zur Anwendung gelangenden techn. Lösemethode während des Vortriebs	314
8.1.4	Beinhaltendes Verbesserungspotential der Vergütungsmodifikation AFL	315
8.2	Ergebnisse und Nutzen der Dissertation	320
8.2.1	Ergebnisse	322
8.2.2	Nutzen	325
9	AUSBLICK	328
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	330
11	TABELLENVERZEICHNIS	334
12	LITERATURVERZEICHNIS	337
12.1	FACHBÜCHER, WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, usw.	337
12.2	VERORDNUNGEN, NORMEN, RICHTLINIEN, EMPFEHLUNGEN usw.	340
12.3	FACHZEITSCHRIFTEN, PUBLIKATIONEN usw.	342
12.4	SONSTIGES	345
13	ANHANG	346
13.1	Anhang zu Felsklassifizierungen	346
13.1.1	RSR-Konzept	346
13.1.2	RMR-System	347

13.1.3	Q-System	349
13.1.4	Klassifikationskorrelationen	359
13.2	Anhang zu Normenklassifizierungen	360
13.2.1	ÖN B 2203-1	360
13.2.2	SN SIA 198	363
13.2.3	Theoretisches Rechenmodell	364

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

aaO.	am angeführten Ort	RQD	Rock Quality Designation
ABGB	Allgemein bürgerliches Gesetzbuch JGS 1811/946	SK	Sicherungsklasse(n)
allgem.	allgemein(e), -en	SN (SIA)	Schweizer Norm (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein)
AG	Auftraggeber	spezif.	spezifisch(en)
AGB	Allgemeine Geschäftsbedingungen	so gen.	so genannte, -en
AK	Ausbruchsklasse(n)	techn.	technisch(e)
AN	Auftragnehmer	VKL	Vortriebsklasse(n)
Anm.	Anmerkung(en)	tlw.	teilweise
a.d.S.	aus der Sicht(weise)	vgl.	vergleiche
betr.	betreffend(e), -en	vglb.	vergleichbar(e), -er, -es
Bez.	Bezeichnung	VMod	Vergütungsmodell(e)
Bst.	Baustelle	VT	Vortrieb(s)
B-VG	Bundes-Verfassungsgesetz	v.a.	vor allem
BVergG.	Bundesvergabegesetz	u.	und
bzgl.	bezüglich	u.a.	unter anderem, und anderen
bzw.	beziehungsweise	UCS	unconfined compressive strength
ca.	cirka	usw.	und so weiter
diesbzgl.	diesbezüglich(e), -en	zeitgeb.	zeitgebunden(e), -en
DIN	Deutsche Industrie Norm	z.B.	zum Beispiel
dynam.	dynamisch	z.T.	zum Teil
d.h.	das heißt		
etc.	et cetera		
ev. (evtl.)	eventuell(e)		
f.	und der (die, das) folgende		
ff.	fortfahrend		
gem.	gemäß		
ggf.	gegebenenfalls		
hpts.	hauptsächlich		
i.A.	im Allgemeinen		
i.a.S.	im allgemeinen Sinn		
i.e.S.	im engeren Sinn		
i.d.F.	in der Fassung		
i.S.	im Sinn(e)		
i.w.S.	im weiteren Sinn		
Jhg.	Jahrgang		
LB	Leistungsbeschreibung(en)		
lt.	laut		
LP	Leistungsposition		
LV	Leistungsverzeichnis(se)		
MAB	Mehrausbruch		
m.a.W.	mit anderen Worten		
m.E.	meines Erachtens		
num.	numerisch(e)		
o.a.	oben angeführt(e)		
ÖN	Österreichische Norm		

1 EINLEITUNG

Der Bau von unterirdischen Anlagen hat in den letzten Jahren einen neuerlichen Boom erfahren und weiter an Bedeutung gewonnen. Der Untertagebau ermöglicht es, Bauprojekte mit geringer Beeinträchtigung der oberirdischen Bebauung und der Infrastruktur zu erstellen, wobei eine direkte Beziehung zwischen dem Baugrund, der Konstruktion und der gewählten Baumethode besteht. Dem Baugrund kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu, da dieser einerseits als Belastung und andererseits als tragendes Element wirkt; gleichzeitig dient er auch als Baustoff.

Der Baugrund gehört nach mitteleuropäischer, demnach auch nach österreichischer Rechtsauffassung (vgl. ABGB §1168a) grundsätzlich zum Risikobereich des AG¹, welcher nach den Anforderungen des BVergG i.d.F. BGBl I 99/2002 bei Untertagebauprojekten zur Erstellung einer LB so weitgehend wie möglich im Vorhinein zu erkunden ist. Dass der Untertagebau dadurch von Unwägbarkeiten (per Definition i.w.S. nicht prognostizierbare Ereignisse) geprägt ist, die jedoch i.A. mit einer flexiblen Tunnelbaumethode in zyklisch, konventioneller Vortriebsart gemeistert werden können, ist allgemein bekannt.

1.1 Ausgangssituation

Speziell im alpinen Raum sind diese Unwägbarkeiten - u.a. sprunghafte Änderungen der Baugrundverhältnisse bzw. des Gebirgsverhaltens - auf kleinstem Raum keine Seltenheit, deswegen müssen im Zuge der Anwendung einer flexiblen Tunnelbaumethode ihre, diese Flexibilität gestattenden, verfahrenstechnischen Variablen, u.a. die im Zuge der angedachten Projektabwicklung prognostizierte techn. Lösemethode, Ausbruchsart, Abschlagslänge sowie im Besonderen die prognostizierten bautechnischen Maßnahmen zur Stützung und Sicherung des Hohlraumes auf die tatsächlichen örtlichen Baugrundverhältnisse sehr oft angepasst bzw. ergänzt werden; und zwar zumeist noch im unmittelbaren Vortriebsbereich. Dadurch werden die ursprünglich prognostizierten, im Bauvertrag als klassenspezifisch garantiert auszuweisenden VT-Leistungen der zyklisch konventionellen Vortriebsart oft maßgebend beeinflusst. D.h. die prognostizierten Aufwände - insbesondere im Anteil Lohn - im Ausbruch und in der Stützung verändern sich, die im Vorhinein auf Basis der Prognose im Bauvertrag festgelegten Preise - Erlös des Unternehmers - für den Ausbruch und die Stützung sollen jedoch a.d.S. des Bauherrn am Besten weiterhin ihre Gültigkeit behalten.

Diese Differenz infolge der Preisermittlung der VT-Leistungen auf Basis einer prognostizierten Klassifikation und zufolge einer sich a.d.S. des Unternehmers aus dem Bauvertrag ergebenden, weitgehend ungenügenden Anpassung der leistungsabhängigen Vergütung auf Basis einer, die tatsächlichen Verhältnisse widerspiegelnden Klassifikation widerspricht nicht nur dem Prinzip der empirischen Bemessung eines Hohlraumbauwerks zufolge der Anwendung einer flexiblen Tunnelbaumethode, sondern ist auch die Ursache vieler Auseinandersetzungen beider Vertragsparteien. Die hier auftretenden Abweichungen haben sowohl terminliche als auch kostenmäßige Auswirkungen beim Unternehmer zur Folge und steigern dadurch das Potential an Mehrkostenforderungen bzw. Zusatzangeboten (Nachträgen).

¹ siehe DGEG (1993) in Taschenbuch für den Tunnelbau Jhg. 17, Seite 223f.: ITA Empfehlung 1 - Klausel für andere Baugrundverhältnisse: Die ITA empfiehlt in Ihren Empfehlungen zu den vertraglichen Risikoteilungen, dass in allen Tunnelbauverträgen Klauseln für „andere Baugrundverhältnisse“ aufzunehmen sind, mit der Absicht eine Anpassung der Vertragspreise bei gegenüber der Prognose abweichenden Baugrundverhältnissen herbeiführen zu können.

Die im Bauvertrag immer wieder gerne aufscheinenden Vertragsklauseln des Bauherrn, wie z.B.

- *die angebotene VT-Geschwindigkeit gilt unabhängig von der tatsächlich ausgeführten Abschlagslänge und der Stützmittelzahl (u.a. einer VKL zugrunde liegende, bewertete Zusammensetzung in Art und Menge an Stützmaßnahmen) innerhalb des Geltungsbereiches der jeweiligen VKL ...“*
- *„... Änderungen der Art der eingebauten Stützmittel berechtigen nicht zur Neuklassifizierung ...“ bzw.*
- *„... die angebotenen VT-Geschwindigkeiten und Einheitspreise der Ausbruchpositionen gelten für die jeweiligen VKL für alle darin erfassten Kombinationen von Abschlagslänge und Stützmittelzahlen und unabhängig von der in den Plänen angegebenen Zusammensetzung der Stützmittel ...“*

entziehen zwar einer wirtschaftlich geprägten Diskussion den damit zusammenhängenden Nährboden, entsprechen aber in den seltensten Fällen der ursprünglichen Entwurfsphilosophie einer geotechnischen Klassifikation inkl. eines zugehörig formulierten Vergütungsmodells für den Untertagebau.

Die Frage, die es hierzu wissenschaftlich zu behandeln gilt, ist, wie können diese - mitunter die Flexibilität der Tunnelbaumethode auszeichnenden, verfahrenstechnischen Variablen - bekannt erwartbaren Abweichungen, wie z.B. im Besonderen die zulässige Veränderlichkeit der Abschlagslänge, der Art und der Menge der Stützmaßnahmen, usw., **in den Bauverträgen im Vorab uneingeschränkt durch Modelle mit formulierten Entgeltanpassungsmechanismen berücksichtigt werden, sodass bei Eintreten dieser Ereignisse im Zuge der Vertragsabwicklung eine angemessene, faire und v.a. leistungsgerechte Vergütung des AN gewährleistet wird.**

Zur Klärung dieser Frage möchte diese Arbeit unter Beachtung unterschiedlichster Einflüsse (verfahrenstechnische, bau- und betriebswirtschaftliche sowie vergabe- und zivilrechtliche Aspekte) einen wissenschaftlichen Beitrag leisten.

1.2 Zielvorstellung

Es muss daher eine Vertragsform mit einem **zweckorientierten geotechnischen Klassifizierungssystem inkl. eines formulierten, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells** gefunden werden. Dieses Modell, speziell ausgerichtet auf den Ausführungszweck, d.h. auf die monetäre Erfassung der leistungsbestimmenden Vortriebstätigkeiten, muss den Vorgaben des BVergG 2002 hinsichtlich der Erstellung einer diesbzgl. LB genügen, eine objektive und nachvollziehbare Grundlage für eine angemessene Preisermittlung und leistungsabhängige Vergütung im Zuge der Projektabwicklung gestatten und darf gleichzeitig die genannte technische Flexibilität einer Tunnelbaumethode mit zyklisch konventioneller Vortriebsart im Zuge der Veränderlichkeit der Baugrundprognose hinsichtlich der zu formulierenden Vergütungsregulative für die beinhaltend zu erbringenden Leistungen nicht einschränken.

Das wissenschaftliche **Forschungsziel** der gegenständlichen Arbeit ist sodann die Entwicklung bzw. die konsequente Weiterentwicklung (u.a. die Formulierung von Verbesserungsvorschlägen) eines ausführungorientierten geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. eines zu formulie-

renden, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells mit der primären Zielvorstellung der Förderung der technisch-wirtschaftlichen Optimierung: Die leistungsabhängige Vergütung soll in Form von vertraglich vereinbarten Entgeltanpassungsmechanismen den tatsächlich erforderlich werdenden Kosten aufgrund von ev. eintretenden klassenbeeinträchtigenden, jedoch aus der Prognose wesentlich erwartbaren Leistungsänderungen kontinuierlich fair „nachfahren“ können, aber den daraus resultierend entstehenden „Mehr“-Arbeitsaufwand beider Parteien in den einzelnen Phasen der Projekt- bzw. Vertragsabwicklung in Grenzen halten.

1.3 Aufbau und Gliederung

Die vorliegende Arbeit zeichnet sich durch eine Vielzahl an interdisziplinären Verknüpfungen aus. Daher ist es wesentlich, in den einzelnen Teilgebieten zunächst gezielt die Grundlagen (siehe Kapitel 2) und ihre Interdependenzen hinsichtlich der Formulierung eines Vergütungsmodells für Untertagebauarbeiten zu erarbeiten, um dadurch das Forschungsziel wissenschaftlich belegen zu können.

Unbestreitbar kommt der geotechnischen Klassifikation eine zentrale Aufgabe in den chronologischen Phasenabläufen der Projektabwicklung von Hohlrumbauperken zu, daher beschäftigt sich Kapitel 3 ausführlich mit dem Begriff der geotechnischen Klassifikation und ihrer möglichen Zweckbestimmung und Unterscheidungsmerkmale.

Das Kapitel 4 bildet hinsichtlich der differenzierbaren Zweckbestimmung der geotechn. Klassifikation den wissenschaftlichen Exkurs zu den international anerkannten Felsklassifizierungen, wobei sich dieses Kapitel der speziellen Fragen zur Modelleignung und -tauglichkeit im Zuge der Anwendung der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT sowie der bau- und betriebswirtschaftlichen Anforderung als zu dienende Grundlage für der Ermittlung eines angemessenen, leistungsabhängigen Errichtungsentgelts und einer dynamisch, auf die tatsächlichen Verhältnisse anpassbaren, fairen und leistungsgerechten Vergütung widmet.

Die Normenklassifizierungen² im Kapitel 5 stellen hinsichtlich der differenzierbaren Zweckbestimmung der geotechn. Klassifikation den Kern der vorliegenden Arbeit dar, wobei das Arbeitsprogramm zur Entwicklung bzw. zur konsequenten Weiterentwicklung (u.a. die Formulierung von Verbesserungsvorschlägen) eines ausführungorientierten geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. eines zu formulierenden, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells grob in folgende Schwerpunktsbereiche gegliedert werden kann:

- Erhebung des Wissenstandes der diesbzgl. im deutschsprachigen Raum bestehenden, systemimmanent geschaffenen Voraussetzungen für eine (angemessene) faire und leistungsgerechte Vergütung
- Analyse der Funktionsweise der im deutschsprachigen Raum existierenden Systeme anhand theoretischer Visualisierung, u.a.
 - Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer festgelegten Klasse

² Anm. des Verfassers: Anzumerken ist, dass es kaum Literatur gibt, die sich mit den theoretischen Hintergründen dieser speziellen Thematik beschäftigt. Diese Lücke soll durch diese Arbeit ebenfalls geschlossen werden.

- Aufzeigen der Auswirkungen formulierter Entgeltanpassungsmechanismen hinsichtlich einer fairen und leistungsgerechten Vergütung
- genaue Differenzierung vermeintlicher Vor- und Nachteile
- o Problemerkörterung a.d.S. der bauausführenden Unternehmung sowie Schlussfolgerung auf das mögliche Verbesserungspotential (im Textfluss eingebaute Hinterlegungen einzelner Textpassagen helfen den Verfasser dieser Arbeit auf die Wichtigkeit der Aussage in den behandelten Punkten hinzuweisen und somit das notwendig werdende Verbesserungspotential zu verdeutlichen)

Das sechste Kapitel diskutiert in Analogie zum fünften Kapitel, jedoch auf ausschließlicher Bezugsbasis der ÖN B 2203-1 (01.12.2001), die in Österreich möglichen alternativen Modelle zur Vortriebsklassifikation und leistungsgerechten Vergütung.

Ein kritischer Vergleich anhand einer beurteilten Kriterienübersicht der Normenklassifizierungen inkl. ihrer formulierten Vergütungsmodelle im Anwendungsfokus einer fairen und leistungsgerechten Vergütung dient sodann im folgenden Kapitel 7 als Ausgangsbasis der Entwicklung bzw. der konsequenten Weiterentwicklung des auf den Ausführungszweck, d.h. auf die monetäre Erfassung der leistungsbestimmenden Vortriebstätigkeiten ausgerichteten, geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. des zu formulierenden, auf das Klassifizierungssystem im Besonderen angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells.

Das abschließende Kapitel 8 der gegenständlichen Arbeit beinhaltet einerseits das zuvor genannte Forschungsziel sowie andererseits die Visualisierung des damit behafteten Verbesserungspotentials.

1.4 Abgrenzung

Der Untertagebau zeichnet sich dadurch aus, dass ein Großteil der Leistungserbringung, insbesondere die lohnintensiven Tätigkeiten des Ausbrechens und des erforderlichen Stützens sowie Sicherens des Hohlraums, im Baugrund durchgeführt werden muss. Der Anteil dieser lohnintensiven Leistungen beträgt je nach Ausbruchsquerschnitt und Aufwand an Stütz- sowie Sicherungsmaßnahmen etwa 40% bis 50% der gesamten Baukosten eines Hohlraumbauwerks³. Um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, wird daher der Fokus bzgl. einer fairen und leistungsgerechten Vergütung des AN auf die Lohnkosten und die zeitgeb. Kosten der Bst. gerichtet.

Zusätzliche inhaltliche Einschränkungen ergeben sich weiters im Zuge der Bearbeitung.

³ ausführlich in Pellar u. Watzlaw (1998) in Felsbau Nr. 5, Seite 375 sowie vgl. Ayaydin (1994), in Felsbau Nr. 6, Seite 413ff.

2 GRUNDLAGEN

Der Zweck dieses Kapitel ist es, jene Grundlagen anzuführen, die für die Behandlung der gegenständlichen Thematik relevant sind. Dies umfasst einerseits bauverfahrenstechnische sowie andererseits bau- bzw. betriebswirtschaftliche und vergaberechtliche (u.a. auch zivilrechtliche) Aspekte, die in den folgenden Unterkapiteln aus Übersichtlichkeitsgründen getrennt behandelt werden. Zur Verdeutlichung inhaltlicher Zusammenhänge, die aufgrund der Systematik des Verbindungswesens im Konnex zu ausgewählten Bauverfahren am Baumarkt immanent sind, bedient sich der Verfasser diesbzgl. Arbeit nützlicher, im Zuge des Lesens unverzichtbarer Querverweise.

2.1 Bauverfahrenstechnische Grundlagen

Unter einem Bauverfahren⁴ wird im allgem. Sinn ein Herstellverfahren verstanden, das die Reihenfolge und die gegenseitigen Abhängigkeiten der separat zu erbringenden Einzelleistungen bei der wirtschaftlichen Herstellung eines Bauwerkes bestimmt. Für die Durchführung eines Bauvorhabens stehen meist mehrere Ausführungsmöglichkeiten hinsichtlich Konstruktion, statischem System, Produktionsmittelfaktoren⁵ usw. zur Wahl. Die Kombination der aus den Produktionsmittelfaktoren hervorgehenden Einsatzmittel und die Organisation ihres Zusammenwirkens bestimmen die besonderen Eigenschaften eines Bauverfahrens und seine Eignung für eine spezielle Bauaufgabe.

Auf den Untertagebau, u.a. speziell auf den Tunnelbau bezogen, umfasst daher nach MAIDL⁶ ein Vortriebsverfahren die Gesamtheit der technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Mittel, die zur Ausführung des Vortriebs, insbesondere des temporären und des permanenten Ausbaus eingesetzt werden. Das Vortriebsverfahren wird durch die Bau- und Betriebsweise gekennzeichnet, welche aus den Randbedingungen einer Tunnelbaumethode resultieren.

Die gegenständliche Arbeit befasst sich ausschließlich mit jenen speziell auf der NATM beruhenden Vortriebsverfahren, welche weiters anhand der zyklisch konventionellen Vortriebsart - bei der die einzelnen Arbeitsvorgänge des Lösens, Ladens und des Stützmaßnahmeneinbaues im Wesentlichen zeitlich nacheinander und mit Hilfe von Einzelgeräten ausgeführt werden, wobei die techn. Lösemethode in der Regel durch Spreng-, Bagger- oder TSM-Abbau gekennzeichnet ist⁷ - zur kontinuierlich maschinellen Vortriebsart abgegrenzt werden können. In Folge wird kurz auf die Philosophie der NATM zur Erläuterung der immanent gewährleistenden, vor Ort umsetzbaren Flexibilität dieser Methode eingegangen.

2.1.1 Was ist NATM bzw. NÖT?

Die „New Austrian Tunneling Method“ (NATM) ist heute der Inbegriff des modernen konventionellen Tunnelbaus, da die ihr zugrunde liegenden Erkenntnisse und aus diesen abgeleitete Grundsätze bis dato gültig und kaum widerlegbar sind. Es ist auch unbestreitbar, dass die Ent-

⁴ siehe Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 48

⁵ ausführlich in Oberndorfer u. Jodl et al (2001), aaO, Seite 123

⁶ siehe Maidl - Band 1 (1994), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 18

⁷ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 3.41ff., Seite 8

wicklung der Methode auf Erkenntnissen aus vielen Ländern und Beobachtungen zahlreicher Ingenieure beruht, zu einem einheitlichen Ganzen aber durch österreichische Ingenieure zusammengefügt und in die Praxis umgesetzt worden ist.

Der Begriff der *Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode* (bzw. -bauweise) ist von RABCEWICZ⁸ erstmals 1962 beim Salzburger Geomechanik Kolloquium eingeführt bzw. geprägt worden, um die Unterscheidung zur lange Zeit angewandten „alten österreichischen Tunnelbauweise“ zu ermöglichen. Im internationalen Sprachgebrauch sind die beiden Abkürzungen NATM und NÖT üblich:

NATM ... New Austrian Tunnelling Method
NÖT ... Neue Österreichische Tunnelbaumethode (bzw. -bauweise)

Da die Begriffe *Baumethode* (grch.: methodos - das Nachgehen, der Weg zu etwas hin⁹), *Bauweise* und *Betriebsweise* in den letzten Jahrzehnten häufig missverständlich interpretiert worden sind, soll die ursprüngliche Definition der Begriffe Bauweise und Betriebsweise nach ANDREAE bzw. OERLEY¹⁰ an dieser Stelle wiederholt werden:

- **Bauweise¹¹:**
 technischer Ablauf des Vortriebs an der Ortsbrust im Ausbruchquerschnitt, der sich auf die Art der Unterteilung des Ausbruchquerschnitts in einzelne Teilbereiche für den Ausbruch (Ausbruchsetappen) und den temporären Ausbau (Anordnung und Reihenfolge der Tätigkeiten) bezieht;
- **Betriebsweise¹²:**
 betrieblicher Ablauf des Vortriebs in Längsentwicklung, der sich auf die Verteilung und Entfernung der Arbeitsvorgänge der Bauweise (Ausbruchsart, techn. Lösemethode und Bedarf an Stützmaßnahmen), aber auch auf die Arbeitsvorgänge für Ver- und Entsorgung auf der gesamten Tunnellänge, bezieht;

D.h., das Konzept der NÖT geht weit über die Festschreibung einer Bau- und Betriebsweise hinaus, wodurch der ursprüngliche, aus dem damaligen Sprachgebrauch stammende Ausdruck Bauweise¹³ nicht zutrifft. Vielmehr versteht sich die NÖT als flexibles, dem Gebirgsverhalten angepasstes Konzept, welches je nach den Randbedingungen verschiedene Bau- und Betriebsweisen¹⁴ zulässt. Da mit der NÖT zu keiner Zeit ein bestimmtes Vorgehen im Querschnitt (Vortriebsschema) verbunden werden kann, hat es auch m. E. streng genommen nie eine „Neue Österreichische Tunnelbauweise“ sondern immer nur eine „**Neue Österreichische Tunnelbaumethode**“ gegeben.

Zahlreiche Definitionsversuche zur NATM sind mit berechtigten Kritiken verbunden, da sich der Tunnelbau und insbesondere die Technologie derart schnell entwickelt hat, sodass ein Fest-

⁸ siehe u.a. Rabcewicz (1963) in Felsmechanik und Ingenieurgeologie, Vol. 3/4, Sonderdruck

⁹ siehe <http://www.wissen.de/> (06.05.2004)

¹⁰ ausführlich in Schubert (1997), Grundlagen der NATM, Seite 4

¹¹ vgl. Bischoff (1988), Bergbaulexikon, Seite 56: Merkmal zur Einteilung und Unterscheidung von Abbaufahren. Die Bauweise gibt an, in welcher Weise man beim Abbau vorgeht.

sowie Maidl - Band 1 (1994), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 18

¹² vgl. Maidl - Band 1 (1994), aaO, Seite 18

¹³ siehe Rabcewicz (1963) in Felsmechanik und Ingenieurgeologie, Vol. 3/4, Sonderdruck: Hier wird die NATM durch den Passus einer geschilderten Spritzbeton-Ankerbauweise, welche in Österreich entwickelt und erprobt wurde, vorgestellt, die weiters als „Neue Österreichische Tunnelbauweise“ den damaligen Schlusspunkt in der Entwicklung der Tunnelbaumethoden setzte. Daraus wird klar, dass das angestrebte Konzept als Methode gedacht war und offensichtlich auch Rabcewicz den Begriff Bauweise nicht im ursprünglichen Sinn verwendet hat.

¹⁴ vgl. Schubert (1997), aaO, Seite 59

schreiben von Prinzipien nur hinderlich sein hat können. Es ist vielmehr versucht worden, den Sachverhalt ins rechte Licht zu rücken, indem die grundsätzlichen Elemente der NÖT (kontrollierter Spannungsabbau durch zugelassene Deformationen, daraus resultierendes Verfahren mit dünner, satt mit dem Gebirge verbundener Spritzbetonschale und Systemankerung, eine baubegleitende messtechnische Kontrolle sowie die Erörterung der Ringschlussproblematik) und ihre aus der Geschichte geprägte empirische Entwicklung beschrieben worden ist. Das Grundsätzliche der Methode ist von RABCEWICZ bereits in einer Patentschrift¹⁵ 1948 sowie die Erwähnung der grundsätzlich zur Anwendung gelangenden Elemente der Methode in seiner Dissertation¹⁶ und in zahlreichen folgenden Publikationen dargelegt worden. Nach RABCEWICZ haben MÜLLER¹⁷ und FECKER den Versuch unternommen, die NATM durch Aufstellen von insgesamt 22 Grundsätzen zutreffend zu beschreiben.

Mit der zunehmenden internationalen Verbreitung der NÖT ist v.a. das Bedürfnis der österreichischen Bauindustrie nach einem offiziellen Dokument gewachsen, in dem die Methode in anzuerkennender Weise darzustellen sei. 1980 hat sich die Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen¹⁸ im ÖIAV zu einer diesbzgl. Zusammenstellung entschlossen, Definition und Grundsätze für die NÖT aufzustellen. Im Wesentlichen werden jedoch die 22 Grundsätze mit ihren Kritikpunkten¹⁹ von MÜLLER und FECKER übernommen. Dadurch besteht nach wie vor an vielen Orten die Befürchtung²⁰, dass jegliche Weiterentwicklung im konventionellen Tunnelbau unter dem Begriff NÖT subsumiert werden wird.

2.1.2 NÖT - eine flexible Tunnelbaumethode

Die heutigen in Anwendung befindlichen konventionellen Vortriebsverfahren beruhen im Wesentlichen auf der Philosophie der NÖT - einer flexiblen Tunnelbaumethode²¹. Diese Methode setzt eine Verbundwirkung zwischen dem Gebirge und dem Bauwerk voraus, die durch einen gebirgschonenden Ausbruch und eine sofortige Gebirgsversiegelung mit einer Spritzbetonschale erreicht wird. Diese Spritzbetonschale, ggf. verstärkt durch Stahlbögen, Bewehrungsmatten und einer systematischen Ankerung, blockiert im Idealfall die Initialbewegung der Klufkörper, wodurch die Gebirgsauflockerung auf eine pseudoelastische Entspannungsbewegung reduziert wird²². Es tritt keine weitere Verbandsentfestigung und damit keine eigentliche Gebirgsauflockerung auf. Die biegeschlaffe Spritzbetonschale hat damit nicht die Aufgabe, Gebirgsdruck aufzunehmen, sondern nur die Gebirgsauflockerung zu minimieren und erhält somit die Eigenfestigkeit des Gebirges und dessen Fähigkeit als mittragendes Element des Hohlraumbauwerks zu wirken - "Erhaltung eines Gebirgstragringes" (Interaktion Gebirge - temporärer Ausbau bzw. daraus resultierender Ausbauwiderstand siehe Abbildung 2-1). Unter Gebirgstragring wird der den Hohlraum umgebende Gebirgsbereich verstanden, in welchem die wesentlichen Spannungsumlagerungen stattfinden. Um diese Tragwirkung auch in einem nichtstandfesten Gebirge zu erhalten, ist es erforderlich, die Hohlraumbegrenzungsflächen zu stabilisieren bzw. mit geeigneten Ausbaumaßnahmen zu stützen. Andererseits kann die biegeschlaffe Spritzbetonschale, im Gegen-

¹⁵ siehe Rabcewicz (1948), Patentschrift Nr. 165573
vgl. Kovári (2002) in Tunnel 5, Seite 15ff.

¹⁶ ausführlich in Rabcewicz (1950), Dissertation über die Hilfgewölbebauweise

¹⁷ ausführlich in Müller u. Fecker (1978) in Trans Tech Publications, Seite 247ff. sowie vgl. Müller - Band 3 (1978), Tunnelbau, Seite 17ff.

¹⁸ siehe ÖIAV (1980), NÖT - Definition und Grundsätze, Sonderdruck
¹⁹ ausführlich in Schubert (1997), Grundlagen der NATM, Seite 58

²⁰ siehe u.a. Kovári (1994) in Tunnel 1, Seite 16ff.

²¹ vgl. Lauffer (1994) in Felsbau Nr. 5, Seite 307f.

²² vgl. Kuhnhehn (1995) in Tunnel 5, Seite 21ff.

satz zu früheren massiven Ausbauvarianten, die durch die Spannungsumlagerung bedingten Deformationen mitmachen, ohne gleich an Tragsicherheit einzubüßen oder gar zu versagen.

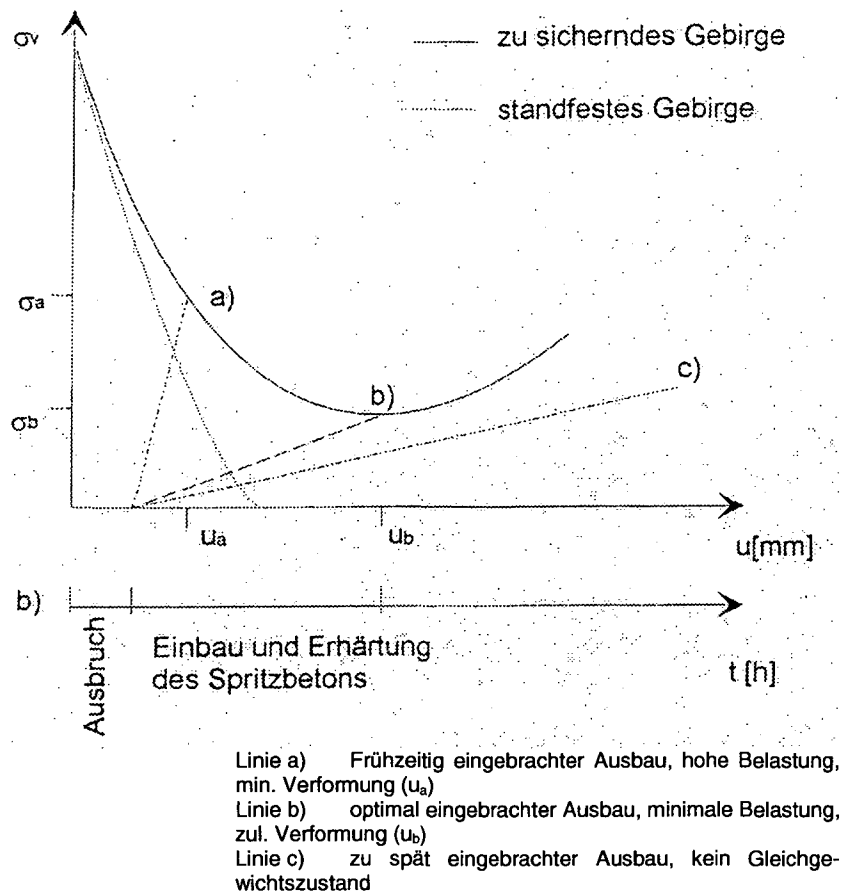


Abbildung 2-1: Fenner-Pacher-Interaktion zw. Gebirge und temporären Ausbau bzw. daraus resultierendem Ausbawiderstand²³

Daraus schließend können folgende **Merkmale** als charakteristisch für die **flexible Tunnelbaumethode NÖT** angesehen werden:

- **das den Hohlraum umgebende Gebirge wird möglichst optimal zur Aufnahme der durch den Ausbruch verursachten Spannungsumlagerung herangezogen oder entsprechend dazu ertüchtigt**
 → *Ziel der Bemühungen ist eine weitgehende Erhaltung oder gar Verstärkung der Tragfähigkeit des Gebirges, eine günstige Beeinflussung des Beanspruchungszustandes durch geeignete bautechnische Maßnahmen und eine flexible Anpassung des Bauablaufes, sowie die Nutzung der Beanspruchbarkeit des Gebirges durch gezielte Steuerung der Deformationen;*
- **Beobachtung des Spannungsumlagerungsvorganges** (primärer Eigenspannungszustand im Übergang zum sekundären Spannungszustand) **durch baubegleitende Messungen zur Kontrolle des Stabilisierungsprozesses und zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung des Ausbaues nach Art, Menge und Zeitpunkt des Einbaues in Abhängigkeit vom Gebirgsverhalten sowie ev. Anpassung der Bau- und Betriebsweise** (Ausbruchart, techn. Löse-methode, Längsentwicklung, etc.)
- **Bestimmung des frühesten Zeitpunktes des Einbaues und unter Umständen der Qualität einer ev. permanenten (Innen-)Schale auf Basis der Messergebnisse**

²³ siehe Nowak (1997) in Vortragsskriptum - Die neue österreichische Tunnelbauweise

Um die, sich aus dieser in den letzten Jahrzehnten allmählich weltweit durchsetzenden, grundsätzlich neuen Betrachtungsweise dadurch ergebenden, bautechnischen und v.a. wirtschaftlichen Vorteile - der Machbarkeit von Tunneln in schwierigsten geologischen Verhältnissen aufgrund der immanenten Flexibilität der Tunnelbaumethode - voll ausschöpfen zu können, ist eine möglichst zutreffende Prognose des Verhaltens Gesamtsystem Gebirge - Hohlraumbauwerk erforderlich, denn für die Dimensionierung der bautechnisch zusetzenden Maßnahmen ist und bleibt das Eigentragsverhalten des Gebirges von ausschlaggebender Bedeutung²⁴. Dies drückt sich v.a. in den Wechselbeziehungen freie Standzeit, wirksame Stützweite, max. zulässiges Verformungsmaß bzw. zulässige Verformungsgeschwindigkeit aus, die dem Baubeteiligten eine fast uneingeschränkte Wahl des entsprechenden Bedarfs an Stützmaßnahmen nach den Prinzipien der NÖT ermöglicht. Aus diesem Grund kann beim Vortrieb im Untertagebau die Ausführungsplanung immer nur baubegleitend erfolgen, weil erst vor Ort das Gebirgsverhalten so erschöpfend bekannt ist, dass alle bautechnischen Maßnahmen im Detail festgelegt werden können. Es handelt sich daher bei dieser geotechnischen²⁵, baubegleitend durchzuführenden Ausführungsplanung um eine systemimmanente Eigenschaft des Untertagebaus.

In diesem Zusammenhang wird in den weiteren Ausführungen als Merkmal einer flexiblen Tunnelbaumethode u.a. auch die baubegleitend durchzuführende, dynamische Anpassung des Ausbruchs²⁶ sowie des Bedarfes an Stützmaßnahmen an die tatsächlichen örtlichen Gegebenheiten aufgrund der bereits in der Philosophie verankerten messtechnischen Kontrolle zur ständigen Optimierung der temporären Ausbaudimensionierung²⁷, im Zuge eines zyklisch konventionellen Vortriebs verstanden (in der Literatur auch als halbempirisches Sicherheitskonzept²⁸ bezeichnet).

2.2 Bauwirtschaftliche Grundlagen

Nach einer klassischen Definition²⁹ wird unter der Bauwirtschaft die Gesamtheit der Einrichtungen und Maßnahmen zur planvollen Deckung des menschlichen Bedarfs an Gütern des Bauwesens verstanden. Im Sinne einer wissenschaftlichen Eignung für die gegenständliche Arbeit umfasst sie die Lehre und Forschung von der wirtschaftlichen Abwicklung von Bauprojekten (**Ausschreibung, Vergabe, Baupreisermittlung, Abrechnung bzw. Vergütung, Bauvertragswesen**, Bauprojektorganisation). Nur die hervorgehobenen Begriffe werden einer weiteren Behandlung unterzogen, da ihnen auf diese Art und Weise die notwendige tiefgründige Behandlung zukommt.

²⁴ vgl. Lauffer (1994) in Felsbau Nr. 5, Seite 310

²⁵ vgl. Ohlshausen (1997), Lexikon Bauingenieurwesen, Seite 285: Der Begriff Geotechnik setzt sich aus den Begriffen Geologie und Bautechnik zusammen. Während der differente Begriff Geomechanik im Wesentlichen auf die Beschreibung des Baustoffes Gebirge durch mechanische Modelle abzielt, schließt der Begriff Geotechnik das Verhalten der Baukonstruktion und die Verfahrenstechnik mit ein und ist als komplexer Begriff zu werten. Sinngemäß wird dies in weiterer Folge vom Verfasser verwendet.

²⁶ Anm. des Verfassers: Die Flexibilität der NÖT erstreckt sich nicht nur auf den Bedarf der Stützmaßnahmen, sondern auch auf den Ausbruch, da Form und Fläche (Größe) des Ausbruchquerschnitts, die Vortriebsart (u.a. techn. Lösemethode) sowie die Ausbruchsart und die Etappenanordnung des Ausbruchs (u.a. auch die Abschlaglänge) auf die jeweils angetroffenen Baugrundverhältnisse veränderlich angepasst werden können.

²⁷ siehe u.a. Müller – Band 3 (1978), Tunnelbau, Seite 603f.

²⁸ vgl. Prinz (1997), Abriss der Ingenieurgeologie, Seite 414

²⁹ siehe Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 50

2.2.1 Freier, lauterer Wettbewerb am Baumarkt

In Österreich hat sich die staatliche Gebarung aufgrund der Bundesverfassung³⁰ an einem Prinzip zu orientieren, dem Sparsamkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit als oberstes Gebot anhaftet. AICHER³¹ folgend wird dieses so gen. Wirtschaftlichkeitsprinzip in einer marktwirtschaftlichen Ordnung am besten durch den freien und lauterer Wettbewerb sichergestellt, wobei in dieser Mittel-Zweck-Relation die Wirtschaftlichkeit den Zweck bekleidet und dem Mittel die Funktion des Wettbewerbs zukommt.

Unter Wettbewerb³² wird allgem. die Existenz von Märkten mit mindestens zwei Anbietern oder Nachfragern verstanden, die sich in einem nicht ausgleichenden Widerspruch, in gegensätzlichen Interessen stehend verhalten, d.h. durch Einsatz eines oder mehrerer Aktionsparameter - darunter sind jene Größen zu verstehen, die vom einzelnen Handlungsträger unmittelbar, hinsichtlich einer Nutzen- oder Gewinnsteigerung, also zur direkten Verbesserung der eigenen Marktposition, eingesetzt werden können - ihren Zielerreichungsgrad zu Lasten anderer Wirtschaftssubjekte (selbständiges Sozialgebilde mit einheitlichem Wirtschaftsplan, wie z.B. Unternehmungen³³) verbessern wollen.

Die Nachfrager und Anbieter treten je nach Wirtschaftsgut in verschiedenen Anzahlen auf. Im Extremfall treten nur ein Nachfrager und ein Anbieter auf, sodass ein Markt auch aus nur lediglich zwei Akteure bestehen kann. In Abhängigkeit von der Anzahl der Anbieter und der Anzahl der Nachfrager werden diverse Marktformen (Morphologie des Marktes) von einander unterschieden (siehe Tabelle 2-1).

Nachfrager: Anbieter:	„EINER“	„WENIGE“	„VIELE“
„EINER“	bilaterales Monopol	beschränktes Monopol	Monopol
„WENIGE“	beschränktes Monopol	bilaterales Oligopol	Oligopol
„VIELE“	Monopson	Oligopson	Polypol (vollständige Konkurrenz)

Tabelle 2-1: Klassifikation und Morphologie des Marktes³⁴

Eine typisch **unvollkommene bzw. unvollständige Konkurrenz**³⁵ stellt in der heutigen Zeit der **Baumarkt** dar. Dies ist dadurch gekennzeichnet, dass die Güter des Bauwesens nicht homogen sind, was sachliche Präferenzen der Nachfrager mit sich bringt bzw. die Markttransparenz nicht gewährleistet ist. D.h. wesentliche Informationen über das Marktgeschehen, insbesondere die Preisbildung, sind am Baumarkt für die Akteure (i. S. des Bauwesens die Bieter) nicht ersichtlich. Zur Unvollkommenheit des Baumarktes³⁶ trägt auch die Tatsache bei, dass nur wenige große Bauunternehmen als Akteure auftreten.

³⁰ B-VG Art 51a Abs. 1, Art 126b Abs. 5, Art 127 Abs. 1 und Art 127a Abs. 1

³¹ siehe Aicher (1981) in ÖGEBAU, Forschungsbericht (Schlussbericht), Seite 1ff.

³² ausführlich in Gabler (2000), Wirtschaftslexikon, Seite 3477ff.

³³ siehe Gabler (2000), aaO., Seite 3534

³⁴ in Anlehnung an Kropik (1997), Dissertation, Seite 18f. sowie vgl. Hoyer et al (1993), Grundlagen der mikroökonomischen Theorie, Seite 271

³⁵ vgl. Reckerzügl (2000), Dissertation, Seite 21f. - der Begriff unvollkommen deckt sich mit dem Begriff unvollständig genauso wie der Begriff Konkurrenz mit dem Begriff Markt;

³⁶ siehe u.a. Kropik (2001), Mängel in Angeboten, Seite 20f.

Die derzeitige Situation bei öffentlichen Bauaufträgen wird vorwiegend durch eine Monopson-, Oligopson- aber auch allfällig durch eine Oligopolstellung³⁷ dominiert - die am Baumarkt üblich auftretenden Marktformen sind in Tabelle 2-1 schattiert veranschaulicht. Um einen der vollständigen Konkurrenz (vollkommener Markt) ähnelnden Wettbewerb zu erzielen, kann sich im Bauwesen der (öffentliche) Alleinnachfrager durch ein entsprechendes Nachfrageregulativ, das die Akteure bzw. i. S. des Bauwesens die Bieter in ein Modell organisierter Konkurrenz zwingt, bedienen - des Vergaberechts.

2.2.2 Vergaberechtliches Regulativ

Eine prägnante Formulierung des **Ziels und des Zwecks eines rechtlichen Regulativs für die öffentliche Auftragsvergabe** legt JACOBS³⁸ wie folgt dar:

Der Hauptzweck der Regelung der Vergabe öffentlicher Aufträge besteht i.A. darin, zu gewährleisten, dass öffentliche Mittel redlich und effizient, auf der Grundlage einer ernsthaften Beurteilung und ohne Bevorzugung irgendeiner Art oder eine finanzielle oder politische Gegenleistung ausgegeben werden.

Auch RECKERZÜGL³⁹ zeigt in seiner Dissertation auf, dass das beinhaltende Ziel und der zu erreichende Zweck eines vergaberechtlichen Regulativs im obigen Sinne zu verhindern haben, dass die Anbieter am unvollkommenen Markt jenen Preisspielraum, der einerseits wegen der fehlenden Vergleichbarkeit der Güter des Bauwesens bzw. andererseits wegen der ungenügenden Markttransparenz ungleich größer wäre, aufgrund individueller preispolitischer Maßnahmen im Wettbewerb einsetzen und hält die nachteiligen Folgeerscheinungen, die sich daraus ergeben würden, hinten.

2.3 Betriebswirtschaftliche Grundlagen

Im Untertagebau sind bekanntlich mehr oder weniger große Abweichungen von den prognostizierten, in einer zugrunde liegenden LB deskriptiv erfassten Verhältnissen die Regel. Es ist daher ein mit definierten Grenzen behaftetes, dynamisches Steuerungsinstrument (Klassifikation, LB, etc.) erforderlich, um Untertagebauprojekte abwickeln zu können. Trotzdem sind Vertragsanpassungen im Zuge der Ausführung in aller Regel nicht zu vermeiden, die in vielen Fällen Forderungen monetärer Art zur Folge haben. Diese so gen. Mehrkostenforderungen - m.E. richtiger Mehrvergütungsforderungen (siehe Pkt. 2.3.1.1) - sind in Österreich gem. ÖN B 2110⁴⁰ (01.03.2002) dem eigentlichen Sinn nach Zusatzangebote (auch ugspr. Nachtragsangebote oder Nachtragsforderungen genannt), die eine Vergütung einer zusätzlichen Leistung vorsehen, die entweder zur Erreichung des Vertragsziels notwendig ist, aber im Vorhinein nicht vereinbart gewesen ist oder eine echte Vertragserweiterung des Vertragsgegenstands (und damit Modifikation des Vertragsziels) darstellt⁴¹.

³⁷ siehe u.a. Fruhmann et al (2002), Bundesvergabegesetz, Seite 25f.

³⁸ Schlussanträge vom 10. Mai 2001 Rs C-19/00 (SIAC Construction Ltd/County Council of the County of Mayo) Rz 33; vgl. Latzenhofer (2002) in ZVB Nr. 69 (<http://ris.aco.net/rdb>), zu BVA 12. April 2002 N-128/01-72

³⁹ ausführlich in Reckerzügl (2000), Dissertation, Seite 173ff.

⁴⁰ ÖN B 2110 (01.03.2002), Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen - Werkvertragsnorm, Pkt. 5.24.3, Seite 14

⁴¹ vgl. Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 106 bzw. Seite 161

Die richtige Vorgehensweise bzw. die zugehörige Systematik zur Geltendmachung von Mehrvergütungsansprüchen bei Bauverträgen stellt eine rechtlich-betriebswirtschaftlich-interdisziplinäre Herausforderung dar, die in die Literatur⁴² im unterschiedlich detailbehafteten Ausmaß Eingang gefunden hat. Im Folgenden ist hier nur auf die Dokumentation, einem Bruchteil der erwähnten Systematik einzugehen, die nach OBERNDORFER⁴³ lediglich zweierlei Ziele vor Augen hat:

- erstens ist nachzuweisen, dass die zu erbringende und erbrachte Leistung von der vertraglich vereinbarten Leistung im Bauvertrag abweicht, und
- zweitens sind die Mehrkosten nachvollziehbar, glaubhaft, plausibel und entsprechend den Preisgrundlagen des diesbzgl. Bauvertrages darzustellen.

Auch hier ist wiederum vom Szenario zweier Beteiligten auszugehen, Werkbesteller und Werkunternehmer, die sich bereits in einem Vertragsverhältnis befinden. In Anspielung auf die Kalkulation, die die Preisgrundlagen des Bauvertrags in eindeutiger Art und Weise offen legen soll(te), ist jedoch festzuhalten, dass sie bereits vor Vertragsabschluss als Bezugsэлеment des Angebotes vorliegen müsste, also zu einem Zeitpunkt, zu dem der Bieter noch auf die Zuschlagserteilung durch den Bauherrn wartet. Sollten sich sodann im Zuge der Auftragsabwicklung anspruchsberechtigte Abweichungen von der vertraglich zu erbringenden Leistung welcher Art auch immer einstellen, so gehen aus der vormaligen Angebots- bzw. jetzigen Vertragskalkulation jene Preisgrundlagen hervor, unter deren Zugrundelegung Forderungen der Höhe nach zu begründen sind. Grundtenor dabei ist, einen Preis festzulegen, der auch zum Zeitpunkt der Zuschlagserteilung im Angebot (festgehalten im Angebots- bzw. späteren Vertrags-LV) enthalten gewesen wäre, wenn die im gegenständlichen Fall bereits während der Ausführung als offensichtlich zu bezeichnende Abweichung vom vertraglichen Soll ebenfalls bekannt gewesen wäre.

Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt des nachfolgenden Punktes auf der Kalkulation von Baupreisen als Teil des betrieblichen Rechnungswesens.

2.3.1 Baukalkulation als Grundlage der Preisbildung

Die (Bau-)Kalkulation⁴⁴ (lat. calculus = Steinchen, Rechnung) als Teil der Kosten- und Leistungsrechnung⁴⁵, die gemeinsam mit der Finanzbuchhaltung und Bilanzierung, mit der Planungsrechnung (Budgetierung), mit der Statistik und der Unternehmensforschung das betriebliche Rechnungswesen umfasst, dient neben der Bereitstellung von Informationen für die wirtschaftliche Steuerung des Betriebes v.a. der Preisermittlung vor Auftragserhalt auf Basis der Selbstkostenrechnung⁴⁶. Sie ist im Bauwesen jedoch nicht strikt im Sinne der Selbstkostenrechnung, bei der die auf ein Wirtschaftsgut entfallenden Herstellkosten zuzüglich anteiliger Verwaltungs- und Vertriebskosten ermittelt werden, dennoch aber dem Verursachungsprinzip folgend - d.h., dass Kosten, die zu einer Bauleistung führen, einer verursachenden Produktionsstätte (Bst.) zuordenbar sind - zu verstehen.

⁴² z.B. in Österreich: Kropik u. Krammer (1999), Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag; Oberndorfer (2003), Claim Management und alternative Streitbeilegung im Bau- und Anlagenrecht, Teil 1; u.a. Längle (1999), Das Entgelt beim Bauvertrag;

z.B. in Deutschland: Reister (2003), Nachträge beim Bauvertrag; Kapellmann u. Schiffers (2000), Einheitspreisvertrag; u.a. Vygen et al (2002), Bauverzögerungen und Leistungsänderungen;

⁴³ ausführlich in Oberndorfer (2003), aaO, Seite 39

⁴⁴ vgl. Reister (2003), Nachträge beim Bauvertrag, Seite 63

⁴⁵ siehe Oberndorfer u. Rasinger (1982), Baustellen- und Baubetriebsanalyse, Seite 42ff.

⁴⁶ Anm. des Verfassers: Auf eine Baupreisermittlung über die Angebotssumme, bei der von der marktorientierten Philosophie ausgegangen wird, dass für den Auftragserhalt letztlich die Angebotssumme für die ausgeschriebene Leistung maßgebend ist, wird in der gegenständlichen Arbeit nicht eingegangen.

Grundlage jeder Baupreisermittlung stellt eine funktionale oder konstruktive Beschreibung der Leistung durch den Bauherrn dar. Mit der LB legt er i.A. fest, zu welchem Zeitpunkt, für welche Funktion und in welcher Qualität er ein Bauwerk erstellt haben will, ob der Bieter die komplette Leistung oder nur Teile einer Gesamtleistung anbieten soll und schließlich bestimmt er auch, welche besonderen vertraglichen Regelungen dem Bauvorhaben zugrunde liegen. Insofern legt er dem Bieter mit Herausgabe einer LB fest, von welchen Rahmenbedingungen dieser bei seiner Preisermittlung im Zuge der Angebotskalkulation auszugehen hat.

Nun kann jeder Bieter seine Preisgrundlagen nach freiem Ermessen gestalten; sinnvoll ist es, sie derartig auszuarbeiten, dass im Zuge der Auftragsabwicklung jederzeit der Parteiwille nachvollzogen werden kann, was ganz im Sinne der zuvor angeführten Dokumentation ist. Dies geschieht in der Praxis des Untertagebaus nicht immer in eindeutiger Art und Weise, weswegen nun verständlich wird, warum vorhin angeführt wurde, dass die Kalkulation die Preisgrundlagen offen legen soll(te) - jedoch nicht immer in eindeutiger Art und Weise offen legt.

2.3.1.1 Kostenbegriffe und Kostenrechnungsarten

Unter **Kosten**⁴⁷ wird allgem. der in Geldeinheiten bewertete Verzehr von wirtschaftlichen Gütern materieller und immaterieller Art zur Erstellung und zum Absatz von Sach- bzw. Dienstleistungen sowie zur Schaffung und Aufrechterhaltung der dafür notwendigen Kapazitäten (Einsatzmittel) verstanden. Bei Bauunternehmen wird dieser Begriff, der nun auch **Bauproduktionskosten**⁴⁸ genannt wird, dahingehend konkretisiert, dass auf die Erstellung der Bauleistung auf der Bst. abgestellt wird.

Davon deutlich zu unterscheiden ist der Begriff des **Baupreises**⁴⁹, unter dem der im Bauvertrag vereinbarte, meist in Geldeinheiten ausgedrückte Tauschwert für eine fertigestellte und mängelfreie Bauleistung zu verstehen ist. A.d.S. des Bauherrn entspricht der so definierte Baupreis den Aufwendungen für Güter, Lieferungen, Leistungen und Abgaben, die für die Ausführungen von Baumaßnahmen erforderlich sind, folglich seinen entstehenden Kosten (für die Ausführung, jedoch nicht für die Planung - wie dies im Sinne einer klassischen Bauauftragsvergabe der Fall ist).

In der österreichischen Baubranche ist es üblich, nach einer vereinheitlichten Baupreisermittlung gem. ÖN B 2061⁵⁰ (01.09.1999) vorzugehen; doch bevor im Detail auf diese Verfahrensbestimmungen eingegangen wird, sollen grundsätzliche Begriffe geklärt werden:

2.3.1.1.1 Vollkostenrechnung

Einer Baupreisermittlung (Baukalkulation), die so aufgebaut ist, dass zu den Herstellkosten ein Gesamtzuschlag hinzugerechnet wird, der einen der Bauproduktion aliquoten Betrag zur Deckung der Geschäftsgemeinkosten (Zentralregie), der Finanzierung der Bauproduktion (Bauzinsen), der unternehmer- und auftragsbezogenen Wagnisse und zur Erzielung eines Gewinnes erwirtschaften soll, liegt der Charakter der Vollkostenrechnung⁵¹ zu Grunde.

⁴⁷ siehe Gabler (2000), Wirtschaftslexikon, Seite 1832; vgl. Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 87

⁴⁸ vgl. Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 18

⁴⁹ siehe Oberndorfer u. Kukacka (2002), aaO, Seite 15

⁵⁰ ÖN B 2061 (01.09.1999), Preisermittlung von Bauleistungen

⁵¹ siehe Oberndorfer u. Kukacka (2002), aaO, Seite 79

Dabei sind die vom Unternehmer kalkulierten Einzelkosten⁵² - sie sind dem jeweiligen Kostenträger⁵³ direkt zurechenbar - und Gemeinkosten (i.S. von Baustellengemeinkosten und Geschäftsgemeinkosten) - sie sind dem jeweiligen Kostenträger nicht direkt zurechenbar - produktionsmengenabhängig den Einzelleistungen (u.a. LV-Positionen) „zuzuschlagen“. Daraus leitet sich der Begriff der **Zuschlagskalkulation** nach österreichischem Verständnis ab (vgl. z.B. nach deutschem Verständnis Pkt. 5.3.2.2).

Bei dieser Vorgangsweise der Baupreisermittlung ist jedoch eine gewisse Starrheit bzgl. der Preiselastizität gegeben. Unter der Voraussetzung der Vollkostendeckung innerhalb einer Periode kann sich für einen Bieter in Anbetracht der in der Baubranche üblichen geringen Zuschläge für Gewinn mitunter ein zu geringer Spielraum im Wettbewerb ergeben, was zur Folge haben kann, dass er nicht zu ausreichenden Aufträgen kommt. Viele Unternehmen bieten daher u.a. mit Angebotspreisen an, die ihre projektbezogenen Vollkosten nicht mehr abzudecken vermögen, da schlichtweg Aufträge benötigt werden, um Kapazitäten auszulasten oder um Marktanteile zu gewinnen. Ein anderer Grund könnte etwa sein, dass ein Projekt mit sehr viel Prestige (zukünftige Präqualifikation der Unternehmer) behaftet ist, sodass Unternehmer eine Unterdeckung der auftragsbezogenen Fixkosten in Kauf nehmen. Daraus kann jedoch nicht der Schluss gezogen werden, dass eine plausible Zusammensetzung des Gesamtpreises fehlt.

Mit den Überlegungen, welche Abschläge von einem vollkostendeckenden Preis betriebswirtschaftlich noch tolerierbar sind, beschäftigen sich die nachfolgenden Punkte.

2.3.1.1.2 Teilkostenrechnung

Die Basis der Teilkostenrechnung bildet a.d.S. des Unternehmers die Differenzierung jener Kosten⁵⁵, die dem Unternehmer unabhängig von der Leistungserbringung im Betrieb oder einer Betriebsstätte anfallen - so gen. **fixe Kosten**, die daher zur Aufrechterhaltung der Unternehmenstätigkeit (Leistungsbereitschaft) erforderlich sind - von den Kosten, die dem Unternehmer allein durch die Leistungserbringung im Betrieb oder einer Betriebsstätte entstehen - so gen. **variable Kosten**, die daher ausschließlich beschäftigungsabhängig sind. Eine Aufschlüsselung von fixen und variablen Kosten einer Bauunternehmung in Verbindung mit der Darstellung von Selbstkosten und Preis veranschaulicht die Abbildung 2-2.

Die Begriffspaare Einzel- und Gemeinkosten sowie fixe und variable Kosten beziehen sich eigentlich auf verschiedene Sachverhalte. Gewisse Zusammenhänge bestehen im Allgem. dennoch, denn Einzelkosten sind auch variable Kosten, fixe Kosten entsprechen grundsätzlich den

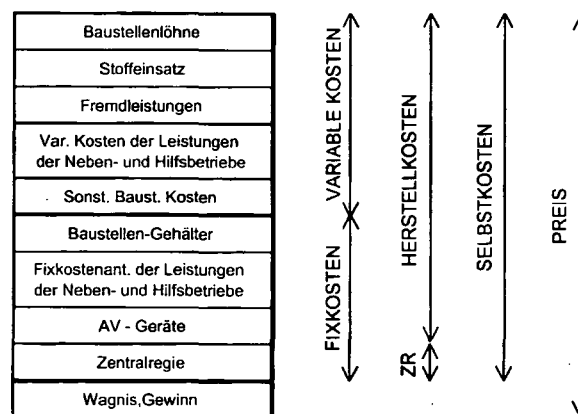


Abbildung 2-2: fixe und variable Kosten und ihr Zusammenhang mit den Selbstkosten und dem Preis⁵⁴

⁵² vgl. Kropik u. Krammer (1999), Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag, Seite 221ff. - Hier wird für den Begriff der Einzelkosten als Synonym auch direkte oder primäre Kosten verwendet.

⁵³ vgl. Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 106 - Kostenträger: Leistungseinheit (z.B. Produkt), die zum Zweck der Kalkulation die Kosten meist verursachungsgerecht zugeordnet erhält. Sie dienen der Aufnahme von Kosten eines bestimmten Produktionsgutes. Im baubetrieblichen Rechnungswesen ist der Kostenträgerbezug relativ selten. Beispiele möglicher Kostenträger im Bauwesen sind die Positionsleistungen.

⁵⁴ siehe Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 82

⁵⁵ vgl. u.a. Oberndorfer u. Sieber (1986), Kalkulation von Baupreisen, Seite 122f.

Gemeinkosten. V.a. die letztgemachte Aussage ist jedoch nicht umkehrbar, da Gemeinkosten auch variable Gestalt annehmen können⁵⁶. Eine zulässige Schlussfolgerung ergibt, dass fixe Kosten immer Gemeinkosten darstellen, aber Gemeinkosten nicht immer fixen Kosten entsprechen; so kann es daher geschehen, dass die Einzelkosten der Vollkostenrechnung niedriger sind als die variablen Kosten der Teilkostenrechnung.

Der Nachteil einer Kalkulation auf Vollkostendeckung besteht in der willkürlichen Zuordnung der fixen Kosten auf die Kostenträger, obwohl kein Zusammenhang zwischen den fixen Kosten der Betriebsbereitschaft und den Leistungen besteht. Der Sinn der Teilkostenrechnung besteht nun eben darin, diese Unzulänglichkeiten wettzumachen.

2.3.1.1.3 Deckungsbeitragsrechnung

Bei Deckungsbeitragsrechnung⁵⁷ (eine Art der Teilkostenrechnung) wird nun eben nicht ein fixer Prozentsatz des Umsatzes zur Fixkostendeckung angesetzt, sondern ein von marktpolitischen Überlegungen getragener variabler Ansatz, der von Projekt zu Projekt aus diversen Gründen (siehe Pkt. 2.3.1.1.1) unterschiedlich hoch ist. Die Summe der Deckungsbeiträge muss allerdings mittelfristig die fixen Kosten decken, weswegen Projekten, bei denen auf Teilkostenbasis angeboten und entsprechend vergütet wurde, auch Projekte folgen müssen, bei denen mehr als die Vollkosten erwirtschaftet werden. Die Gefahr liegt weniger darin, dass die Unternehmensführung die Übersicht über zu geringe und zu hohe Deckungsbeiträge verliert, sondern dass die Kalkulationsrisiken meist höher als die Deckungsbeiträge sind und das Zusammentreffen von zu gering angesetzten Deckungsbeiträgen sowie zuzüglich erwirtschafteter Verluste bei der Baudurchführung einiger größerer Aufträge bereits genügt, ein Unternehmen in den Ausgleich oder Konkurs zu treiben.

Wie in Abbildung 2-3 veranschaulicht, gibt dieses Instrument der Deckungsbeitragsrechnung dem Bieter daher einen viel höheren Preisgestaltungsspielraum als jenes der Vollkostenrechnung, wobei aus betriebswirtschaftlicher Sicht drei Stufen in der Preisabsenkung unterscheidbar sind:

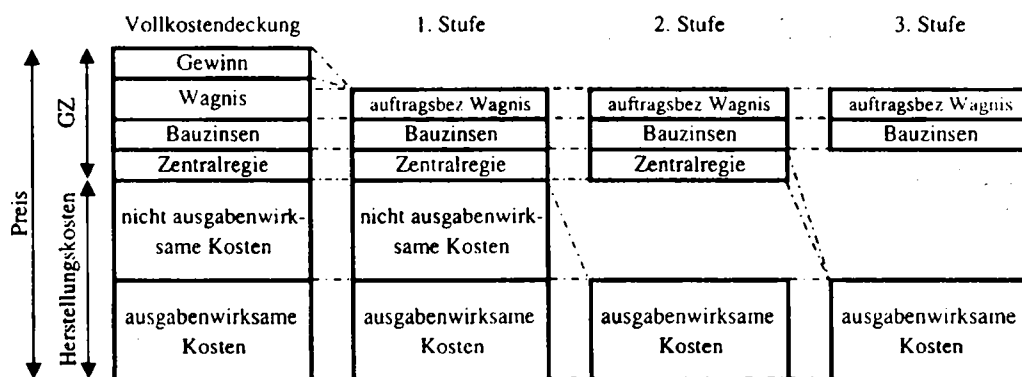


Abbildung 2-3: mögl. 3-stufige Absenkung des Baupreises bei der Preisbildung im Zuge einer Deckungsbeitragsrechnung⁵⁸

Anzumerken gilt, dass eine Absenkung der Vollkostendeckung bis einschließlich zur dritten Stufe aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise sehr bedenklich ist, denn die Zentralregie (Geschäftsge-

⁵⁶ ausführlich in Wolkerstorfer u. Lang (2002), Praktische Baukalkulation, Seite 17f.
⁵⁷ vgl. Oberndorfer u. Rasinger (1982), Baustellen- und Baubetriebsanalyse, Seite 75f.
⁵⁸ in Anlehnung an Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 15; vgl. Kropik u. Krammer (1999), Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag, Seite 214

meinkosten), die ausgabenwirksame Kosten⁵⁹ darstellt, muss durch andere Aufträge erwirtschaftet werden, und bringt bei Fehlen dieser Voraussetzung einen Liquiditätsengpass mit sich. Lt. OBERNDORFER⁶⁰ kann der Preisgestaltungsspielraum auf Basis der Teilkostenrechnung mit ca. 15%, auf Basis der Vollkostenrechnung in Zeiten guter Konjunktur mit ca. allein den Gewinnzuschlag darstellenden 3% bewertet werden.

→ **Resümee**⁶¹:

Mindestens die variablen Kosten müssen im Einheitspreis einer Position im LV bei der Baupreisermittlung enthalten sein.

An dieser Stelle ist zu festzuhalten, dass eine tiefschürfendere Diskussion zwischen dem Prinzip der, durch das vergaberechtliche Gebot zur Wahrung der Vergleichbarkeit der Angebote einerseits mittelbar geforderten Baupreisermittlung auf Basis der Vollkostenrechnung und dem Prinzip der, durch das ebenfalls vergaberechtliche Gebot des freien und lautereren Wettbewerbs, das andererseits eine höhere Preiselastizität bedingt, ermöglichten Baupreisermittlung auf Basis einer Teilkostenrechnung nicht von Nöten ist, da in Anbetracht der Thematik der gegenständlichen Arbeit mit dem zuvor Erläuterten das Auslangen gefunden wird. Ein diesbzgl. diskussionsanstoßender Verweis kann in Richtung DENK⁶², der gewisse Marktsituationen für möglich hält, die unter Umständen eine Orientierung an den Vollkosten bei der Preisbildung für völlig unzumutbar erscheinen lassen sowie in Richtung OBERNDORFER⁶³, der die nur durch Wagnis und Gewinn gegebene Variationsmöglichkeit des Preises für ein Funktionieren eines marktwirtschaftlichen Wettbewerbs für zu gering hält, gegeben werden.

2.3.1.2 ÖN B 2061 Preisermittlung von Bauleistungen

Die ÖN B 2061 ist eine Verfahrensnorm, die vor dem Zustandekommen eines Vertrages die Durchführung der Kalkulation regelt und daher nicht Vertragsbestandteil werden kann. Ihre Anwendung bringt eine Vereinheitlichung der Baupreisermittlung mit sich, sodass eine folgerichtige Prüfung auf Preisangemessenheit und eine ev. vertiefte Angebotsprüfung dadurch eine objektivere Angebotsbewertung zu lassen⁶⁴, die wiederum letztendlich auch durch das (österreichische) Vergaberecht gefordert wird. Eine Nichteinhaltung dieser Norm hat demgemäß keine vertragsrechtlichen, sondern allenfalls vergaberechtliche Konsequenzen⁶⁵.

Einige Gründe scheinen bereits für den Hintergrund der Anwendung des durch diese Norm gegebenen Baupreisermittlungsverfahrens durch. Der Vollständigkeit halber wird der Sinn und der Zweck der gegenständlichen Norm noch einmal prägnant aufgelistet:

Externe Gründe:

- Grundlage für die Beurteilung der Preisangemessenheit
- Grundlage für die Beurteilung des Warenkorbs

Interne Gründe:

- Grundlage für die Stammdatenkalkulation
- Grundlage für die Null- bzw. Vorkalkulation sowie z.B. für die Abstimmung in Bietergemeinschaften

⁵⁹ ausführlich in Oberndorfer u. Kukacka (2002), aaO, Seite 82f.

⁶⁰ siehe Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 83f. u.86f.

⁶¹ siehe Wolkerstorfer u. Lang (2002), Praktische Baukalkulation, Seite 17f.

⁶² ausführlich in Denk (1981) in ÖGEBAU, Forschungsbericht (Heft 13), Seite 21f.

⁶³ ausführlich in Oberndorfer (1998) in Österr. Bauzeitung Nr. 34, Seite 2f. sowie u.a. in Oberndorfer u. Schwarz (2001) in ZVB Nr. 5, Seite 148f.

⁶⁴ vgl. ÖN B 2061 (01.09.199), Vorbemerkungen u. Pkt. 1, Seite 3

⁶⁵ siehe u.a. Kropik (1997), Dissertation, Seite 108ff.

- Grundlage für die Preisbildung bei Leistungsänderung⁶⁶
- Grundlage für die Arbeitskalkulation
- Grundlage für die Nachkalkulation

Dem Wesen der ONORM B 2061 liegt eine Baupreisermittlung auf Basis einer Vollkostenrechnung zu Grunde. Sie unterscheidet nachstehend angeführte Kostenartengruppen⁶⁷ bzw. bei weiterer Unterteilung genannte Kostenarten:

- Personalkosten (Lohn- und Gehaltskosten)
- Materialkosten
- Gerätekosten
- Kosten für Fremdleistungen
- Zinskosten
- andere Kosten

Der Aufbau der Kostenermittlung folgt dem Charakter der Zuschlagskalkulation. Folgende, ermittelbare Kosten werden auf Basis der Kosten(gruppen)arten unterschieden:

- Einzelkosten
- Baustellengemeinkosten
- Geschäftsgemeinkosten
- Sonstige Gemeinkosten
- Bauzinsen
- Wagnis
- Gewinn

Aufgrund der Verfahrensbestimmungen der ÖN B 2061 ergibt sich ein klares Kalkulationsschema (Aufbau der Kostenermittlung bis hin zum Preis, welcher jedoch im Sinne des Gesamtpreises - entspricht dem Entgelt lt. UStG - und nicht im Sinne des Angebotspreises - zivilrechtlicher Preis - zu verstehen ist), das in der folgenden Abbildung 2-4 schematisch veranschaulicht ist.

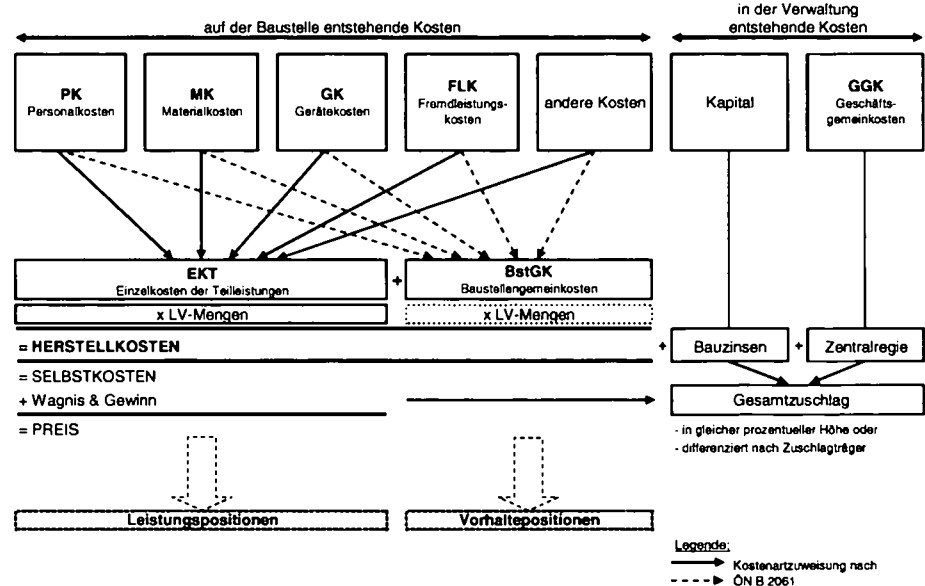


Abbildung 2-4: Aufbau der Baupreisermittlung⁶⁸ nach ÖN B 2061 allgem. bzw. im Vorgriff mit Berücksichtigung der ÖN B 2203-1

⁶⁶ siehe ÖN B 2110 (01.03.2002), Pkt. 5.24, Seite 14
⁶⁷ vgl. ÖN B 2061 (01.09.199), Pkt. 4, Seite 7; siehe Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 89
⁶⁸ in Anlehnung Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 42; ähnlich Wolkerstorfer u. Lang (2002), Praktische Baukalkulation, Seite 27 - Darin wird das Wagnis den Selbstkosten zugeteilt;

Die den Gesamtzuschlag bildenden Anteile - Geschäftsgemeinkosten (Zentralregie), Bauzinsen, Wagnis und Gewinn⁶⁹ - werden üblicher Weise auf die Zuschlagsträger in gleicher prozentueller Höhe aufgeschlagen; Prinzip der österreichischen Definition der Zuschlagskalkulation. Dies setzt jedoch eine Kalkulation auf Grundlage der Vollkostenrechnung ohne spekulative Verzerrung, wie es die ÖN B 2061 bietet, voraus. Eine Differenzierung des Gesamtzuschlages nach Zuschlagträgern ist möglich und aus betriebswirtschaftlichen Überlegungen des Unternehmers auch sinnvoll. OBERNDORFER⁷⁰ führt hierzu an, dass der Gesamtzuschlag für reine Bauleistungen für gewöhnlich in einer Bandbreite von 7% bis 15% schwanken kann, insoweit nicht genannte besondere Überlegungen angestellt werden.

Eine detaillierte Betrachtung des Gesamtzuschlages ist aufgrund der Thematik der gegenständlichen Arbeit nicht erforderlich, da ein tatsächlich am Markt erzielbarer Preis naturgemäß außer Diskussion gestellt wird. Die Analyse der Normenklassifizierungen, insbesondere deren Vergütungsmodelle auf Eignung und Tauglichkeit in Hinsicht einer fairen, leistungsgerechten Vergütung v.a. der Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) des Unternehmers erfolgt auf Herstellkostenbasis i.S. der Vollkostenrechnung.

2.3.2 Kostenelastizität einer Einheitspreisposition

Zunächst ist hier die isolierte Frage zu behandeln, in welchen Bandbreiten die Herstellkosten von Einzelleistungen bei ordnungsgemäßer Kalkulation nach ÖN B 2061 (wie zuvor bereits erwähnt, unter Ausschluss einer preispolitischen Beeinflussung) schwanken können. Da gerade zu erbringende Leistungen im Untertagebau große Unsicherheiten bei der Ermittlung der Herstellkosten aufweisen, wird in der Praxis zumeist der Gesamtzuschlag als Ganzes als preispolitisches Instrument verwendet, um sich durch dessen Möglichkeit in der Variation dem Marktpreisniveau anzunähern (siehe u.a. Pkt. 2.3.1.1.3). Der Kalkulant ermittelt in der Regel nur die Herstellkosten als Basis der späteren Preisfestsetzung. Entsprechend dem Kalkulationsschema der ÖN B 2061 soll hier daher nur die Stufe der Herstellkostenermittlung auf ihre Kostenelastizität hin behandelt werden. Nachstehende Faktoren⁷¹ sind hauptverantwortlich für eine mögliche Variation innerhalb diesbzgl. Bandbreiten:

Endogene Faktoren:

(Subsumierung aller Umstände, die vom individuellen Projekt nicht abhängen und nur von der spezifischen, innerbetrieblichen Situation des Unternehmens bestimmt werden;)

- innerbetriebliche Erfahrung des Kalkulanten

Exogene Faktoren:

(Subsumierung aller Umstände, die direkt vom individuellen Projektumfeld der ausgeschriebenen Leistung abhängen;)

- Vollständigkeit der vorliegenden Planung
(wie z.B. entsprechende Baugrunduntersuchungen, Vorhersagensprognosen, usw., um die Aufwands- und Leistungsansätze genau abschätzen zu können)

⁶⁹ ausführlich u.a. in Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 44f.

⁷⁰ siehe Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 45; vgl. Reckerzügl (2000), Dissertation, Seite 57f.

⁷¹ Anm. des Verfassers: Diese Aufzählung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, zeigt aber, wie viele Faktoren die Kosten beeinflussen und bereits im Zuge der Kalkulation abgeschätzt werden müssen (ausführlich z.B. in Link (1999), Dissertation).

- **Stammarbeiterstand**
(ein hoher Anteil führt zu relativ genau abschätzbaren Aufwandsansätzen)
- **Gerätebestand**
(beeinflusst die Abschätzbarkeit der Leistungsansätze - sind Mietgeräte nötig, wird die Abschätzung schwieriger)
- **Organisationsform im Unternehmen**
(gute Arbeitsvorbereitung, Controlling, usw. senkt die Kosten)
- **Klarheit, Eindeutigkeit und Vollständigkeit der vorliegenden LB**
- **Dauer der Angebots-/Zuschlagsfrist**
- **künftige Kostenentwicklung der benötigten Einsatzmittel**
- **weitere exogene Projekteinflüsse, wie z.B. Topographie, Umweltbelastungen, etc.**

Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich hierbei um eine rein theoretische Analyse handelt, die davon absieht, dass in der Praxis für die Mehrzahl der Leistungen natürlich empirisch ermittelte, auch am Markt geeichte Kalkulationsannahmen bzw. -ansätze bekannt sind, die aus Gründen der Aufwandsminimierung in der Regel ohne genauere Untersuchung übernommen werden.

2.3.2.1 Elastizität der Einzelkosten

In der betr. Literatur findet sich als Anhaltspunkt für die **Quantifizierung der Größenordnung** einer möglichen Bandbreite der **Kostenelastizität von Einzelkosten** eine Angabe von 12%.⁷² (ausgehend vom Bestbieter); die meisten diesbzgl. gemachten Untersuchungen stellen jedoch auf die Einheitspreiselastizität ab und untersuchen dabei v.a. gängige Umlagen der Gemeinkosten⁷³.

Unter Beachtung der o.a. Faktoren führen weitere Quantifizierungen einer Kostenelastizität von Einzelkosten in einer Leistungsposition LIBERDA⁷⁴ und RECKERZÜGL an. Dabei wird unter anderem auf empirisch ermittelte Werte zurückgegriffen, die Eintrittswahrscheinlichkeiten und Auswirkungen verschiedenster Risiken umfassen.

Die Eingangsparameter der Untersuchungen sind in beiden Arbeiten identisch und lassen sich daher wie folgt zusammenfassen:

- **Aufwands- und Leistungswerte:**
gem. LIBERDA - statistische Auswertung unterschiedlichster Aufwands- und Leistungsansätze aus Nachkalkulationen div. Bauprojekte;
gem. RECKERZÜGL - statistische Auswertung ausgewählter Aufwands- und Leistungsansätze aus der Literatur;
- **Kostengrundlagen der Produktionsmittel (u.a. Einsatzmittel):**
 - **Lohn:**
gem. LIBERDA - statistische Auswertung von Kalkulationsansätzen der Mittellohncosten (MLK) gleicher Gewerke (bei ordnungsgem. Kalkulation ergibt sich eine wahrscheinlichkeitsdefinierte Bandbreite von etwa $\pm 15\%$);

⁷² ausführlich in Oberndorfer (1992) in Österr. Bauzeitung, Nr. 34/35, Seite 10f.: Oberndorfer führt an, dass die Einheitspreise um 12% variieren, wenn keine Gemeinkosten umzulegen sind. Da allerdings in diesem Beitrag der Gesamtzuschlag separat behandelt wird, sind in diesem Zusammenhang wohl praktisch die Einzelkosten gemeint.

⁷³ siehe z.B. Wolkerstorfer (1995), Diplomarbeit

⁷⁴ ausführlich in Liberda (1985), Dissertation, Seite 25ff.; vgl. Reckerzügl (2000), Dissertation, Seite 51f.

gem. RECKERZÜGL - bedient sich der statistischen Auswertung der MLK von LIBERDA;

- **Material (Stoff):**

LIBERDA und RECKERZÜGL identisch - theoretisch angenommene Bandbreite der Gestehungskosten im Bereich von etwa $\pm 2\%$ (Ansatz aufgrund unternehmensgleicher Einkaufskonditionen);

- **Gerät:**

LIBERDA und RECKERZÜGL identisch - theoretisch angenommene Bandbreite der Gestehungskosten im Bereich von etwa $\pm 2\%$ (Ansatz aufgrund unternehmensgleicher Geräteeignung);

Beide Autoren kommen unter Beachtung der getroffenen Prämissen - reine Nullkalkulation und Eliminierung extremer Ausreißerwerte in den Eingangsparametern - auf eine identische Bandbreite der Kostenelastizität von Einzelkosten, die mit ca. 11% zu quantifizieren ist, ohne dass Zweifel in der Angemessenheit der Zusammensetzung von Einzelkosten vorliegen müssen. Dadurch kann die in der Literatur von OBERNDORFER veröffentlichte Angabe einer quantifizierten Bandbreite der Kostenelastizität von Einzelkosten von 12% bestätigt werden.

→ **Resümee:**

Ausgehend von einem statistischen Mittelwert kann daher die Kostenelastizität in den Einzelkosten, v.a. in den folgend zu analysierenden Einzellohnkosten, einer LV-Position mit $\pm 6\%$, als max. bzw. min. Abweichung (+/- 11% bis) +/- 12% angesetzt werden.

2.3.2.2 Elastizität in den Herstellkosten

Die mögliche Bandbreite der Kostenelastizität in den Herstellkosten entspricht im Regelfall des konventionellen Untertagebaus jener der Einzelkosten, da gem. ITA-Empfehlung⁷⁵ Nr. 10 'Mobilization Payments' von einer Umlage der Baustellengemeinkosten auf die Einzelkosten der Teilleistungen prinzipiell Abstand zu nehmen ist.

(Der Vollständigkeit halber ist anzuführen, dass OBERNDORFER⁷⁶ bei geforderter Umlage der Baustellengemeinkosten auf die Einzelkosten der Teilleistungen von einer max. 6%igen Erhöhung der Kostenelastizität der Einzelkosten für die quantifizierbare Kostenelastizität der Herstellkosten spricht.)

2.4 Vergaberechtliche Grundlagen

Untertagebauten werden in der Regel im Rahmen großer Infrastrukturprojekte von öffentlichen Bauherrn realisiert, die für die Auftragsvergabe an ein vergaberechtliches Regulativ gebunden sind. Dieses Grundlagenkapitel soll daher im notwendigen Bezug zur gegenständlichen Thematik die rechtlichen Rahmenbedingungen - angepasst auf die derzeitige Rechtslage in Österreich - aufzeigen.

⁷⁵ siehe DGEG (1993) in Taschenbuch für den Tunnelbau Jhg. 17, Seite 241f.: ITA Empfehlung 10 - Zahlungen für Allgemeinkosten und Baustelleneinrichtung: Die ITA empfiehlt in Ihren Empfehlungen zu den vertraglichen Risikoteilungen, dass alle Tunnelbauverträge Positionen für Allgemeinkosten (i.S. von Baustellengemeinkosten) enthalten, die insbesondere die Baustelleneinrichtung abdecken und die vom Baufortschritt unabhängig sind.

⁷⁶ ausführlich in Oberndorfer (1992) in Österr. Bauzeitung, Nr. 34/35, Seite 14

Bis vor relativ kurzer Zeit herrschte in Österreich enorme Zersplitterung und Uneinigkeit der Vergabevorschriften⁷⁷, die bis zum erstmaligen Erlass des BVergG i.d.F. BGBl I 462/1993 keine Außenwirksamkeit für die Vergabe öffentlicher Aufträge besaßen, also den Bietern keine subjektiven Rechte sowie schadenersatzrechtliche Ansprüche einräumten - eine Situation, die erst durch die europäische Integration Österreichs im Jahr 1995 verbessert wurde, i. S. der Rechtsharmonisierung jedoch noch zu wünschen übrig lies, bis schlussendlich durch das BVergG i.d.F. BGBl I 99/2002 mit einheitlicher Geltung für Bund, Länder und Gemeinden dieselben Vergabeverfahren⁷⁸. mit materiellem Einbezug der ÖN A 2050 vorgeschrieben wurden

2.4.1 Europäisches Recht

Das Recht der EU besteht aus den ihr zugrunde liegenden, vier Gründungsverträgen (Vertrag über die Gründung der EGKS⁷⁹, EWG⁸⁰, EurAtom und EU⁸¹), welche gemeinsam mit den vom EuGH entwickelten allgem. Rechtsgrundsätzen das so gen. **Primärrecht** bilden.

Die Verordnungen, Richtlinien und Entscheidungen stellen das, als so gen. abgeleitetes EU-Recht bekannte, **Sekundärrecht** dar, die von Organen der Gemeinschaft erlassen werden. Sie sind im Vertrag zur Gründung der EWG Art. 249 angeführt und bestehen aus:

- Verordnungen, i. S. von Einheitsrecht⁸²:
Das sind generelle Normen, welche am deutlichsten den überstaatlichen Charakter des Gemeinschaftsrechts zeigen. Sie gelten in den einzelnen Mitgliedstaaten unmittelbar und dürfen durch nationales generelles Recht auch nicht präzisiert werden.
- Richtlinien, im i. S. von Harmonisierungsrecht⁸³:
Sie legen Regelungsziele verbindlich fest, die nähere Durchführung bleibt jedoch den Mitgliedstaaten überlassen. Zur Durchführung der Richtlinien ist die für die Regelung erforderliche innerstaatliche Rechtsform - das Gesetz - zu wählen.
- Entscheidungen
- Empfehlungen und Stellungnahmen

Es gilt dadurch der Grundsatz vom Vorrang des unmittelbar anwendbaren Gemeinschaftsrechts gegenüber dem österreichischen Recht, daher ist im Konfliktfall der Regelung des unmittelbar anwendbaren Gemeinschaftsrechts und nicht jener Regelung des österreichischen Rechts⁸⁴ zu folgen.

⁷⁷ ausführlich in Korinek u. Schwarzer (1981) in ÖGEBAU, Forschungsbericht (Heft 16), Seite 19f.

⁷⁸ vgl. König u. Reichel-Holzer (2002), Bundesvergabegesetz 2002, Seite 19: Mit Ausnahme des Rechtsschutzes, welcher in den jeweiligen Landesgesetzen selbständig zu regeln ist.

⁷⁹ Vertrag über die Gründung der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl (1952), <http://europa.eu.int>: Im Unterschied zum Vertrag zur Gründung der EWG und der EurAtom wurde der EGKS - die Vertragspartner wurden auch „Montanunion“ genannt - nur auf die Dauer von 50 Jahren geschlossen und endete somit am 23.07.2002. Die nützlichen Erfahrungen und Instrumente werden von anderen Institutionen der EU fortgeführt.

⁸⁰ Vertrag zur Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft (1957), u.a. Vertrag von Rom

⁸¹ Vertrag zur Gründung der Europäische Union (1992) ABI C 191, i.d.F. Vertrag von Nizza (2001) ABI C 80

⁸² ausführlich in Straube (2002), Unterlagen zur Vorlesung Vertrags- und Haftungsrecht, Pkt. II.3.

⁸³ ausführlich in Straube (2002), aaO., Pkt. II.3.

⁸⁴ vgl. Korinek (1999), in ECOLEX Heft 8, Seite 524

2.4.1.1 Primärrecht

Die für das Vergaberecht in Österreich hierzu relevanten Bestimmungen ergeben sich aus dem Vertrag zur Gründung der EWG und erlangen unabhängig von allfälligen Normen des gemeinschaftsrechtlichen Sekundärrechts Geltung, wie z.B. das Diskriminierungsverbot gem. Vertrag zur Gründung der EWG Art. 12⁸⁵.

Allgem. ist lediglich noch anzumerken, dass dieser Vertrag zur Gründung der EWG zwar keine ausdrückliche Regelung für das öffentliche Auftragswesen - lediglich eine inhaltliche Erwähnung des Begriffs *öffentliches Auftragswesen* in Art. 163 Abs. 2 - zum Inhalt hat, es lässt sich jedoch durch seine Zielsetzung eine Anwendung der Vertragsinhalte für das öffentliche Auftragswesen und damit verbunden zur Schaffung einer Grundlage für einen fairen Wettbewerb im Zuge der Marktöffnung ableiten⁸⁶.

2.4.1.2 Sekundärrecht

Das Recht des öffentlichen Auftragswesens bleibt auch in der europäischen Gemeinschaft nationales Recht. Darüber hinaus verfügt jeder Mitgliedstaat über eine eigene gewachsene Vergabekultur, d.h. in manchen Mitgliedstaaten wird das Vergaberecht in das zivilrechtliche System, in manchen in das öffentlich-rechtliche System eingegliedert. Um derartige Unterschiede in der Rechtspraxis der Mitgliedstaaten erhalten zu können, bedient sich das europäische Rechtsetzungsorgan des Instruments der Richtlinien gem. Vertrag zur Gründung der EWG Art. 189, durch die es i. S. der Rechtharmonisierung, deren Ziele - die Schaffung und die Sicherung eines echten Wettbewerbs auf den öffentlichen innerstaatlichen Beschaffungsmärkten - in den einzelnen Mitgliedstaaten anhand von Gesetzen umzusetzen gilt⁸⁷.

Das Sekundärrecht gewährleistet daher die notwendige Voraussetzung für die Marktöffnung im öffentlichen Auftragswesen, da dadurch die primärrechtlichen Gebote und Verbote konkretisiert werden; die EU fördert dies durch folgende relevante **Vergaberichtlinien**⁸⁸:

- **Baukoordinierungsrichtlinie**⁸⁹
- **Dienstleistungsrichtlinie**⁹⁰
- **Lieferkoordinierungsrichtlinie**⁹¹
- **Rechtsmittelrichtlinie**⁹²
- **Sektorenrichtlinie**⁹³

⁸⁵ Anm. des Verfassers: z.B. durch die so gen. Lokalpräferenzen, unter denen man die Bevorzugung orts- oder gebietsansässiger Bieter gegenüber auswärtigen Wettbewerbsteilnehmern versteht.

⁸⁶ ausführlich in Platzer u. Öhlinger (1998), EU-konforme Ausschreibungen, Seite 22ff.

⁸⁷ vgl. Platzer u. Öhlinger (1998), aaO., Seite 14f.

⁸⁸ BVergG 2002 §192 bestimmt, dass dadurch folgende Rechtsakte der EU umgesetzt werden, die nur bei Überschreiten festgesetzter Schwellenwerte für bestimmte öffentliche AG Geltung haben.

⁸⁹ RL 93/37/EWG des Rates vom 14.06.1993 zur Koordinierung der Verfahren zur Vergabe öffentlicher Bauaufträge, ABI Nr. L 199/54 vom 09.08.1993 i.d.F. RL 97/52/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13.10.1997, ABI Nr. L 328/1 vom 28.11.1997

⁹⁰ RL 92/50/EWG des Rates vom 18.06.1992 über die Koordinierung der Verfahren zur Vergabe öffentlicher Dienstleistungsaufträge, ABI Nr. L 209/1 vom 24.07.1992 i.d.F. RL 97/52/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13.10.1997, ABI Nr. L 328/1 vom 28.11.1997

⁹¹ RL 93/36/EWG des Rates vom 14.06.1993 über die Koordinierung der Verfahren zur Vergabe öffentlicher Lieferaufträge, ABI Nr. L 199/1 vom 9. August 1993 i.d.F. RL 97/52/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13.10.1997, ABI Nr. L 328/1 vom 28.11.1997

⁹² RL 89/665/EWG des Rates vom 21.12.1989 zur Koordinierung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Anwendung der Nachprüfungsverfahren im Rahmen der Vergabe öffentlicher Liefer- und Bauaufträge, ABI Nr. L 395/33 vom 30.12.1989

⁹³ RL 93/38/EWG des Rates vom 14.06.1993 zur Koordinierung der Auftragsvergabe durch AG im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie im Telekommunikationssektor, ABI Nr. L 199/84 vom 09.08.1993 i.d.F. RL 98/4/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.02.1998, ABI Nr. L 101/1 vom 01.04.1998

o **Sektorenrechtsmittelrichtlinie⁹⁴**

Die Vergaberichtlinien der EU folgen im Wesentlichen nachstehend angeführten Grundsätzen⁹⁵, wobei im Folgenden kurz auf den Inhalt der Baukoordinierungsrichtlinie näher eingegangen wird.

- **Veröffentlichungspflicht für alle Ausschreibungen**
- **Gleichbehandlung aller Anbieter**
- **Verhandlungsverbot**
- **Formvorschriften für Angebote, Angebotseröffnung, usw.**
- **Vergabeentscheid muss sachlich begründet sein**
- **Veröffentlichungspflicht für alle Vergabeentscheidungen**
- **Rechtsschutz für alle Bieter**

• **Baukoordinierungsrichtlinie:**

Im Jahr 1971 wurde die erste Richtlinie für Bauaufträge⁹⁶ (Baukoordinierungsrichtlinie) des Rates erlassen, durch deren Umsetzung die Abschottung der Beschaffungsmärkte der öffentlichen AG hintan gehalten werden sollte. Zweck dieser Richtlinie war - und ist es auch nach wie vor - die einzelstaatlichen Vergabeverfahren zu harmonisieren und gleiche Bedingungen für die Teilnahme an den Verfahren über die Vergabe öffentlicher Aufträge in allen Mitgliedsstaaten herbeizuführen⁹⁷.

Die Baukoordinierungsrichtlinie umfasst:

im **persönlichen Anwendungsbereich:**

- **Staat**

- **Gebietskörperschaften**

- **Einrichtungen des öffentlichen Rechts**

im **sachlichen Anwendungsbereich:**

- **öffentliche Bauaufträge⁹⁸**

(Das sind die zwischen einem Unternehmer und einem in den persönlichen Anwendungsbereich der Richtlinie fallenden öffentlichen AG geschlossenen schriftlichen, entgeltlichen Verträge über entweder die Ausführung oder gleichzeitig die Ausführung und die Planung von Bauvorhaben oder die Erbringung einer Bauleistung durch Dritte gem. den vom öffentlichen AG genannten Erfordernissen.)

- **öffentliche Baukonzessionsverträge⁹⁹**

(Diese Verträge weichen von den Verträgen über öffentliche Bauaufträge nur insoweit ab, als die Gegenleistung für die Arbeiten ausschließlich in dem Recht zur Nutzung des Bauwerks oder in diesem Recht zuzüglich der Zahlung eines Preises besteht.)

⁹⁴ RL 92/13/EWG des Rates vom 25.02.1992 zur Koordinierung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Anwendung der Gemeinschaftsvorschriften über die Auftragsvergabe durch AG im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie im Telekommunikationssektor, ABI Nr. L 76/14 vom 23.03.1992

⁹⁵ ausführlich in König (2000), Vergaberecht, Seite 1f.

⁹⁶ RL 71/305/EWG des Rates vom 26.07.1971 über die Koordinierung der Verfahren zur Vergabe öffentlicher Bauaufträge, ABI Nr. L 185/5 vom 06.08.1971 i.d.F. RL 89/440/EWG des Rates vom 18.07.1989, ABI Nr. L 210/1 vom 21.07.1989

⁹⁷ vgl. König (2000), Vergaberecht, Seite 6

⁹⁸ vgl. RL 93/37/EWG Art. 1

⁹⁹ vgl. RL 93/37/EWG Art. 3

- Verbände, die aus einer oder mehreren dieser Körperschaften oder Einrichtungen bestehen

Diese Richtlinie¹⁰⁰ soll Bietern aus anderen Mitgliedstaaten den Zugang zu öffentlichen Aufträgen im Bauwesen ab einem geschätzten Auftragwert (exkl. MwSt.) von 5.000.000,- ECU (**Schwellenwert**¹⁰¹) erleichtern und sieht in diesem Zusammenhang folgende verschiedene Vergabeverfahren vor:

- **offenes Verfahren:**

Das sind jene einzelstaatlichen Verfahren, bei denen alle interessierten Unternehmer ein Angebot abgeben können.

- **nicht offenes Verfahren:**

Das sind jene einzelstaatlichen Verfahren, bei denen nur die vom öffentlichen AG aufgeforderten Unternehmen ein Angebot abgeben können.

- **Verhandlungsverfahren:**

Das sind diejenigen einzelstaatlichen Verfahren, bei denen die öffentlichen AG ausgewählte Unternehmen ansprechen und mit einem oder mehreren dieser Unternehmen über die Auftragsbedingungen verhandeln. Für dieses Verfahren, welches die Ausnahme bilden soll, müssen bestimmte Voraussetzungen gegeben sein, die in Art. 7 Abs. 2f. aufgelistet sind.

Die Priorität besteht daher für das offene und nicht offene Verfahren. Jede diesbzgl. Ausschreibung muss im Amtsblatt der EG, Teil C veröffentlicht werden, wofür es eigens dafür vorgesehene Bekanntmachungsformulare gem. den Anhängen IV, V und VI im Konnex zu den gemeinsamen Bekanntmachungsvorschriften gem. Abschnitt III der gegenständlichen Richtlinie gibt, die es anzuwenden gilt.

Die öffentlichen AG haben hinsichtlich **Eignung der Unternehmer** diese auf deren **Zuverlässigkeit**, auf deren **Befugnis** bzw. auf deren **wirtschaftliche, finanzielle und technische Leistungsfähigkeit** zu prüfen. Danach kann erst der Zuschlag erteilt werden, wobei entweder das Kriterium des **niedrigsten Preises** oder - wenn der Zuschlag auf das **wirtschaftlich günstigste Angebot** erfolgt - verschiedene auf den jeweiligen Auftrag bezogene Kriterien, wie z.B. Preis, Ausführungsfrist, Betriebskosten, Rentabilität oder technischer Wert, herangezogen werden, die sogen. **Zuschlagskriterien**. Diese hat der AG möglichst in der Reihenfolge der ihnen zuerkannten Bedeutung in den Verdingungsunterlagen oder in der Bekanntmachung anzugeben und müssen von den Eignungskriterien getrennt werden.

2.4.2 Nationales Recht

Neben dem BVergG i.d.F. BGBl I 99/2002, das in Österreich die vergaberechtlich relevanten EU-Richtlinien umsetzt und daher die Vergabe von öffentlichen Aufträgen gesetzlich regelt, ist dem B-VG diesbzgl. Bedeutung beizumessen, zumal es für das BVergG 2002 einerseits die verfassungsrechtlichen Kompetenzgrundlagen beinhaltet als auch andererseits die Maßstäbe für die Haushaltsführung des Bundes vorgibt¹⁰².

¹⁰⁰ vgl. Platzer u. Öhlinger (1998), EU-konforme Ausschreibungen, Seite 31

¹⁰¹ vgl. RL 93/37/EWG Art. 6, Abs. 1 und Abs. 2

¹⁰² vgl. Platzer u. Öhlinger (1998), EU-konforme Ausschreibungen, Seite 34f.

2.4.2.1 Bundesverfassungsgesetz

Zur Thematik der gegenständlichen Arbeit gilt lediglich anzumerken, dass das B-VG wesentliche Bestimmungen zum Haushaltsrecht enthält, die sich in Ableitung daraus für Grundsätze der Vergabe - **Sparsamkeit, Wirtschaftlichkeit und Zweckmäßigkeit** - aller öffentlichen Aufträge (unabhängig von der Größe und der Art der zu vergebenden Leistung) eignen und die es des weiteren einzuhalten gilt.

2.4.2.2 Bundesvergabegesetz

Das BVergG i.d.F. BGBl I 99/2002 regelt die Vergabe von öffentlichen Aufträgen¹⁰³, i. S. der Thematik insbesondere öffentlicher Bauaufträge¹⁰⁴. Das Ziel eines Vergabeverfahrens ist der Abschluss eines diesbzgl. privatrechtlichen Vertrages zwischen dem öffentlichen AG und dem privaten Unternehmer. Bis zum Entstehen dieses privatrechtlichen Vertrages durch die schriftliche Verständigung des Bieters anhand einer Annahmeerklärung unterliegt das Vergabeverfahren öffentlich-rechtlichen Modalitäten, die mit der Zuschlagserteilung ihr Ende finden.

In Anbetracht des gegenständlichen Themas der Arbeit werden ausschließlich auszugsweise die Grundsätzen des Vergabeverfahrens sowie die besonderen Bestimmungen zur Ausschreibung erörtert, hinsichtlich des allgem. Geltungsbereiches des BVergG 2002, der beinhaltenden Arten, Wahl, Bekanntmachung und Angebotsfristen im Vergabeverfahren, sowie der besonderen Bestimmungen zur Angebotserstellung und eines abschließenden Zuschlagsverfahrens muss auf entsprechende Literatur¹⁰⁵ verwiesen werden. Weiters wird auch thematisch hinsichtlich des Rechtsschutzes sowie der Landesvergaberechtsschutzgesetze, deren es weiterhin neun gibt, abgegrenzt.

2.4.2.2.1 Grundsätze des Vergabeverfahrens

Neben den für das Vergaberecht abgeleiteten Grundsätzen, die sich aus dem B-VG (siehe Pkt. 2.4.2.1) ergeben, werden im BVergG 2002 in §21 Abs. 1 die **wesentlichen Vergabegrundsätze** genannt, die sowohl im Ober- als auch im Unterschwellenbereich für den klassischen Bereich als auch für den Sektorenbereich sowie auch für die Konzessionsaufträge gelten:

*„Aufträge über Leistungen sind nach einem in diesem Bundesgesetz vorgesehenen Verfahren, unter Beachtung der gemeinschaftsrechtlichen Grundfreiheiten sowie des Diskriminierungsverbotes entsprechend den Grundsätzen des **freien und lauterer Wettbewerbes** und der **Gleichbehandlung aller Bewerber und Bieter, an befugte, leistungsfähige und zuverlässige Unternehmer zu angemessenen Preisen** zu vergeben.“¹⁰⁶*

- **Anmerkungen zum Wettbewerb:**

Unter Zugrundelegung des Pkt. 2.2.1 ist noch einmal resümierend festzuhalten, dass durch das Wettbewerbsprinzip die Vergabestellen ihre faktische Macht nicht ausspielen, wettbewerbsfremde Motive die Entscheidungen nicht bestimmen dürfen, dass neutral auszuschreiben ist und dass unfaires oder sonstiges wettbewerbsverzerrendes Verhalten der Bieter zu unterbinden ist.

¹⁰³ vgl. Göllles u. Leißer (2003), Praxisleitfaden BVergG 2002, Seite 19ff.

¹⁰⁴ siehe BVergG 2002 §3 Abs. 1 - 3: Bauaufträge sind entgeltliche Aufträge, deren Vertragsgegenstand die Ausführung oder gleichzeitige Planung und Ausführung von Bauvorhaben, die Ausführung eines Bauwerks oder die Erbringung einer Bauleistung durch Dritte ist.

¹⁰⁵ ausführlich u.a. in Göllles u. Leißer (2003), Praxisleitfaden BVergG 2002; vgl. z.B. König u. Reichel-Holzer (2002), Bundesvergabegesetz 2002 sowie Schwartz (2003), Bundesvergabegesetz;

¹⁰⁶ siehe BVergG 2002 §21 Abs. 1; vgl. ÖN A 2050 (01.03.2000), Pkt. 4.1.1, Seite 7

Der **freie Wettbewerb** ist daher der nicht behinderte, d.h. z.B. keinen Beschränkungen unterliegende Wettbewerb, der sich auf das Verhältnis zwischen AG und Bieter bezieht. Das kann Zugangsbeschränkungen welcher Art auch immer betreffen (z.B. durch übertrieben gestaltete konstruktive LB).

Der **lautere Wettbewerb** betrifft das Verhältnis zwischen Bietern untereinander. Unlauter Wettbewerb ist v.a. dann gegeben, wenn ein Unternehmer durch Bestechung, Preisabsprachen mit bestimmten Mitkonkurrenten oder durch Ausnützen seiner marktbeherrschenden Stellung einen ungerechtfertigten Wettbewerbsvorteil zu erlangen versucht. Die unmittelbare Folge für Angebote der davon betroffenen Bieter wäre ein sofortiges Ausscheiden.

Der **faire Wettbewerb**¹⁰⁷ betrifft ebenfalls das Verhältnis zwischen AG und Bietern, richtet sich v.a. jedoch an den AG, der sich in einer stärkeren Marktposition befindet. So dürfen Unternehmer, die an der Erarbeitung der Unterlagen für das Vergabeverfahren unmittelbar oder mittelbar beteiligt waren, an dem Vergabeverfahren über die Leistung selbst nicht teilnehmen. Dies würde diesen Unternehmern einen Informationsvorsprung beschern, der sämtliche anderen Mitbieter diskriminiert.

Konkretisierungen dieses Grundsatzes finden sich im BVergG 2002 z.B. unter §66 Abs. 3 (Gestaltung der Ausschreibungsunterlagen), §74 Abs. 1 und 3 (eindeutige, vollständige und neutrale LB ohne Wettbewerbsvorteile) sowie tlw. §98 (Ausscheiden von Angeboten)¹⁰⁸.

- **Anmerkungen zur Angemessenheit der Preise:**

Die Adressaten dieses bedeutenden Vergabegrundsatzes sind die öffentlichen AG, die bei den in die engere Wahl kommenden Bietern deren Angebote auf Angemessenheit der Preise zu prüfen haben¹⁰⁹. So bergen unangemessen niedrige Angebotspreise zwei Gefahren, die die Intention der wirtschaftlichen und sparsamen Beschaffung für öffentliche AG in Frage stellen. Erstens die Insolvenzgefahr von Unternehmen, weil sie den Preis wirtschaftlich nicht verkraften, und zweitens die sich daraus ergebende Verschlechterung des Preisniveaus (aus Sichtweise der AG) am Baumarkt, welche ruinösen Wettbewerb - und in weiterer Folge eine Verringerung der Anzahl der Anbieter am Markt - mit sich bringen kann. Dagegen bewirken unangemessen hohe Angebotspreise, dass der Beschaffungsvorgang den aus dem Haushaltsrecht abgeleiteten Grundsätzen einer Sparsamkeit und einer Wirtschaftlichkeit unmittelbar entgegenläuft.

Daraus ergibt sich, dass ein Preis jedenfalls angemessen ist, wenn er sich innerhalb einer, die spekulative Preisgestaltung ausschließenden Bandbreite bewegt, die OBERNDORFER¹¹⁰ folgendermaßen definiert:

Die untere Grenze ist durch die Deckung der variablen und der fixen, sofort ausgabenwirksamen Herstellkosten, also der ausgabenwirksamen primären Kosten inkl. Bauzinsen und des auftragsbezogenen Wagnisses, gegeben und lässt sich ableiten aus dem Postulat, dass die zur Erbringung einer Bauleistung erforderliche finanzielle Teilliquidität des Unternehmens nicht verschlechtert werden soll (vgl. Abbildung 2-3). Die obere Grenze ist durch die Vollkostenrechnung mit Ansatz für die Zentralregie, das Wagnis und einen bürgerlichen Gewinn gegeben. Ausdrücklich ist jedoch anzumerken, dass in Sonderfällen ein an-

¹⁰⁷ siehe BVergG 2002 §21 Abs. 3

¹⁰⁸ siehe u.a.. Göllles u. Leißer (2003), Praxisleitfaden BVergG 2002, Seite 25

¹⁰⁹ vgl. Oberndorfer u. Schwarz (2001) in ZVB Nr. 5, Seite 148ff.

¹¹⁰ ausführlich in Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 88ff.

gemessener Preis auch jenseits der Bandbreite der Kostendeckung liegen kann und dass der bürgerliche Gewinn keine Obergrenze für die Angemessenheit eines Preises ist.

Eine Konkretisierung des Grundsatzes der Vergabe zu angemessenen Preisen bieten die Rechtsfolgen bei unangemessenen Preisen, wie z.B. die Ausscheidung wegen nicht plausibler Zusammensetzung (z.B. spekulative Preisgestaltung) des Preises¹¹¹.

2.4.2.2 Ausschreibung

In den Passagen der besonderen Bestimmungen zur Ausschreibung gem. BVergG 2002 macht die Beschreibung der Leistung, insbesondere deren Qualität, einen wesentlichen Bestandteil aus.

Durch die Ausschreibung soll der öffentliche AG vergleichbare Angebote für das betr. Projekt erhalten, denn nur so ist es möglich, durch einen Preisvergleich das preisgünstigste Angebot zu erkennen. Weiters soll die Ausschreibung die Bieter über den Inhalt des späteren Leistungsvertrages möglichst eingehend informieren; d.h. dass die Ausschreibung so präzise gestaltet sein muss, dass sie unmittelbar Inhalt des Leistungsvertrages werden kann und nur mehr durch jene Vertragsbestandteile ergänzt werden muss, die im Angebot enthalten sind. Auch Berichtigungen der Ausschreibungen¹¹² und - erforderlichenfalls - der Bekanntmachung sind während der Angebotsfrist möglich. Sie sind jedoch unbedingt allen Bietern nachweislich zu übermitteln. Dadurch sollen Kosten bzw. allfällige Schadenersatzansprüche der Bieter vermieden werden.

Unter der Einhaltung der allgem. Grundsätze des Vergaberechts gilt für die Ausschreibung - im Zusammenhang der gegenständlichen Thematik - insbesondere nachstehend angeführter **Grundsatz**¹¹³ gem. BVergG 2002 §66 Abs. 3 (vgl. ÖN A 2050, Pkt. 5.1.2):

- o Grundsätzlich sind die Ausschreibungsunterlagen derart auszuarbeiten, dass die **Vergleichbarkeit der Angebote** sichergestellt ist und die **Preise ohne umfangreiche Vorarbeiten** und **ohne Übernahme nicht kalkulierbarer Risiken** von den Bietern ermittelt werden können.

So hat auch die **Beschreibung der Leistung**¹¹⁴ **eindeutig, vollständig** und **neutral** zu erfolgen, und sie muss technische Spezifikationen¹¹⁵ enthalten, die für alle Bieter gleichermaßen zugänglich sind. Sie ist daher so konzipiert, dass alle Bieter die beschriebene Leistung auch gleichermaßen verstehen können. Die Leistung darf nicht so umschrieben werden, dass bestimmte Bieter von vornherein Wettbewerbsvorteile genießen. Dadurch werden die Grundsätze der Gleichbehandlung und des Wettbewerbs verwirklicht.

Ggf. ist die LB durch Pläne, Zeichnungen, Modelle, Proben, Muster, etc. zu ergänzen.

Alle Umstände, die für die Ausführung der Leistung und damit für die Erstellung der Angebote von Bedeutung sind wie z.B. örtliche oder zeitliche Umstände bzw. besondere Anforderungen hinsichtlich der Art und Weise der Leistungserbringung, sind anzuführen. **Die Leistung muss für die Bieter kalkulierbar sein, was voraussetzt, dass die Planung vor der Ausschreibung**

¹¹¹ siehe BVergG 2002 §98 Z 3 bzw. in Reckerzügl (2000), Dissertation, Seite 173f.

¹¹² siehe BVergG 2002 §78 Abs. 1 u. Abs. 2

¹¹³ siehe BVergG 2002 §66 Abs. 1 - 8

¹¹⁴ siehe BVergG 2002 §74 Abs. 1

¹¹⁵ siehe BVergG 2002 §20 (Z 30): Technische Spezifikationen sind sämtliche technische Anforderungen an eine Bauleistung, ein Material, ein Erzeugnis, eine Lieferung oder eine Dienstleistung, mit deren Hilfe die Bauleistung, das Material, das Erzeugnis, die Lieferung oder die Dienstleistung so bezeichnet werden können, dass sie ihren durch den AG festgelegten Verwendungszweck erfüllen.

soweit abgeschlossen sein muss, dass Inhalt und Umfang der Leistung genau beurteilt werden können. Dies unterbindet andererseits auch eine dadurch nicht mehr notwendig gewordene Kontaktaufnahme zu Bietern, was zur Folge hat, dass Informationsvorsprünge einzelner - somit auch wettbewerbsverzerrende Elemente - hinten gehalten werden¹¹⁶.

In der Baubranche, speziell im Untertagebau, sind die Leistungen, über die Verträge geschlossen werden, in der Regel sehr umfangreich. BVergG 2002 §76 Abs. 1 sieht bei derartigen Leistungen eine Aufgliederung in LV vor. Existieren geeignete Leitlinien, wie z.B. Normen oder standardisierte LB, so sind eigene Ausarbeitungen auf ein Mindestmaß zu beschränken. Auch dadurch soll die Vergleichbarkeit der Angebote gewährleistet werden.

In den Ausschreibungsunterlagen sind die als erforderlich erachteten Nachweise aufzunehmen¹¹⁷. Das betrifft die Nachweise über die Befugnis zur Leistungserbringung, über die Zuverlässigkeit sowie über die finanzielle, technische und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit.

Weiters ist anzugeben, ob der Zuschlag dem technisch und wirtschaftlich günstigsten Angebot (**Bestbieterprinzip**¹¹⁸) oder - sofern der Qualitätsstandard der Leistung in der Bekanntmachung oder in den Ausschreibungsunterlagen klar und eindeutig definiert ist, sodass qualitativ gleichwertige Angebote sichergestellt sind - dem Angebot mit dem niedrigsten Preis (**Billigstbieterprinzip**¹¹⁹) erteilt werden soll. Sollte sich der AG für ersteres Prinzip entscheiden, so hat er alle Zuschlagskriterien¹²⁰, deren Verwendung er vorsieht, im Verhältnis der ihnen zuerkannten Bedeutung anzugeben.

2.5 Zivilrechtliche Grundlagen

In diesem Kapitel sind die zivilrechtlichen Grundlagen für Bauverträge im Untertagebau zu erläutern. Diese Grundlagen beziehen sich auf das Vertragsrecht, das beim Bauwerkvertrag, insbesondere in Österreich durch die ÖN B 2110¹²¹ (01.03.2002) geprägt wird, wobei subsidiär das ABGB seine Wirkung entfaltet.

2.5.1 ABGB - der Bauvertrag als Werkvertrag

Der Vertrag lässt ein Schuldverhältnis auf Basis eines Rechtsgeschäftes entstehen, wobei weitgehende Vertragsfreiheit, die sich durch die entsprechenden Grundsätze der Abschluss- oder Eingehungsfreiheit, Formfreiheit, Gestaltungs- oder Inhaltsfreiheit sowie auch durch die Endigungsfreiheit ausdrückt, vorherrscht¹²². Die Parteien können nach Belieben Vereinbarungen treffen, jedoch sind im Zuge des zwingenden Rechts gewisse Vertragsschranken (z.B. §879 ABGB) einzuhalten.

¹¹⁶ vgl. Aicher (1981) in ÖGEBAU, Forschungsbericht (Schlussbericht), Seite 31

¹¹⁷ siehe BVergG 2002 §67 Abs. 2

¹¹⁸ Anm. vom Verfasser: BVergG 2002 §69 folgend, sind Alternativangebote nur bei Vergaben, die dem Bestbieterprinzip folgen, zulässig. Technische Alternativangebote dürfen nur aus wichtigen Gründen nicht zugelassen werden. Wirtschaftliche und rechtliche Alternativangebote bedingen einen unverhältnismäßig hohen Prüfaufwand, weswegen sie folglich ohne nähere Begründung ausgeschlossen werden können.

¹¹⁹ vgl. ÖN A 2050 (01.03.2000): Diese Norm kennt rein das Bestbieterprinzip.

¹²⁰ Anm. des Verfassers: Die Festlegung dieser Kriterien ist im freien Ermessen des AG vorzunehmen, jedoch müssen sie geeignet sein, diese Festlegung nach objektiven Gesichtspunkten nachvollziehbar darstellen lassen zu können; d.h. sie dürfen keine willkürlichen Auswahlelemente beinhalten.

¹²¹ vgl. hierzu z.B. in Deutschland DIN 18312 (12.2002), Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art oder in der Schweiz SN SIA 118 (14.11.1991), Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten

¹²² ausführlich in Hager (1996), Dissertation, Seite 11ff.

In einer Reihe von Fällen bietet das ABGB jedoch besondere Regelungen für bestimmte, speziell gängige Vertragstypen, weil dies der Erleichterung des rechtsgeschäftlichen Verkehrs dient. So sind im 18. bis 29. Hauptstück des ABGB sämtliche Vertragstypen - z.B.

- **Veräußerungs-** (Kauf-, Tausch- und Schenkungsvertrag),
- **Gebrauchsüberlassungs-** (Miet-, Pacht-, Leih- und Darlehensvertrag),
- **Dienstleistungs-** (Arbeits-, freier Dienst-, Verwahrungs-, **Werkvertrag** und Auftrag)
- **Gesellschafts-**,
- **Sicherungs-** (Bürgschafts- und Pfandbestellungsvertrag) und
- **Glücksverträge** (Wette, Spiel, Leibrenten- und Versicherungsvertrag)

- geregelt, wobei im Weiteren besonders auf die Dienstleistungsverträge der Fokus zu richten ist.

Der **Bauvertrag** stellt einen typischen **Werkvertrag**¹²³ dar und ist somit unter die Dienstleistungsverträge einzuordnen. Die §1151 bis §1174 gem. ABGB regeln den Dienst- und Werkvertrag, deren unterschiedliche Regelungsbedürfnisse ihren Grund in der Rechtsbeziehung des „abhängigen“, „unselbständigen“ und „fremdbestimmten“ Dienstnehmers zum Dienstgeber einerseits, und des „unabhängigen“, „selbständigen“ und „selbstbestimmenden“ Unternehmers zum Werkbesteller andererseits finden. **Letztgenannter arbeitet in eigener Verantwortung mit eigenen Betriebsmitteln und eigenen Gehilfen, steht für einen bestimmten, vertraglich zugesagten Erfolg, der in der mangelfreien und rechtzeitigen Herstellung des Werkes besteht, und ist weisungsfrei sowie bestimmt Arbeitszeit und -ort selbst.**

Die **Hauptleistungspflicht des Unternehmers**¹²⁴ besteht beim Bauvertrag in der **Erbringung einer Bauleistung** oder in der **Errichtung eines Bauwerkes**. Der Begriff *Werk* selbst betrifft nicht nur die Herstellung, Be- oder Umarbeitung, Wiederherstellung oder Verbesserung einer körperlichen Sache (Bauwerk), sondern auch die Schaffung ideeller, unkörperlicher, demnach auch geistiger Werke.

Die **Hauptleistungspflicht des Werkbestellers** besteht beim Bauvertrag in der **Vergütung des Bauwerks** (Werklohn). Auch die Entgeltlichkeit ist nach herrschender Meinung ein grundsätzliches Element des Werkvertrages.

Zur Abgrenzung des Werkvertrages zum Kaufvertrag ist festzuhalten, dass es gem. §1166 ABGB darauf ankommt, wer den Stoff zum Gelingen des Werkes liefert. Für den Bauvertrag ist dies irrelevant. Auch wenn der Werkunternehmer den Stoff beistellt, handelt es sich immer um einen Werkvertrag, weil darauf abgestellt wird, dass beim Werkvertrag die Berücksichtigung der besonderen Bedürfnisse, individuellen Umstände und Wünsche des Werkbestellers wesentlich sind. Die folgende Übersicht¹²⁵ stellt zusammenfassend die **Rechte und Pflichten** der Vertragsparteien beim Werkvertrag überblicksmäßig dar:

aus der **Unternehmersphäre:**

- persönliche Ausführung nach den anerkannten Regeln der Technik oder zulässige Weitergabe (§1165 ABGB)

aus der **Bestellersphäre:**

- Stoffbeistellung; Pflicht zur Mitwirkung und Aufklärung (§1166 und §1168 Abs. 2 ABGB)

¹²³ vgl. Straube u. Aicher (2003), Handbuch Bauvertrags- und Bauhaftungsrecht, Seite 2:9

¹²⁴ siehe Hager (1996), Dissertation, Seite 15f.

¹²⁵ in Anlehnung an Hager (1996), Dissertation, Seite 17

- | | |
|---|--|
| • Fürsorgepflicht gegenüber dem Besteller, sonstigen Baubeteiligten und Dritter (§1169 i.V.m. §1157, §1295 ABGB) | • Fürsorgepflicht gegenüber dem Unternehmer, sonstigen Baubeteiligten und Dritten (§1169 i.V.m. §1157, §1295 ABGB) |
| • souveränes Agieren im eigenen Bereich | • Koordinierung |
| • Prüf- und Warnpflicht (§1168a ABGB) | • Entwurfsänderung |
| • Ablieferung des Werkes bzw. Eigentumsübertragung (§426 ff. und §1165 ff. ABGB) | • Abnahmeobliegenheit oder -pflicht (§1412 ff. bzw. §918 ff. ABGB) |
| • Rechnungslegung (§1165 ff. ABGB) | • Zahlung des Entgelts (§1152 und §1170 ABGB) |
| • Behebung von Leistungsstörungen (insbesondere Gewährleistung und Schadenersatz) (§1167 i.V.m. §922 ff.; §1295 ff. ABGB) | • Überwachung |
| • sphärenbezogene Verantwortungsbe-
reiche (§1168, §1168a ABGB) | • sphärenbezogene Verantwortungsbe-
reiche (§1168, §1168a ABGB) |

2.5.2 ÖNormen-Werkvertrag

Die Rechtsgrundlage des Normungswesens in Österreich bildet B-VG Art. 10 (Z 5) sowie das Normengesetz 1971 i.d.F. BGBl 136/2001 bzw. die Geschäftsordnung des österreichischen Normungsinstituts, dessen Aufgabe die Erstellung der von Wirtschaft und Verwaltung benötigten technischen Regeln gem. international anerkannten Prinzipien ist. ÖNormen sind für sich nicht verbindlich; können aber durch Gesetz, Verordnung, Bescheid, Weisung oder aber auch durch Vertrag für rechtsverbindlich erklärt werden.

Nach ihrer rechtlichen Qualität - aufgrund der Art ihres Zustandekommens - gelten Vertrags-ÖNormen als qualifiziert anzusehende und konsensualisiert gestaltete, allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB)¹²⁶. Sie stellen Vertragsschablonen dar, die das dispositive Gesetz unter der Voraussetzung der Vereinbarung ihrer Geltung, die sowohl ausdrücklich als auch stillschweigend - konkludent - vorgenommen werden kann, abändern.

Zu den bedeutsamsten Bauvertrags-ÖNormen - für diese liegt eine vom österreichischen Normungsinstitut eigens geschaffene Normengruppe B (Bauwesen) vor - zählen die bereits erwähnte Werkvertragsnorm ÖN B 2110 (01.03.2002) sowie ihre Fortsetzungsserie ÖN B 21xx als auch die ÖNormen der Serie B 22xx - im Bezug zum gegenständlichen Thema wird v.a. die ÖN B 2203-1¹²⁷ (01.12.2001) von besonderem Interesse sein - und der Serie H 22xx.

In Österreich werden **erfolgsbezogene Bauverträge** - so gen. **ÖNormen-Werkvertrag** - praktisch ausschließlich unter Zugrundelegung der ÖN B 2110 geschlossen; dadurch kommen im besonders starken Ausmaß AGB zum Einsatz, die ihrerseits immer wieder auf einschlägige ÖNormen Bezug nehmen und somit vertraglich vereinbart werden. Die **Philosophie**, die hinter einem ÖNormen-Werkvertrag insbesondere im Untertagebau steckt, soll an dieser Stelle nicht vorenthalten werden; sie beschreibt implizit die Risikolage und besagt nach OBERNDORFER¹²⁸:

¹²⁶ vgl. Aicher (2002) in VIBÖ, ÖN B 2110 in der Judikatur, Seite 6f.; vgl. Hager (1996), Dissertation, Seite 23ff.

¹²⁷ ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Untertagebauarbeiten - Werkvertragsnorm (Teil 1: zyklischer Vortrieb)

¹²⁸ siehe Oberndorfer - Teil 1(2003), Claim Management, Seite 48

Bei dem relativ geringen Informationsstand des Unternehmers über den Baugrund und die Planung (wie sie vom Bauherrn bzw. dessen Erfüllungsgehilfen beigestellt werden) zum Zeitpunkt der Vergabe und angesichts der fast unausweichlichen Leistungsänderungen ist ein Vertrag mit konstruktiver LB und Einheitspreisen (Einheitspreisvertrag) der fairste Vertrag.

Bekanntermaßen sind die zu erbringenden, vertraglich vereinbarten Leistungen v.a. im Untertagebau mit vielen Risiken verbunden. Ändern sich demzufolge die vertraglich bedungenen Leistungen, greifen nach den Grundsätzen des österreichischen Rechts gewisse Gefahrtragungsregeln in den einschlägigen ÖNormen, die von der aus dem ABGB entwickelten Sphärentheorie¹²⁹ geprägt sind. Dieser Theorie liegt der Ansatz zugrunde, dass jegliche Ursache für eine Leistungsänderung entweder dem Bauherrn oder dem Unternehmer zugewiesen werden kann.

Daraus lässt sich folgende Risikenverteilung¹³⁰ (implizit wie explizit) ableiten (Die hervorgehobenen Begriffe besitzen besondere Relevanz bzgl. der gegenständlichen Thematik):

Sphäre des Bauherrn:

- fehlerhafte Planung, unklare LB
- untaugliche Beistellungen (z.B. Baugrund, Vorleistungen anderer Unternehmer, etc.)
- fehlende, öffentlich-rechtliche Genehmigungen
- **Leistungsänderungen**, u.a. Mengenänderungen (inkl. Bodenrisiko)
- zu verantwortende Behinderung aus der Sphäre des Bauherrn (z.B. nicht rechtzeitige Beistellungen, Anordnungen, Entscheidungen, etc.)
- unabwendbare Ereignisse (u.a. außergewöhnliche Witterung)

Sphäre des Unternehmers:

- nicht entdeckte Planungsfehler
- Nichterkennen offensichtlicher Mängel in den Beistellungen
- fehlende Genehmigungen für eigene Leistungen
- Kalkulationsirrtum (z.B. bei den Gesteungskosten, Produktionsmittel, etc.)
- bauzeitlicher Verzug (z.B. infolge unrichtiger Kalkulationsannahmen, seiner Subunternehmer und Lieferanten, etc.)

Die ÖNORM B 2110 enthält daher ein in sich geschlossenes Vertragsmodell, das die Rechte und Pflichten der Bauvertragsparteien vom Vertragsabschluss bis hin zur vollständigen beiderseitigen Erfüllung unter Einschluss von Gewährleistung und Schadenersatz regelt. Dies verfolgt den Zweck¹³¹, das Werkvertragsrecht des ABGB (§1165 ff. ABGB), das ja nicht auf den Bauvertrag zugeschnitten ist, im Rahmen des dispositiven Rechts auf die bauspezifische Risikolage hin zu optimieren¹³². Trotzdem handelt es sich nur um vorgegebene Rahmenbedingungen, da zahlreiche Einzelfragen im Bauvertrag von den Vertragspartnern selbst festgelegt werden müssen.

Im Anschluss wir noch kurz auf eine speziell - wie bereits in der o.a. tabellarischen Gegenüberstellung visualisiert - ausgewählte Vertragsbestimmung der ÖN B 2110 Bezug genommen, die Relevanz für das gegenständlich zu behandelnde Thema besitzt:

¹²⁹ vgl. Oberndorfer - Teil 1(2003), Claim Management, Seite 69ff.; ausführlich in Koziol u. Welsch - Band 2 (2000), Bürgerliches Recht, Seite 249: Unter Sphärentheorie wird im Werkvertragsrecht die Verteilung von Risiken bzw. Gefahren im Sinne von Ereignissen verstanden, die den jeweiligen Wirkungskreisen bzw. Machtbereichen der Vertragsparteien zuzuordnen sind.

¹³⁰ Anm. des Verfassers: die hiesige Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; vgl. z.B. Oberndorfer - Teil 1(2003), aaO., Seite 70 sowie Kropik (2001) in ÖGEBAU-Journal Heft 2, Seite 155

¹³¹ vgl. Straube u. Aicher (2003), Handbuch Bauvertrags- und Bauhaftungsrecht, Seite 2:18

¹³² vgl. Oberndorfer - Teil 1(2003), aaO., Seite 47

• **Leistungsänderungen** (vgl. ÖN B 2110, Pkt. 5.24):

Die Grundlage des Leistungsänderungsrechts stellt das Gleichgewicht zwischen vertraglich zugesagter Leistungserbringung und vertraglich angemessen vereinbartem Entgelt als maßgebendes Prinzip des Rechtsgeschäftes dar (Äquivalenztheorie), das es anzustreben gilt. Ausgehend von einer Änderung der Leistung müssen im Bezug auf das vertraglich vereinbarte Entgelt ebenfalls Anpassungen einhergehen, um dem im vorigen Satz Geschriebenen gerecht zu werden. Wie die Änderungen auf Seite des Entgelts vorzunehmen sind, behandelt u.a. ausführlich der Pkt 5.24 der ÖN B 2110.

Hier ist im Gegensatz zum ABGB für einen Werkbesteller ein weitreichendes Leistungsänderungsrecht verankert. Die Leistungsänderungen, sofern sie i.S. von zusätzlichen Leistungen zur Ausführung der Leistung auch notwendig bzw. i.S. von beliebigen Formen der Leistungsänderung dem Werkunternehmer auch zumutbar sind, können diesem Pkt. folgend in nachstehend angeführter Typologie auftreten bzw. eingeteilt werden. Die herrschende Lehre¹³³ hat sich mit dieser Thematik bereits im vollen Umfang ausreichend beschäftigt, sodass auf die Begriffsdefinitionen und auf die zugehörigen Erläuterungen, etc. nicht gesondert eingegangen werden braucht.

- **Änderung der Art der Leistung** (gem. ÖN B 2110, Pkt. 5.24.3)
- **Änderung der Umstände der Leistungserbringung** (gem. ÖN B 2110, Pkt. 5.24.3)
- **Änderung des Umfanges der Leistung** (gem. ÖN B 2110, Pkt. 5.24.1)
- **zusätzliche Leistungen** (gem. ÖN B 2110, Pkt. 5.24.1)
- **bloße Mengenänderungen** (gem. ÖN B 2110, Pkt. 5.24.6)

2.5.3 Vertragstypen beim Bauvertrag

2.5.3.1 Einteilung hinsichtlich der Übernahme des Kostenrisikos durch den Werkunternehmer

Eine grundsätzliche Unterteilung von Vertragstypen stellt auf das Kostenrisiko ab, das bei den Leistungsverträgen je nach vertraglichen Festlegungen unterschiedlich dem Werkunternehmer überbürdet wird, bei den Selbstkostenerstattungsverträgen jedoch kaum bis überhaupt nicht. Tabelle 2-2 stellt die verschiedenen Bauvertragstypen dar, die mit Ausnahme des Letztgenannten aus den österreichischen Verdingungsnormen anhand der Unterscheidungen in den Preisar-ten bzw. aus dem BVergG hervorgehen.

	Vertragstypen:	Bezugsquelle(n):
Leistungs- verträge:	Einheitspreisvertrag	BVergG §61 (Z 2); ÖN B 2110, Pkt. 5.28.5.1
	Richtpreisvertrag	BVergG §60
	Mengengarantievertrag	ÖN B 2110, Pkt. 5.24.7
	Pauschalpreisvertrag	BVergG §61 (Z 3); ÖN B 2110, Pkt. 5.28.5.2
Selbstkosten- erstattungsver- träge:	Regiepreisvertrag	BVergG §61 (Z 4); ÖN B 2110, Pkt. 5.28.5.3
	echter Selbstkostenerstattungsvertrag	VOB/A §5 Abs. 3

Tabelle 2-2: Bauvertragstypen

¹³³ siehe z.B. Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch sowie Karasek (2003), ÖNorm B 2110; Kropik (2002), Der Bauvertrag; Kropik u. Krammer (1999), Mehrkostenforderungen; Gölles u. Link (2002), Kommentar zu den ÖNormen B 2110 und B 2117; Oberndorfer - Teil 1(2003), Claim Management; Straube u. Aicher (2003), Handbuch Bauvertrags- und Bauhaftungsrecht

Im Anschluss wird die Charakteristik des Einheitspreisvertrages als Leistungsvertrag sowie im Gegensatz dazu die Charakteristik des Regiepreisvertrages als Selbstkostenerstattungsvertrag näher umrissen. In Bezug auf die anderen Vertragstypen wird auf diesbzgl. Literatur¹³⁴ verwiesen.

2.5.3.1.1 Einheitspreisvertrag (Leistungsvertrag)

Ein **Einheitspreis** ist ein Preis für die Einheit einer Leistung, die in Stück-, Zeit-, Masse- oder anderen Maßeinheiten erfassbar ist und für die im LV eine Position vorgesehen ist¹³⁵. Zu Einheitspreisen ist auszuschreiben, anzubieten und zuzuschlagen, wenn sich eine **Leistung nach Art und Güte genau, nach Umfang zumindest annähernd** bestimmen lässt¹³⁶. Vertraglich vereinbart werden nur die jeweiligen Einheitspreise, die tatsächliche **Vergütung** ergibt sich folgendermaßen:

tatsächliche Abrechnungsmengen x vertraglicher Einheitspreise lt. LV

Demgemäß wird beim Einheitspreisvertrag, der als Standardvertrag im Bauwesen gilt, zunächst ein nach detaillierten und aufmessbaren Positionen aufgegliedertes LV zur Beschreibung des geschuldeten Werkes mit den voraussichtlichen jeweils benötigten Positionen und Mengen erstellt (**konstruktive LB**), und hierauf vereinbart, dass die Endabrechnung zufolge der nachgewiesenen Mengen erfolgt. Der Werkunternehmer trägt dadurch das so gen. **Einzelkostenrisiko**¹³⁷, das ist der Verzehr von Kosten für die eigentliche Produktion einer Einzelleistung und für die in seiner Sphäre auftretenden Risiken gem. Sphärentheorie (siehe Pkt. 2.5.2), vorausgesetzt die Leistung wird so wie vertraglich vereinbart erbracht¹³⁸.

Zum Einzelkostenrisiko zählt u.a., dass - im gewissen Rahmen (z.B. 20%-Klausel gem. ÖN B 2110¹³⁹) - die kalkulierten Kosten nicht linear mit der geleisteten Menge anfallen, was v.a. bei Umlagen von Gemein- auf Einzelkosten zutrifft.

Bei diesem äußerst **erfolgsbezogenen Vertragstyp** kann daher der Werklohn erst nach Fertigstellung der Leistung ermittelt werden, da erst zu diesem Zeitpunkt die tatsächlichen Mengen (Vordersätze der Positionen) feststehen, die dem jeweilig im Vertrag zu Grunde gelegten Vordersatz nicht entsprechen müssen, weil der prognostizierte Umfang der Leistung nur annähernd bestimmbar gewesen ist. Der Einheitspreis selbst ist daher grundsätzlich fixiert, die im Vertrag ausgewiesene Auftragssumme ist aus den eben aufgezeigten Gründen nicht fixiert¹⁴⁰. Jedoch wird es bei diesem Vertragstyp v.a. im Untertagebau erforderlich, besondere Entgeltanpassungsmechanismen für prognostizierbare Leistungsänderungen vorzusehen.

Mögliche Vor- bzw. Nachteile¹⁴¹ eines Einheitspreisvertrages ergeben sich dadurch wie folgt:

¹³⁴ ausführlich in z.B. Kapellmann u. Schiffers (2000), Einheitspreisvertrag; Kapellmann u. Schiffers (2000), Pauschalvertrag einschl. Schlüsselfertigbau, usw.

¹³⁵ siehe Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 59

¹³⁶ vgl. BVergG 2002 §61 (Z 2)

¹³⁷ Anm. des Verfassers: z.B. bei Untertagebauarbeiten bei falscher Einschätzung des Rückprallfaktors hinsichtlich eines Spritzbeton-Mehrverbrauchs muss der Werkunternehmer dafür einstehen.

¹³⁸ vgl. Oberndorfer - Teil 1(2003), Claim Management, Seite 76

¹³⁹ ausführlich in ÖN B 2110 (01.03.2002), Pkt. 5.24.6, Seite 14, abgeändert in ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.1.2, Seite 24: Im Untertagebau kommt eine 100%/50%-Klausel bei bloßer Mengenänderung zur Anwendung, da gewöhnlich keine Umlagen von Gemein- auf Einzelkosten erfolgen (eigene Position für Gemeinkosten vorgesehen).

¹⁴⁰ ausführlich in Kapellmann u. Schiffers (2000), Einheitspreisvertrag, Seite 32ff.

¹⁴¹ vgl. Wenusch (1998) in ECOLEX, Heft 2, Seite 112

Vorteile:

- die Planung hat zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses noch nicht bis ins letzte Detail abgeschlossen zu sein
- dem Werkbesteller werden detaillierte Positionspreisvergleiche ermöglicht
- der Unternehmer bekommt weitgehend die tatsächlich erbrachte Leistung vergütet
- Leistungsänderungen lassen sich infolge der positionsweisen Preisauflgliederung vergütungsmäßig unproblematischer bewerten

Nachteile:

- der Werkbesteller kennt zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses nur den auf Basis abgeschätzter Mengen ermittelten voraussichtlichen Gesamtpreis
- die Massenermittlung als Voraussetzung der Vergütung ist aufwendig

2.5.3.1.2 Regiepreisvertrag (Selbstkostenerstattungsvertrag)

Ein **Regiepreis** ist ein Preis inkl. Gesamtzuschlag für eine Leistungseinheit in ebenso erfassbaren Maßeinheiten, wie z.B. eine Leistungsstunde für Lohn bzw. Gerät oder Materialverrechnungseinheiten für Material, Betriebsstoffe, etc., für die im LV ebenfalls eine Position vorgesehen ist. Zu Regiepreisen ist nur dann auszuschreiben, anzubieten und zuzuschlagen, wenn **Art, Güte und Umfang der Leistung oder die Umstände**, unter denen sie zu erbringen ist, **nicht so genau** erfasst werden können¹⁴², sodass eine Vergabe nach Einheits- oder Pauschalpreis nicht möglich ist und eine **Vergütung** nur nach dem **tatsächlich angefallenen Stunden- oder Materialaufwand** erfolgen kann.

Bei diesem Vertragstyp werden im Unterschied zum erfolgsbezogenen Einheitspreisvertrag zwar ebenso im Voraus Preise für die aufmessbare Einheit einer Leistung vereinbart, jedoch werden dem Werkunternehmer die nachgewiesenen - zumeist identisch mit den tatsächlich angefallenen - Produktionskosten (Personal-, Material-, Geräte-, Fremdleistungskosten, etc.) i.S. der Herstellkosten (siehe Pkt. 2.3.1.1) zuzüglich eines Gesamtzuschlags in Prozent für die erbrachten Leistungen vergütet¹⁴³. Wesentlich hierbei ist, dass der Werkunternehmer alle ihm für die Ausführung der Bauleistung entstehenden Aufwände aufzeichnet und diese dem AG nachweist, d.h. der Preis für die Bauleistung wird umso höher, je größer der unternehmerische Verzehr an Leistungseinheiten ist. Demzufolge wird die Erfolgsbezogenheit - unternehmerische Motivation für ein strikt leistungsorientiertes und wirtschaftliches Tätigsein - des Unternehmers, v.a. hinsichtlich der Bauzeit, in einem hohen Maße auf den AG überwält.

Ein Regiepreisvertrag ist nur für Bauleistungen sinnvoll, deren Selbstkosten - eigentlich präziser - deren Herstellkosten nicht kalkulierbar sind, für die sich der Aufwand der Erstellung eines LV für das Angebot und der folglich Vergütung nicht auszahlt, oder die einem hohen Improvisationsanspruch des Bauherrn gerecht werden müssen. Bei diesem Vertragstyp ist es auch entbehrlich, besondere Entgeltanpassungsmechanismen für prognostizierbare Leistungsänderungen vorzusehen.

¹⁴² vgl. BVergG 2002 §61 (Z 4)

¹⁴³ vgl. Oberndorfer - Teil 1(2003), Claim Management, Seite 76 sowie Hager (1996), Dissertation, Seite 69f.

2.5.3.2 Einteilung hinsichtlich der Möglichkeit einer nachträglichen Änderung von Preisen bei wertmäßigen Änderungen der Kostengrundlagen

2.5.3.2.1 Festpreisvertrag

... für die gegenständliche Thematik der Dissertation von untergeordneter Bedeutung, siehe z.B. OBERNDORFER (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 106ff.

2.5.3.2.2 Vertrag mit veränderlichen Preisen

... für die gegenständliche Thematik der Dissertation von untergeordneter Bedeutung, siehe z.B. OBERNDORFER (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 106ff.

Aus dieser Vielzahl von Möglichkeiten hat sich im deutschsprachigen Raum im Untertagebau - aufgrund der Tatsache, dass erst im Zuge der Ausführung eine einwandfreie Mengenermittlung gewährleistet wird - der **klassische, erfolgsbezogene Bauwerkvertrag**, i.S. eines **Einheitspreisvertrages mit veränderlichen Preisen (auf Basis einer konstruktiven LB)** durchgesetzt, der zumeist im Zuge eines offenen Verfahrens oder eines nicht offenen Verfahrens mit vorheriger Bekanntmachung ausgeschrieben wurde.

Der diesbzgl. Philosophie OBERNDORFERS in punkto eines ÖNormen-Werkvertrags (siehe Pkt. 2.5.2) in der gegenständlichen Arbeit folgend, lässt sich der Zweck des betr., weiter abgegrenzten Einheitspreisvertrages im Untertagebau - salopp formuliert - etwa folgendermaßen ableiten: Der Werkbesteller soll nicht mehr oder weniger bezahlen als er tatsächlich erhält - der Unternehmer soll nicht mehr und nicht weniger erhalten als er tatsächlich leistet (→ **faire, leistungsgerechte Vergütung**).

2.5.4 Dynamische Leistungsbeschreibung als Kern des Bauvertrages

Während eine flexible Tunnelbaumethode eine Fülle von Möglichkeiten bietet, den Vortrieb im Bezug auf den Ausbruch und den Bedarf an Stützmaßnahmen auf die auftretenden vielfältigen Verhaltensformen des Gebirges anzupassen, wird diese Flexibilität im Zuge einer angemessenen Ermittlung eines leistungsabhängigen Errichtungsentgelts bzw. im Zuge der auf den Ergebnissen der geotechnischen Klassifikation (Gebirgs- und Vortriebsklassifikation) aufbauenden Kalkulation der Herstellkosten dieser Leistungen meist zu einem Problem. Wird zusätzlich noch die Forderung der Objektivität und Nachvollziehbarkeit der Kalkulation und einer folglich daraus ableitbaren fairen, leistungsgerechten Vergütung bei allfällig auftretenden Leistungsänderungen gestellt, so wird das Problem zusätzlich verschärft.

Es ist daher ein abstraktes Bindeglied zu definieren, das den zuvor erarbeiteten vergabe- und zivilrechtlichen Grundlagen (siehe Pkt. 2.4 bzw. 2.5) genügt und das gleichzeitig mit der auf die auftretende Wechselhaftigkeit des Baugrunds reagierenden flexiblen Tunnelbaumethode (siehe Pkt. 2.1.2) möglichst uneingeschränkt umgehen kann. Der Lösungsansatz für dieses Problem lässt sich in Form eines **dynamischen Modells** - nach SCHOTTKE¹⁴⁴ anhand einer dynamischen LB, m.E. jedoch besser anhand eines **zweckorientierten geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. eines formulierten, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells** - für den Untertagebau, welches nachstehend aufgelistete Zielsetzungen erfüllt, ausdrücken:

¹⁴⁴ siehe Schottke (1993) in Tunnel 3, Seite 167ff.

- Die **Beschreibung der Leistung** hat auf Basis eines geotechnischen Klassifizierungssystems **eindeutig, vollständig und neutral** zu sein, sodass das **Kriterium der Kalkulierbarkeit**¹⁴⁵ (Festlegung der betriebswirtschaftlichen Folgen) für den Bieter gewährleistet ist und sodann aus dieser Kalkulation Abweichungen von der vertraglichen Leistung objektiv und nachvollziehbar feststellbar werden.
- Der Vertrag soll sich bei gleichzeitiger **Aufrechterhaltung der Äquivalenz zwischen Leistung und Vergütung** dynamisch aufgrund der im Vergütungsmodell beinhaltend formulierten (Bauzeit- und) **Entgeltanpassungsmechanismen** an die veränderten Verhältnisse anpassen (bei der Anpassung der Vergütung an die veränderliche Leistung handelt es sich um ein kybernetisches System, einen so gen. Regelkreis), um die Gefahr zu vermeiden, dass die Vergütung über Inanspruchnahme von Claims außer Kontrolle gerät.
- Der Vertrag muss ohne jede Einschränkung **erfolgsbezogen** bleiben und eine **faire Risikoverteilung** zwischen den Vertragsparteien i.S. der Sphärentheorie garantieren.

Um eine klar definierte Leistung i.S. des Kriteriums der Kalkulierbarkeit für den Bieter zu erhalten, ist die technische Flexibilität der Tunnelbaumethode in Anpassung auf die Wechselhaftigkeit des Baugrunds in einer geotechnischen Klassifikation zu kategorisieren und in so gen. (Ausbruchs-,) Vortriebs- oder Sicherungsklassen¹⁴⁶ für die Ausschreibung bzw. infolge für die Grundlage der Vergabe eindeutig, vollständig und neutral festzuschreiben. Damit muss die geotechnische Klassifikation u.a. auch die Basis für eine Einschätzung der zu prognostizierenden VT-Leistung in der jeweiligen Klasse und damit verbunden für die Vortriebszeit anhand der prognostizierten Klassenverteilung für das Hohlraumbauwerk bilden.

Im Untertagebau, insbesondere beim zyklisch konventionellen Vortrieb, ergibt sich die Schwierigkeit, dass die vom AN zu erbringenden Leistungen direkt vom Baugrund als Baustoff abhängig sind, der Baugrund aber niemals endgültig mit allen Auswirkungen auf die Leistungserbringung vor dem Auffahren des Hohlraums beschrieben werden kann und sich daraus ausführungsbegleitend Änderungen hinsichtlich der erwarteten Leistungsinhalte ergeben müssen. D.h., die zu meist im Bauwerkvertrag vereinbarten, einer zugrunde liegenden zweckorientierten geotechnischen Klassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell beinhaltenden (Bauzeit- und) **Entgeltanpassungsmechanismen** kommen erst dann zur Anwendung, wenn die prognostizierbare erwarteten Leistungen tatsächlich vor Ort notwendig werden, jedoch ihr Eintreffen zum Zeitpunkt der Prognose ungewiss gewesen ist. SCHOTTKE¹⁴⁷ folgend, handelt es sich im juristischen Sinn um die **Vertragsabrede einer aufschiebenden Bedingung**, quasi um eine Option darauf, dass bei Erfordernis der Leistung eine Höhe der Vergütung bereits feststeht. Die Leistung selbst ist aber bei Vertragsabschluss noch nicht vereinbart, sondern nur die Bindung, im Falle des Eintreffens, die Leistung zu einer bestimmten Vergütung auszuführen. **Der Nutzen dieser (Bauzeit- und) Entgeltanpassungsmechanismen liegt sowohl für den AG als auch AN v.a. in der baubegleitenden Feststellbarkeit der veränderten Termin- und Kostensituation aufgrund eingetretener Leis-**

¹⁴⁵ Anm. des Verfassers: Das Kriterium der Kalkulierbarkeit ist vom Grundsatz her dann erfüllt, wenn der Bieter bereits im Zuge der Erstellung des Angebots die Bau- und Betriebsweise eindeutig, d.h. in weiterer Folge das Vortriebsverfahren sowie den zugehörigen Geräte- und Personalbedarf festlegen kann. Dieses Kriterium gilt es im Zuge dieser Arbeit auf die Kalkulation der Herstellkosten anzuwenden.

¹⁴⁶ vgl. Schottke (1993) in Tunnel 3, Seite 167: Die (Ausbruchs-,) Vortriebs- bzw. Sicherungsklasse ist die gängige Bezeichnung für die dem Vertrag zugrunde liegende Klassifikation des Baugrundes und beinhaltet damit gegenüber dem Projektentwurf, der primär auf die technische Lösung ausgerichtet ist, ebenfalls abrechnungstechnische, betriebswirtschaftliche und rechtliche Aspekte.

¹⁴⁷ ausführliche in Schottke (1993) in Tunnel 3, Seite 170

tungsänderungen aus der Notwendigkeit der voranzusetzenden, erfolgsbezogenen terminlichen und wirtschaftlichen Planung und Festlegung eines Untertagebauprojekts, welche wiederum überhaupt erst durch die politische Realisierbarkeit öffentlicher Baumaßnahmen ermöglicht wird.

Inwieweit solche formulierten (Bauzeit- und) Entgeltanpassungsmechanismen (dynamische Vergütungsregulative) eine faire leistungsgerechte Vergütung erbrachter VT-Leistungen umsetzen, ist in den folgenden geotechnischen Klassifizierungssystemen, speziell in den Normenklassifizierungen (siehe Pkt. 5), zu untersuchen. Etwaige Beachtung sollte in selbigem Zusammenhang auch noch dem Eintreten eines geologisch bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren Mehrausbruchs sowie dem Auftreten allfälliger Erschwernisse wie z.B. Bergwasser, stark druckhaftes bzw. quellendes Gebirge, Gaseinschlüsse, etc. gewidmet werden.

3 GEOTECHNISCHE KLASSIFIKATION

Anders als bei herkömmlichen Konstruktionen des Hoch- und Tiefbaues bekommt es der Untertagebau mit einem Baugrund als Baustoff zu tun, der nicht frei ausgewählt werden kann, sondern der von Natur aus mit sehr wechselhaften Eigenschaften vorgegeben ist - im konkreten Fall das Gebirge (siehe Abbildung 3-1). Das Gebirge kann sowohl aus Locker- als auch Festgesteinen, zumeist aus beidem im Wechsel, aufgebaut sein.

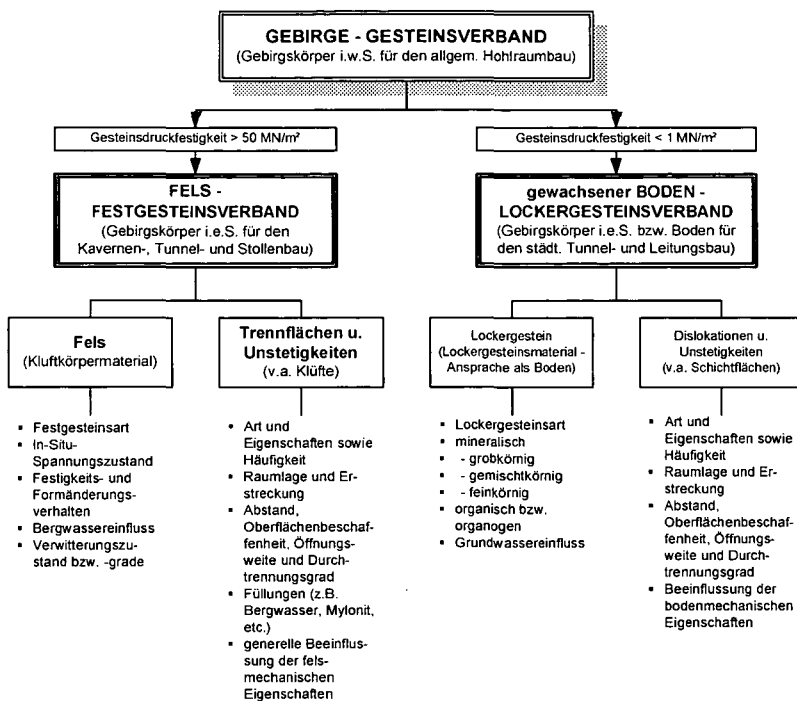


Abbildung 3-1: Zusammensetzung des Gesteinsverbandes (z.B. Abgrenzung anhand der Gesteinsdruckfestigkeit)

Aus baugelogischer Sicht hat sich daher eine Erfassung von Gesteinsverbänden zu Homogenbereichen¹⁴⁸ - Bereich entlang des Hohraumbauwerks, in welchem Beschaffenheit und Verhalten des Gebirges innerhalb festgelegter Grenzwerte liegen; die Grenzwerte und der entsprechende Bereich werden aufgrund der Beurteilung des Gebirges festgelegt¹⁴⁹ - etabliert, die eine ganze Reihe von Idealisierungen unvermeidlich mit einzuschließen haben. Dies resultiert daraus, dass ohne vorangehende Idealisierungen v.a. die

Menge an geologischen Daten jeden Überblick rauben würde und eine monetäre Bewertung der ein Vortriebsverfahren kennzeichnenden Bau- und Betriebsweise folglich mit vernünftigen wirtschaftlichen Aufwand nicht machbar wäre. Sobald geotechnische Systeme zur Beschreibung des Wechselspiels zwischen Gebirge, der Baukonstruktion des Hohraumbauwerks und der Baume-thode entworfen und verwendet werden müssen, ist abermals die Notwendigkeit von neuerlich zutreffenden Idealisierungen gegeben.

¹⁴⁸ ausführlich in Prinz (1997), Abriss der Ingenieurgeologie, Seite 86ff.: Ziel der Beschreibung des Gebirges ist die idealisierte Einstufung von Gesteinsverbänden mit ähnlichen Kombinationen in Art und Größe der maßgebenden Schlüsselparameter; siehe u.a. auch eine Angabe von möglichen Kriterien für die Abgrenzung und Gültigkeit geologischer Homogenbereiche (Zusammenstellung aus Literaturrecherchen)

vgl. ÖGG-Richtlinie (2001), Pkt. 2. Seite 5: Synonym Gebirgsart – Locker- und Festgesteinsverband mit gleichartigen Eigenschaften; vgl. SN SIA-Empfehlung 199 (01.11.1998), Pkt. 1.1, Seite 5

¹⁴⁹ vgl. Müller - Band 1 (1980), Theoretischer Teil – Felsbau über Tage; Seite 22ff.; ausführlich in Wittke (1984), Felsmechanik, Seite 121f.: Als baugelogisch angesprochener Homogenbereich wird ein Abschnitt des Gebirges bezeichnet, der in allen Teilen möglichst gleichartig aufgebaut ist und daher in jedem Punkt annähernd die gleichen physikalischen Eigenschaften besitzt. Da aber in der Natur die Gesteine, angefangen vom mikroskopischen Bereich des Korngefüges bis hin zum Trennflächengefüge des makroskopischen Bereiches, so gut wie nie wirklich homogen sind, muss in diesem Falle von einer statistischen Homogenität oder von einer sogen. Quasi-Homogenität gesprochen werden.

Die Abgrenzung ist vom Untersuchungszweck abhängig und ist ggf. für verschiedene Eigenschaften unterschiedlich vorzunehmen und auf diese strikt zu beziehen.

Der Bewältigung dieser Aufgabe dient schlussendlich ein **geotechnisches Klassifizierungssystem**, welches aus einer jeweils **eigenständigen Gebirgs- bzw. Vortriebsklassifizierung**¹⁵⁰ (eindeutige Begriffszuordnung anhand möglicher Zweckbestimmung und Unterscheidungsmerkmale siehe Pkt. 3.2) mit einer **systematischen, nachvollziehbaren sowie praxisorientierten Einteilung in Klassen** besteht, um u.a. auch eine gerechte Verteilung der Risiken zwischen Werkbesteller und Werkunternehmer im Bezug zur gesetzlich geregelten Sphärentheorie (siehe Pkt. 2.5.2) zu ermöglichen.

3.1 Anforderungen

Unbestreitbar kommt der geotechnischen Klassifikation eine zentrale Aufgabe in den chronologischen Phasenabläufen der Projektabwicklung von Hohlraumbauwerken zu. Die grundsätzliche Zielsetzung¹⁵¹ besteht darin, das Gebirge entlang einer geplanten Achse sowohl nach seinen zu erwartenden gebirgsbedingten Eigenschaften und Merkmalen, als auch unter Berücksichtigung der konstruktions- und verfahrenstechnischen Parameter nach seinem geotechnischen Verhalten für den Ausbruch und die dabei für die Gewährleistung des Systemgleichgewichts erforderlichen Stützmaßnahmen zu klassifizieren, sowie weiters eine objektive, eindeutige und nachvollziehbare Basis für die Ermittlung eines angemessenen, leistungsabhängigen Errichtungsentgelts und infolge eine dynamisch, auf die tatsächlichen Verhältnisse anpassbare, faire und leistungsgerechte Vergütung der Vortriebsarbeiten zu schaffen.

Die Handhabung¹⁵² solcher geotechnischen Klassifizierungssysteme soll den Anwender in die Lage versetzen, ein Gebirge aufgrund von zur Verfügung gestellten baugelologischen und geomechanischen Daten, Parametern und Kennwerten aus den notwendigen Vorarbeiten beurteilen und unter Festlegung der konstruktions- und verfahrenstechnischen Parameter in definierte (Ausbruchs-,) Vortriebs- oder Sicherungsklassen mit allen notwendigen Angaben für die Ermittlung eines angemessenen Entgelts und für die Gewährleistung einer einwandfreien Bauausführung zuordnen zu können. Noch dazu ist eine rasche, mit einem sich in Grenzen haltenden wirtschaftlichen Arbeitsaufwand für beide Parteien versehene Nutzung wünschenswert. Die getroffene Klasseneinteilung muss von verschiedenen Anwendern reproduzierbar sein.

Ein geotechnisches Klassifizierungssystem muss daher bestimmten Anforderungen gerecht werden, um objektive, brauchbare und v.a. reproduzierbare Ergebnisse liefern zu können. Aufbau und Struktur müssen den Wünschen der Praxis nach einem einfachen aber dennoch aussagekräftigen Hilfsmittel in sämtlichen Phasen der Projektabwicklung eines Hohlraumbauwerks genügen.

Nachstehend sind die grundsätzlichen Anforderungen¹⁵³ an geotechnische Klassifizierungssysteme wiedergegeben:

¹⁵⁰ Anm. des Verfassers: Vorweg ist festzuhalten, dass die Gebirgsklassifizierung ausschließlich geotechnisch orientiert ist, eine mögliche Basis für die Vortriebsklassifizierung bietet, die daher ausschließlich vergütungstechnisch orientiert zu sein hat.

¹⁵¹ vgl. z.B. Maidl et al (1997), Tunnelbau im Sprengvortrieb, Seite 275ff.

¹⁵² vgl. Daller et al (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 443

¹⁵³ übersetzt aus <http://www.britannica.com> (03.05.2004); vgl. Steibl (2002), Diplomarbeit, Seite 4

- **Ausdrucksnormung:**
Die Festlegungen der Begriffe oder besser der Ausdrücke einer Klassifikation sollen möglichst auf Grundlage von wissenschaftlich anerkannten Regelwerken der Technik erfolgen.
- **Ausdrucksbedeutung:**
Die Wahl der charakteristischen Eigenschaften, Merkmale und Kriterien sowie die daraus folgende Definition von Klassen soll so geartet sein, dass sie einander in ihrer Bedeutung eindeutig ausschließen.
- **Ausdrucksoptimierung:**
Die Wahl der charakteristischen Eigenschaften, Merkmale und Kriterien sowie die daraus folgende Definition von Klassen soll so geschehen, dass mit einer möglichst geringen Anzahl an Ausdrücken eine dem Zweck entsprechend optimale Aussagefähigkeit und -kraft erzielt wird.
- **Aussagebeständigkeit:**
Die Wahl der charakteristischen Eigenschaften, Merkmale und Kriterien sowie die daraus folgende Definition von Klassen soll so erfolgen, dass die Beurteilung der Begriffe (unter dem Begriff wird der zu klassifizierende Gegenstand verstanden) auch bei geringfügig abweichender technischer Zielsetzung gleich bleibt.
- **Einfachheit der Mittel:**
Die Wahl der charakteristischen Eigenschaften, Merkmale und Kriterien sowie die daraus folgende Definition der Klassen soll so geschehen, dass die Bestimmung mit möglichst einfachen Mitteln und einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand erfolgen kann.
- **Vielartigkeit der Mittel:**
Die Wahl der charakteristischen Eigenschaften, Merkmale und Kriterien sowie die daraus folgende Definition der Klassen soll so erfolgen, dass diese mit möglichst vielen, dem Stand der Technik vertretbaren Methoden und Praktiken festgestellt werden können.

3.2 Sachdefinitionen

Geotechnische Gebirgs- bzw. Vortriebsklassifizierung¹⁵⁴, d.h. die notwendige Unterteilung des Gebirges entlang der aufzufahrenden Achse des Hohlraumbauwerks nach bestimmten Kriterien, werden grundlegend anhand der Ergebnisse baugelogeischer und geomechanischer Untersuchungen und Beurteilungen erstellt. Sie sind zumeist für eine gewisse Tunnelbaumethode und damit verbundener Vortriebsart maßgefertigt und dienen vor Baubeginn der Wahl des geeigneten Vortriebsverfahrens (u.a. auch der Bau- und Betriebsweise), der prognostizierbaren Festlegungen der Ausbruchsart und der Stützmaßnahmen¹⁵⁵ sowie der Ermittlung für ein angemessenes Errichtungsentgelt. Während der Bauausführung erfolgt i.S. einer flexiblen Tunnelbaumethode (siehe Pkt. 2.1.2) für die Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit und Tragfähigkeit des Hohl-

¹⁵⁴ siehe Maidl – Band 2 (1995), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 43

¹⁵⁵ siehe z.B. Lauffer (1994) in Felsbau Nr. 5, Seite 310: Unter dem **Begriff der Stützung werden die Wirkungen aller Stützmaßnahmen auf den Hohlraumrand in radialer Richtung im Sinne einer Bereitstellung eines Ausbauwiderstandes subsumiert;** im Gegensatz zum **Begriff der Sicherung** eines Hohlräumes sind alle Maßnahmen und Teilwirkungen zu **zuordnen, die dazu beitragen, die Geometrie des Ausbruchrandes zu erhalten.**

raumbauwerks ein ständiges Vergleichen des angetroffenen mit dem prognostizierten geotechnischen Gebirgsverhalten und ggf. - in einvernehmlicher Absprache zwischen Werkbesteller und Werkunternehmer - eine Änderung der Zuordnung in der Klassifikation, die sodann als Basis einer fairen und leistungsgerechten Vergütung der schlagend gewordenen VT-Leistungen zu dienen hat.

Die wirtschaftliche Bedeutung einer korrekten, leistungsangepassten Zuordnung in der Klassifikation ist offensichtlich, wenn man an den progressiv steigenden Verzehr von Produktionsmitteln des Werkunternehmers in den schlechten Klassen bzw. an die stark abfallenden VT-Leistungen denkt¹⁵⁶.

Eine geotechnische Klassifikation müsste sich daher aus folgenden Aspekten definieren:

a) **baugeologische und geomechanische Sichtweise:**

Die Zuordnung von gleichartigen Homogenbereichen (Gebirgsarten) mit festgelegten Merkmalen und eindeutig definierten Kriterien in Zusammenhang ohne oder mit einem zeitlich bedingten Verformungsverhalten des Gebirges in die Gebirgsgüte bzw. das Gebirgsverhalten beschreibende Klassen, die für eine bestimmte Art von Bauvorhaben, im Fall des Untertagebaues zumeist auch auf eine bestimmte Baumethode und damit verbundener Vortriebsart ausgerichtet sind.

Bei den Klassifizierungsmerkmalen und -kriterien handelt es sich einerseits um nur rein qualitativ beschreibbare Parameter und andererseits um quantitativ bestimmbare fels- bzw. bodenmechanische Kenngrößen.

b) **bautechnische Sichtweise:**

Die Zuordnung von gleichen, die Gebirgsgüte bzw. das Gebirgsverhalten beschreibenden Klassen mit den jeweilig darauf abgestimmten und erforderlichen bautechnischen Maßnahmen in neuerliche, unterteilt abhängige Klassen, denen v.a. das Systemverhalten des Gesamtsystems resultierend aus Gebirge und gewählten Baumaßnahmen zugrunde liegt.

Diese Klassen legen daher u.a. den jeweiligen Rahmen der möglichen Abschlags- bzw. Öffnungslängenbereiche¹⁵⁷, der klassenbezogenen Stützmittelmaßnahmen fest, den Zeitpunkt des spätest möglichen Ringschlusses usw., welche zur Bewältigung der durch das Gebirge vorgegebenen Situation unter Beachtung der Vortriebsart mit Auswirkungen auf die Wahl des durch die Bau- und Betriebsweise kennzeichnenden Vortriebsverfahrens erforderlich sind.

c) **bauwirtschaftliche Sichtweise:**

Die Festlegung und Anwendung eines - die aufgezeigten Grundlagen (siehe u.a. Pkt. 2) dieser Arbeit beachtenden - Schemas¹⁵⁸, in dem die leistungsbestimmenden Vortriebstätigkeiten des Ausbrechens und des Ausbaus anhand des prognostizierten geotechnischen Gebirgsverhaltens systematisch in (Ausbruchs-,) Vor-

¹⁵⁶ siehe z.B. in Angerer (1974) in Straßenforschung Heft 18, Seite 63: graphische Darstellung der klassenabhängigen VT-Leistungen;

siehe u.a. auch Maidl – Band 2 (1995), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 44: graphische Darstellung der Kostenrelation zwischen Vortriebsklasse und Ausbruchs-, Ausbau- und Vortriebskosten;

¹⁵⁷ ausführlich dazu in Wild (1984), Sprengtechnik, Seite 112ff.: In der Realität ist die Optimierung der Abschlagslänge eine sehr komplexe Aufgabe, da diese von sehr vielen Randbedingungen beeinflusst wird. Die Vielzahl der Einflussgrößen auf die Abschlagslänge lässt eine allgemeingültige Regel für die Bemessung dieser nicht zu. Die z.B. sprengtechnisch günstigste Abschlagslänge und die betrieblich zweckmäßigste Abschlagslänge müssen aufeinander abgestimmt werden; größere Abschlagslängen führen in der Regel zu betrieblichen, zeitmäßigen und kostenmäßigen Vorteilen.

¹⁵⁸ vgl. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.1, Seite 41

triebs- oder Sicherungsklassen zum Zweck der Ermittlung und Vergütung eines angemessenen Errichtungsentgelts eingestuft werden. In erster Linie stellt dieses Schema ein reines Vertragsinstrument zwischen dem AG und dem AN dar, auf dessen Basis die Prognose der Bauzeit und die den angemessenen Vertragspreis bildende Kalkulation des AN sowie schlussendlich eine faire und leistungsgerechte Vergütung der tatsächlich erbrachten VT-Leistungen vorgenommen werden können; m.a.W. der AG beabsichtigt einen klaren, eindeutigen und für beide Parteien gerecht werdendes Vergütungsmodell zu finden, das auch bei geringen geologischen Veränderungen in gewissen Bandbreiten deren baubetriebliche Bewältigung beinhaltet, ohne dass jeweils Claims notwendig werden.

Da die Fülle der beinhaltenden Kriterien dieser genannten Aspekte in einem Klassifizierungssystem aufgrund der daraus hervorgehenden Komplexität nur schwer abzudecken ist und noch dazu allen am Bau beteiligten Parteien gleichermaßen gerecht werden sollte, haben sich in der Praxis zwei von der Zweckansprache differente Methoden¹⁵⁹ entwickelt:

3.2.1 Planungs- bzw. Projektierungszweck – Machbarkeit, Trassenvergleich

Zur Beschreibung, Beurteilung und Interpretation des Gebirges im Zuge dieses Klassifizierungszwecks stehen die baugeologischen und geomechanischen sowie die bautechnischen Kriterien in erster Linie im Vordergrund, da bei den Studien für die Machbarkeit im Zuge der Überlegungen der Trassenvarianten, der folglich Trassenauswahl und -festlegung vorrangig die zu klassifizierenden Gebirgs(güte)klassen Aussagekraft über die zu prognostizierende, örtlich vorherrschende Gebirgsgüte bzw. das Gebirgsverhalten beinhalten müssen. Es ist hierbei auch zweckmäßig, möglichst rasch nach mehreren Systemen zu klassifizieren, um dadurch auftretende Interpretationsmissverständnisse und -ungenauigkeiten vermindern zu können.

Hinsichtlich der Aussagekraft eines solchen Klassifizierungssystems lässt sich aufgrund der einfließenden Parameter und Kenngrößen nachstehend Angeführtes verifizieren:

gebirgsbedingte (baugeologische u. geomechanische) Parameter:	zeitl. bedingtes Ver- formungsverhalten des Gebirges:	bautechnisch (kon- struktions- u. verfahr- enstechnisch) beding- te Parameter:	Aussagekraft des Klassifizierungssystems:
JA	NEIN	NEIN	(allgemeine) Gebirgsgüte
JA	JA	NEIN	(allgemeines) Gebirgsverhalten
JA	NEIN	JA	spezifische Gebirgsgüte (hinsichtlich der trassierten Hohraum- achse)
JA	JA	JA	spezifisches Gebirgsverhalten (hinsichtlich der trassierten Hohraum- achse)

Tabelle 3-1: Stadien der Aussagekraft für Klassifikationssysteme für den Planungs- bzw. Projektierungszweck

¹⁵⁹ vgl. John (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 412

Soll im Stadium der Vorprojekt- oder Vorentwurfsphase¹⁶⁰ das Klassifizierungssystem ebenfalls ein Instrument für eine darauf beruhende Ermittlung eines Kostenrahmens¹⁶¹ bzw. einer Kostenschätzung¹⁶² der Baukosten¹⁶³ nach z.B. Richtwert- oder Elementmethode und der Bauzeit darstellen, so müssen zu diesem Zweck auch Aussagen über folgende Sachverhalte formuliert werden:

- Einteilung in Gebirgs(güte)klassen nach den Gesichtspunkten des geotechnischen Gebirgsverhaltens (Berücksichtigung der Einflüsse zufolge der gewählten Tunnelbaumethode und damit verbundener Vortriebsart) und einer Angabe von bautechnischen Maßnahmen (Vordimensionierung der Stützmaßnahmen) zur Gewährleistung des Systemgleichgewichts; dabei soll kein zu enger Rahmen angelegt werden¹⁶⁴;
- Prognose über die Abfolge und die Verteilung der einzelnen Gebirgs(güte)klassen längs der Tunneltrasse mit einer Wahrscheinlichkeitsangabe der Sicherheit dieser Prognose;

3.2.2 Ausführungszweck - monetäre Erfassung der leistungsbestimmenden Vortriebstätigkeiten

Zur Beschreibung, Beurteilung und monetären Ermittlung (Kalkulation) der leistungsbestimmenden Tätigkeiten des Ausbrechens und des Ausbaus auf Basis des geotechnischen Gebirgsverhaltens im Zuge dieses Klassifikationszweckes stehen die bautechnischen und bauwirtschaftlichen Kriterien in erster Linie im Vordergrund. Daher besitzen diese, dem genannten Zweck zuzuordnenden geotechnischen Klassifizierungssysteme ihren Schwerpunkt speziell in einer zu dienenden Grundlage der leistungsabhängigen Ermittlung eines angemessenen Errichtungsentgelts (setzt u.a. auch die Option einer ausführungsbegleitenden, sich anpassenden Klassifikation inkl. dynamisch formuliertem Vergütungsmodell voraus), und dient¹⁶⁵ dadurch ...

- vor der Ausführung der projektspezifischen **Umsetzung der Planung in VKL**¹⁶⁶ zur Ermöglichung einer angemessenen, leistungsabhängigen Preisermittlung für den Vortrieb in unterschiedlichem Baugrund (setzt eine Prognose der Verteilung der VKL voraus) und zur **Regelung einer fairen Risikoverteilung** (AG übernimmt das Baugrundrisiko, AN übernimmt das Preisermittlungs-, Bauzeit- und allgem. Ausführungsrisiko);
- während der Ausführung der Regelung vor Ort zur **gebirgsgerechten Auswahl der Ausbrucharbeiten und des** - für diese Arbeit neu geprägten Begriffs des -

¹⁶⁰ ausführlich in BAIK - HOB-T (2001)

¹⁶¹ siehe ÖN B 1801 - Teil 1 (01.05.1995), Pkt. 2.3.1, Seite 2: Kostenermittlung in der Grundlagenermittlungsphase - der Kostenrahmen wird auf Basis des Raum- und Funktionsprogramms, des Qualitätsrahmens und des Terminrahmens erstellt.

¹⁶² ausführlich in ÖN B 1801 - Teil 1 (01.05.1995), Pkt. 2.3.2, Seite 2: Kostenermittlung in der Vorentwurfsphase - die Kostenschätzung wird auf Basis der Vorentwurfsplanung, der Anlagebeschreibung und des Grobterminplanes erstellt.

¹⁶³ ausführlich in ÖN B 1801 - Teil 1 (01.05.1995), Seite 9

¹⁶⁴ vgl. Trunk u. Hönisch (1990) in Felsbau Nr. 1, Seite 9

¹⁶⁵ vgl. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.2, Seite 41

¹⁶⁶ siehe DGEG (1993) in Taschenbuch für den Tunnelbau Jhg. 17, Seite 243: ITA Empfehlung 11 - Probleme der Gebirgsaufnahmen: Die ITA empfiehlt in Ihren Empfehlungen zu den vertraglichen Risikoteilungen, dass die Zahl der Gebirgs- bzw. Vortriebsklassen auf nicht mehr als fünf beschränkt bleiben sollte. Alle Klassen sollten mit oberen und unteren Grenzen angegeben werden, die sich nicht überlappen und diese sollten nur solche Stützmaßnahmen enthalten, die auf der Tunneltrasse vorkommen.

Sicherungsbedarfs¹⁶⁷ (Stützmaßnahmen¹⁶⁸ und Sicherheitsmaßnahmen¹⁶⁹); zur diesbzgl. Regelung dient als Instrument eine so gen. **Ausbaufestlegung**¹⁷⁰;

- o nach der Ausführung als projektspezifische, **neutrale Vergütungsgrundlage** der tatsächlich ausgeführten Ausbruchstätigkeiten und des eingebauten Sicherungsbedarfs sowie zur Vergleichbarkeit für nachfolgende Untertagebauprojekte;

Im Zuge dieser Klassifizierungssysteme ist daher strikt zu trennen zwischen der Klassifikation inkl. vorformulierten Vergütungsmodell der Ausbruchsarbeiten und der Stützmaßnahmen bei der Ausschreibung sowie einer entsprechenden Grundlage zur Findung eines angemessenen, leistungsabhängigen Errichtungsentgelts auf Basis der Prognose, der anschließenden Festlegung der Ausbruchsarbeiten und des Sicherungsbedarfes direkt vor Ort (Ausbaufestlegung) sowie der dann daraus resultierenden, unter Bezugnahme auf die vertragliche vereinbarte Klassifikation inkl. formulierten Vergütungsmodell ermöglichen, dynamisch auf die tatsächlichen Verhältnisse anpassbaren (fairen und leistungsgerechten) Vergütung, wobei Letztgenanntes im Pkt. 5 ff. dieser Arbeit im Speziellen auf die Begriffe fair und leistungsgerecht zu untersuchen ist.

Demzufolge ist zu resümieren, dass der in der Praxis gängige allgem. Begriff der geotechnischen Klassifikation (Gebirgs- bzw. Vortriebsklassifizierung) m.E. in erster Linie somit aus der Sachdefinition der unterschiedlich ableitbaren Zweckbestimmung weitergehend zu differenzieren ist. Mit dem Begriff der **Gebirgsklassifizierung sind zumeist reine Felsklassifizierungssysteme** mit vorwiegend baugelogeischem, geomechanischem und bautechnischem **Schwerpunkt der Baugrundcharakterisierung** im Sinne der o.a. Definitionen zu verstehen, mit dem Ziel einer maßgeschneiderten Anwendung für Machbarkeits- bzw. Trassenvergleichsstudien sowie ev. für die Vorprojektierung bzw. Vorentwurfsplanung mit einer Abschätzung der Baukosten. Mit dem Begriff der **Vortriebsklassifizierung sind hingegen durchwegs Normenklassifizierungssysteme** mit hpts. bautechnischem und bauwirtschaftlichem **Schwerpunkt der Leistungsvergütung** ebenfalls im Sinne der o.a. Definitionen zu verstehen, mit dem Ziel einer maßgeschneiderten, sich im

¹⁶⁷ Anm. des Verfassers: **Unter dem übergeordnet eingeführten Begriff des Sicherungsbedarfs eines Hohlraumes werden m.E. die erforderlichen Stützmaßnahmen und die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen verstanden.** Der ebenfalls in der Literatur gebräuchliche und oft in den Definitionen für Verwirrung sorgende Begriff der Sicherungsmaßnahmen kann m.E. zwecks Vermeidung einer Verwechslungsgefahr (buchstäbliche Silbenwiederholung) der übergeordnet eingeführten Begriffswahl des Sicherungsbedarfs in die Begriffe der Stütz- und der Sicherheitsmaßnahmen aufgehen, da der LAUFFER'schen Philosophie zum Begriff der Sicherung eines Hohlraumes folgend, alle Maßnahmen und Teilwirkungen zu zuordnen sind, die dazu beitragen, die Geometrie des Ausbruchrandes zu erhalten. Das sind jedoch **m.E. sowohl Maßnahmen und Teilwirkungen, die einerseits einen gewissen Ausbauwiderstand zur sichernden Erhaltung der Geometrie des Ausbruchrandes beistellen, also streng betrachtet so gen. Stützmaßnahmen, als auch andererseits bloß die Arbeitssicherheit der VT-Mannschaft(en) durch sichernde Erhaltung der Geometrie des Ausbruchrandes gewährleisten, also streng betrachtet Sicherheitsmaßnahmen.**

¹⁶⁸ vgl. Seltenhammer (1975) in Rock Mechanics Suppl. 4, Seite 111: Unter Stützmaßnahmen - beinhalten Stützmittel und Zusatzmaßnahmen - sind v.a. i.S. der Normenklassifikationen alle jene Vorkehrungen zu verstehen, die das Gleichgewicht im Sinne der Bereitstellung eines Ausbauwiderstandes gewährleisten. Solche Maßnahmen können temporärer oder permanenter Art sein; vgl. Lauffer (1994) in Felsbau Nr. 5, Seite 310;

vgl. hierzu alternativ Girmscheid (2000), Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Seite 42

¹⁶⁹ vgl. Seltenhammer (1975) in Rock Mechanics Suppl. 4, Seite 111: Unter Sicherheitsmaßnahmen sind v.a. i.S. der Normenklassifikationen (nur mehr) jene Vorkehrungen zu verstehen, die u.a. aufgrund von Sicherheitsvorschriften behördlicher Art durchzuführen sind.

vgl. hierzu alternativ Girmscheid (2000), Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Seite 42

¹⁷⁰ Anm. des Verfassers: Beim konventionellen Tunnelvortrieb ist es üblich, vor Ort unter Berücksichtigung der tatsächlich angetroffenen Verhältnisse in Form einer Ausbaufestlegung die konkreten bautechnischen Maßnahmen für die Bewältigung des Baugrundes festzulegen. An dieser Ausbaufestlegung sind der AG, der AN sowie zumeist beratend der vom AG beauftragte Geologe beteiligt. Das Ergebnis wird schriftlich festgehalten und von beiden Vertragsparteien unterfertigt. Demzufolge ist davon auszugehen, dass die Ausbaufestlegung als vertragliche Vereinbarung zu werten ist.

Zuge der Ausführung anpassenden Anwendung v.a. in Hinsicht einer fairen und leistungsgerechten Vergütung der tatsächlich erbrachten VT-Leistungen. Auf den Systemen der Vortriebsklassifizierung liegt der Fokus dieser Arbeit.

3.3 Weitere Einteilung und Unterscheidung

In einer Vielzahl von Klassifizierungssystemen wurde bisher versucht, allgemeingültige und einheitliche Kriterien festzulegen, die möglichst überall anwendbar und allen Projektbeteiligten gleichermaßen gerecht werden sollten. Vorweggenommen kann gesagt werden, dass man sich hierbei oft zu viel vorgenommen hat, wenn die Kriterien der Geologie, Boden- und Felsmechanik, der verschiedenen Baumethoden mit ihren variierenden Bau- und Betriebsweisen sowie einer breiten Palette an Stützmaßnahmen allgemeingültig für alle vorkommenden Gebirgsverhältnisse in eine universelle Klassifikation einfließen sollen¹⁷¹. Diese Angaben sollen in weiterer Fortsetzung einerseits als Kalkulationsgrundlagen für die Ermittlung eines angemessenen Errichtungsentgelts und damit verbunden alsdann in die Vergütungsmodalität einfließen und andererseits für den Baubetrieb auf der Bst. wirtschaftlich handhabbar sein.

Nicht so sehr das Erkennen sämtlicher Kriterien, Parameter und Einflüsse ist schwierig, sondern die Schwierigkeit liegt eher im Abwägen derselben sowie in der großen Anzahl von Veränderlichen. Angesichts der Vielfalt, besonders bei den geologischen Gegebenheiten, kapitulieren die einen und beschränken sich auf eine gefühlsmäßige, beschreibende Bewertung der einfließenden Parameter und Kenngrößen oder sogar auf eine pauschale Erfassung des geotechnischen Gebirgsverhaltens, während die anderen nicht müde werden, deren Erfassung auf Grundlage der Numerik vorzubereiten.

Zur Entwicklung der zweckorientierten geotechnischen Gebirgs- bzw. Vortriebsklassifizierung liegt umfangreiche Literatur¹⁷² vor, sodass im Anschluss nur kurz auf die unterschiedliche Methodik eingegangen wird, d.h. die existierenden Klassifizierungssysteme können u.a. auch von ihrem Aufbau in **quantitative bzw. semi-quantitative** und **qualitative bzw. deskriptive Systeme** unterschieden werden.

Die Tabelle 3-2 zeigt eine Übersicht der geotechnischen Klassifizierungssysteme für den Untertagebau, in der linken Spalte die quantitativen bzw. semi-quantitativen Systeme, in der rechten Spalte die qualitativen, deskriptiven Systeme. Es werden in chronologischer Reihung nach dem Erscheinungsjahr die Autoren und die (Kurz-)Bezeichnung des Systems angeführt:

¹⁷¹ vgl. Bieniawski (1995), unveröffentl. Gutachten für E.T.J.V. SELI-Jäger: Proper Use and Limitations of Rock Mass Classification in Tunnelling with spezial references to the RMR System and the Evinos Tunnel

¹⁷² ausführlich in Bieniawski (1989), Engineering Rock Mass Classifications, Seite 29ff., vgl. Maidl – Band 2 (1995), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 40 ff., Girmscheid (2000), Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Seite 35 ff. sowie z.B. Trunk u. Hönisch (1990) in Felsbau Nr. 1, Seite 9ff.

quantitative bzw. semi-quantitative Systeme:		qualitative bzw. deskriptive Systeme:	
		Terzaghi, K. - rock load ¹⁷³	1946
		Lauffer, H. - Standzeit und Stützweite ¹⁷⁴	1958
Deere et al - RQD ¹⁷⁵	1967		
Wickham et al - RSR	1972		
Bieniawski, Z.T. - RMR	1972 - 1973	Seeber, G. - Adapt. Lauffer-Klassifikation ¹⁷⁶	1973
Barton, N. et al - Q-System	1974	Pacher, F., Rabcewicz, L.v., Golser, G. -	1974
Franklin, J.A. - strength size	1975	NÖT (NATM) ¹⁷⁷ ;	
Berger, W. - Verbauklassifikation	1976	(Entwicklungsbeginn der ÖN B 2203)	
John, K.W., Baudendistel, M. - TPC ¹⁷⁸	1981		
Rocha, M. - vierparametrisches System	1987		

Tabelle 3-2: Unterscheidung nach quantitativen bzw. semi-quantitativen und qualitativen Systemen

- **quantitatives bzw. semi-quantitatives System**

Maßgebende charakteristische, die Gebirgsgüte oder das Gebirgsverhalten beschreibende Parameter werden numerisch - quantitativ - mit Bewertungszahlen nach bestimmten (projektunabhängigen) Bewertungsvorschriften beurteilt (quantitative Verfahrensmethodik); zuzüglich einer tlw. beschreibenden Beurteilung der Gebirgsverhältnisse wird dann - genau genommen - von einer semi-quantitativen Verfahrensmethodik gesprochen.

- **qualitatives bzw. deskriptives System**

Basieren auf einer großteils deskriptiven Einteilung des Baustoffes Gebirge und dessen zu erwartende Verhaltensweise (Berücksichtigung des zeitlich bedingten Verformungsverhaltens des Gebirges) beim Auffahren des Hohlraumbauwerkes (qualitative Verfahrensmethodik). Bei dieser Methodik steht die systematische Einstufung der leistungsbestimmenden Tätigkeiten während des Vortriebs und beim Ausbauen durch Stützmaßnahmen im Vordergrund.

Die qualitativen bzw. deskriptiven Systeme stellen die Entwicklungsbasen der Normenklassifizierungen dar, wobei diese nach heutigem Stand der Technik durch zunehmenden Einfluss der computerunterstützten experimentellen Felsmechanik (finite Differenzenrechenmodelle, wie z.B. Fast Lagrangian Analysis of Continua (FLAC) oder Universal Distinct Element Method of Continua (UDECC)) bei der Dimensionierung des Ausbaus und Simulation des Ausbruchverhaltens sinnvoller Weise nur mehr nach projektunabhängiger bzw. -abhängiger Anwendungsmethodik unterschieden werden können.

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit geben die zwei verschiedenen Wege der Anwendungsmethodik einer Klassifikation vor:

- **projektunabhängige Klassifikation:**

Diese Art der Klassifikation folgt einer vorgegebenen Verfahrenssystematik anhand einer numerischen Bewertung, welche für jedes Projekt die selben Eingangs-

¹⁷³ ausführlich in Terzaghi (1977), Rock Tunneling with Steel Supports, Seite 9ff.

¹⁷⁴ ausführlich in Lauffer (1958) in Geologie und Bauwesen Heft 1, Seite 46ff.

¹⁷⁵ ausführlich in Deere u. Hendron (1967) in Proc. 8th U.S. Symp. Rock Mech., Seite 237ff.; siehe u.a. auch ISRM (1978d) in Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. 15, Document No. 4 sowie Palmström (1982) in Proc. 4th Int. Congr., Int. Assoc. Eng. Geol. Vol. 5, Seite 221ff.

weitere in Deere et al (1988) Proc. Symp. Rock Classif. Eng. Purp., Seite 91ff.

¹⁷⁶ ausführlich in Seeber (1973) in Geomech. Kolloquium Nr. 22, Seite 29ff.

¹⁷⁷ ausführlich in Pacher et al (1973) in Geomech. Kolloquium Nr. 22, Seite 51ff.; vgl. John (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 409

¹⁷⁸ ausführlich in John u. Baudendistel (1981) in Proc. 22nd U.S. Symp. on Rock Mech., Seite 333ff.

parameter abverlangt, unabhängig von der regionalen geologischen Situation, und in der die verschieden einfließenden Kenngrößen, Parameter, usw. mit Zahlenwerten belegt sowie mit unterschiedlichen Wichtungen versehen werden.

Dieser Art von Klassifikation werden v.a. die quantitativen bzw. semi-quantitativen Systeme (Bewertungssysteme) zugeordnet, die jedoch meist einer Tunnelbaumethode und damit verbundener Vortriebsart zugrunde liegen.

o **projektabhängige / projektbezogene** Klassifikation:

Diese Möglichkeit der Klassifikation bietet den Vorteil, dass individuell auf die Erfordernisse und diverse Eigenheiten des jeweiligen Untertagebaus eingegangen werden kann, welches aber wirtschaftlich betrachtet in seiner projektspezifischeren Definition aufwendiger ist. Die betr. Verfahrensmethodik bleibt grundsätzlich die selbe, aber die Erarbeitung der Klassifikation muss jedes Mal aufgrund der Berücksichtigung der regionalen geologischen Situation sowie der Tunnelbaumethode und damit verbundener Vortriebsart neu generiert werden und kann dadurch auch zu Verständigungsproblemen (mangelnde Vergleichbarkeit von vorhandenen, gemachten Erfahrungen, z.B. bei anbietenden Bauunternehmungen im Zuge der Kalkulation) mit den anderen Projektbeteiligten führen.

Dieser Art von Klassifikation werden v.a. die qualitativen, deskriptiven Systeme zugeteilt; weiters setzt diese Art von Klassifikation zumeist auf den Ergebnissen des Projektentwurfes eines Hohlraumbauwerks auf, die schlussendlich anhand von ausweisbaren (Ausbruchs-), Vortriebs- oder Sicherungsklassen in der LB des Projekts umgesetzt wird.

4 FELSKLASSIFIZIERUNGEN

Geotechnische Gebirgsklassifizierungssysteme (Felsklassifikationen) sind typische Bewertungssysteme (engl. rating systems), deren Verfahrensmethodik auf der numerischen Bewertung maßgebender, verschieden charakteristischer Gebirgsparameter - abgesehen von der Komplexität alle Parameter richtig zu bewerten, bestehen meistens erhebliche Einschränkungen bei der Erkundung dieser Gebirgskennwerte - die zumeist noch mit unterschiedlichen Wichtungen versehen sind, mit dem vorrangigen Ziel eine, den prognostizierten Verhältnissen gerecht werdende Ausbauempfehlung zu generieren, beruht. Die Qualität bzw. die Aussagekraft des Bewertungssystems hängt in erster Linie davon ab, inwieweit die verwendeten Parameter im gegebenen Fall für den Homogenbereich repräsentativ sind.

Das Charakteristikum dieser Felsklassifikationen wird einerseits aus der

- **weitgehenden, internationalen Anerkenntnis** und andererseits durch
(Die internationale Anerkenntnis beruht zu einem großen Teil darauf, dass es eindeutige Regeln dafür gibt, wie die Gebirgs(güte)klassen ermittelt und der zugehörige Bedarf an Stützmaßnahmen bemessen wird.)
- ein **einfaches, klares Anwendungsschema** gebildet, sodass das Ergebnis der Klassifikation von unterschiedlichen Anwendern reproduzierbar ist¹⁷⁹.
(Das einfache, klare Anwendungsschema deduziert sich aus Tabellen oder Nomogrammen, die vom jeweiligen Klassifizierungssystem vorgegeben werden.)

Stellvertretend für die zahlreichen internationalen Felsklassifizierungssysteme mit ihren einschlägigen Ausbauempfehlungen werden im Nachfolgenden drei in der Praxis am häufigsten eingesetzte Systeme, das **RSR-Konzept von G.E. WICKHAM** et al (siehe Pkt. 4.1), das **RMR-System von Z.T. BIENIAWSKI** (siehe Pkt. 4.2) und das **Q-System von N. BARTON** et al (siehe Pkt. 4.3) kurz erläutert und deren Vorgangsweise in der Klassifikation inkl. systemimmanenter Empfehlungen für den Ausbau beschrieben.

In diesem Kapitel ist so zu sagen der Fokus auf die zu beurteilende, auf theoretischen Untersuchungen¹⁸⁰ der zuvor genannten geotechnischen Felsklassifizierungssysteme sich stützende Modelleignung und -tauglichkeit im Zuge der Anwendung der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT (siehe Pkt. 2.1.2) sowie auf die bei der baupraktischen Anwendung einer flexiblen Tunnelbaumethode grundlegend resultierenden bauwirtschaftlichen Anforderungen (Voraussetzungen hinsichtlich der Ermittlung eines angemessenen, leistungsabhängigen Errichtungsentgelts und einer dynamisch, auf die tatsächlichen Verhältnisse anpassbaren, fairen und leistungsgerechten Vergütung) an eine Klassifikation (siehe Pkt. 3.2) zu richten.

¹⁷⁹ vgl. Riedmüller u. Schubert (1999) in Felsbau Nr. 3, Seite 164f.

¹⁸⁰ Anm. des Verfassers: Es werden v.a. die Arbeiten von Schatz (1986), Gebirgsklassifizierung im Tunnelbau, von Schäffer (1997), Anwendungsorientierter Vergleich internationaler Felsklassifizierungssysteme und von Steibl (2002), Anwendungsorientierter Vergleich von Gebirgsklassifikationssystemen und deren Ausbauempfehlungen am Beispiel des Schönbergtunnels (Salzburg), etc. herangezogen.

4.1 Rock Structure Rating-Konzept

Das Felsklassifizierungskonzept Rock Structure Rating-Konzept (kurz: RSR-Konzept) wurde im Jahr 1972 von den Amerikanern G.E. WICKHAM, H.R. TIEDEMANN und E.H. SKINNER¹⁸¹ für die im amerikanischen Raum zur damaligen Zeit beim Untertagebau gebräuchliche Systemstahlbaumethode (ASSM – American Steel Set Method) entwickelt und zum Unterschied zu den anderen Felsklassifikationen ausschließlich auf Grundlage von in der Literatur dokumentierten Fallstudien und Auswertungen geübt. Die Arbeit von G.E. WICKHAM et al spielt v.a. eine bedeutende Rolle in der weiteren Entwicklungsgeschichte der Felsklassifizierungssysteme.

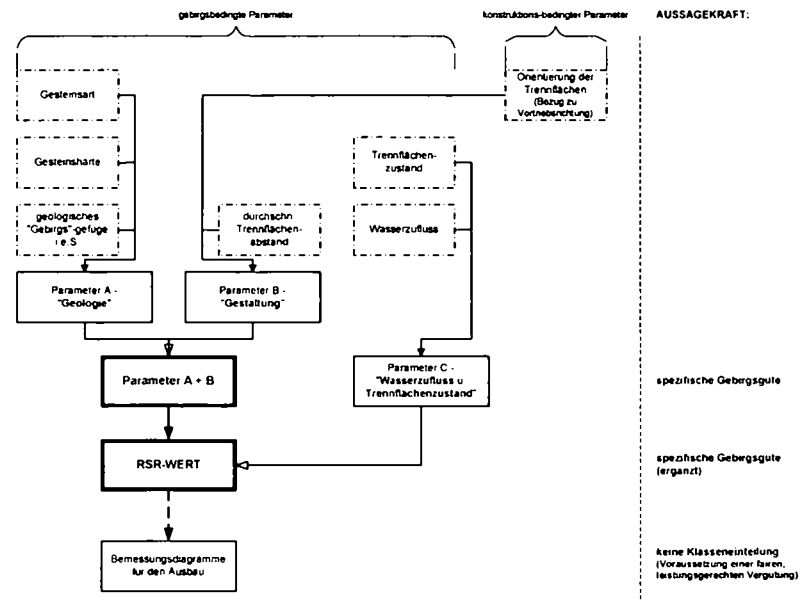


Abbildung 4-1: Ablaufschema der Klassifikation nach RSR-Konzept

- **Anwendungsgebiet:**
 - Hohlraumbau, ausschließlich im Festgesteinsverband - Fels

4.1.1 Grundlagen

Dieses Verfahren fußt auf den Ausführungen von TERZAGHI¹⁸² und stellt im damaligen Zeitraum auf zugrunde liegender Erfassung von baugelologischen bzw. geomechanischen Parametern das erste vollständige Konzept für eine umfassende Felsklassifikation dar, welche die die spezif. Gebirgsgüte i.e.S. (spezif. Felsgüte) beurteilenden Summanden in numerisch zu bewertende gebirgsbedingte (baugelologisch und geomechanisch) und bautechnisch (konstruktions- und verfahrenstechnisch) bedingte Parameter, wie nachstehend angeführt, trennt:

- (1) **Parameter A - „Geologie“** – ermöglicht eine Quantifizierung petrographischer und allgem. geologischer Einflussgrößen
 - **Gesteinsart** (in Zuordnung zur Petrographie)
 - **Gesteinhärte** (num. Bewertung auf Basis qualitativer Beschreibung)
 - **geologisches „Gebirgs“-gefüge i.e.S.** (num. Bewertung auf Basis qualitativer Beschreibung)
- (2) **Parameter B - „Gestaltung“** – ermöglicht eine Quantifizierung gebirgsbedingter / bautechnisch-bedingter Parameter

¹⁸¹ ausführlich in Wickham et al (1972) in Proc. Rapid Exc. and Tunnelling Conf., Seite 43ff.
¹⁸² siehe Terzaghi (1946), Rock Tunnelling with Steel Supports, Seite 9ff.

- **durchschnittlicher Trennflächenabstand** (num. Bewertung auf Basis des gemittelten Abstandes [inch] bzw. [m])
 - **Orientierung der Trennflächen im Bezug zur Vortriebsrichtung** (num. Bewertung der maßgebende Raumstellung zur Hohlraumachse hinsichtlich der Vortriebsrichtung nach qualitativer Einteilung bzw. [°]-Bereichen)
- (3) **Parameter C - „Einfluss des Wasserzuflusses und des Trennflächenzustandes“** – ermöglicht eine Quantifizierung des voraussichtlichen Wasserzuflusses und des Trennflächenzustandes auf Basis der Gebirgsgüte
- **Gebirgsgüte** nach numerischer Summationsbewertung (Parameter A + B)
 - **Trennflächenzustand** (num. Bewertung auf Basis qualitativer Beschreibung)
 - **Wasserzufluss** (num. Bewertung auf Basis des Mengenanfalls [l/min u. lfm-Hohlraum])

Die drei aufgelisteten, semi-quantifizierbaren Parameter werden schlussendlich aufsummiert und ergeben den auf rein wissenschaftlich-theoretischen Erhebungen beruhenden, dimensionslosen RSR-Wert:

$$\text{RSR-Wert [1]} = \text{Parameter A} + \text{Parameter B} + \text{Parameter C} \leq 100$$

Der ermittelte RSR-Wert liegt in einem **Rating-Bereich von RSR ≤ 100** und ist ein **Maßstab für die spezif. Gebirgsgüte** i.e.S. (spezif. Felsgüte) hinsichtlich der erforderlichen temporären Ausbaumaßnahmen (Stützmaßnahmen) im Zuge der Vortriebsarbeiten.

In einer weiterentwickelten Applikation bietet das RSR-Konzept auch eine Korrelation zwischen dem auf rein wissenschaftlicher Basis aus Literaturlauswertungen analytisch abgeleiteten RSR-Wert und der auf NÖT-Philosophie beruhenden temporären Stützmaßnahmen des Spritzbetons (Dicke der Spritzbetonschale) und Felsankerausbaues (Ankerabstand).

4.1.1.1 Vorgangsweise der Klassifikation

WICKHAM, TIEDEMANN und SKINNER reduzieren in erster Linie die große Anzahl von den das Standfestigkeitsverhalten des Gebirges beeinflussenden, baueologischen Aspekten und geomechanischen Kenngrößen auf drei relativ einfach, auf quantitativer Basis zu erfassende Parameter innerhalb eines Homogenbereiches, die über tlw. qualitativ zu kategorisierende Einflüsse bewertet werden.

Der Parameter A „Geologie“ wird anhand der Tabelle 13-1 (siehe Anhang 13.1.1) einerseits über die petrographische Gesteinsart in Zuordnung zu einer deskriptiven Einteilung der Gesteinshärte und andererseits über eine ebenfalls deskriptive Einordnung betr. das Gebirgsgefüge i.e.S. (Trennflächen- und Faltengefüge) bestimmt.

In der Tabelle 13-2 (siehe Anhang 13.1.1) wird durch Zuordnung des durchschnittlich vorhandenen Trennflächenabstandes zur Raumstellung (Einfallswinkel) der maßgebenden Trennfläche innerhalb eines Homogenbereiches, in Anlehnung an eine veröffentlichte präskriptive Entwurfseinteilung der ISRM (1971) und unter Beachtung der relevanten Vortriebsrichtung zufolge des Trennflächengefüges, der Parameter B „Gestaltung“ über numerische Zuweisung ermittelt.

Der dritte, diesem Klassifizierungskonzept zugrunde liegende Parameter C „Einfluss des Wasserzuflusses und des Trennflächenzustandes“ lässt sich aus der Tabelle 13-3 (siehe Anhang 13.1.1) in kategorischer Einteilung aus der Summation der Parameter A „Geologie“ und B „Gestaltung“ und der rein qualitativen Zustandsbeschreibung der Trennflächen (Öffnungsweite und

Verwitterungsgrad) unter Berücksichtigung des voraussichtlich anfallenden Wasserzuflusses in „gal/min and 1.000 feet of the tunnel“ ablesen. Die additive numerische Bewertung der Parameter A und B ist nach den Autoren als Qualitätsmaßstab für die spezif. Gebirgsgüte (spezif. Felsgüte) in Bezug zur Vortriebsrichtung anzusehen.

Der endgültige RSR-Wert wird nun durch Summation der Parameter A, B und C bestimmt und dient den im Zuge dieser Klassifizierungsmethode veröffentlichten Bemessungsdiagrammen als Eingangswert für die Festlegung der darin enthaltenen Stützmittel als temporäre Ausbaumaßnahmen. Je höher der RSR-Wert ist, desto besserer Festgesteinsverband steht im Bezug zur Trassenfestlegung an und umso geringer ist folglich der Bedarf an Stützmaßnahmen.

Von Seiten der Systementwickler wurde für den Fall ein das umgebende Gebirge schonenderes Vortriebsverfahren, im Vergleich zum konventionellen Sprengvortrieb, ein Anpassungsfaktor¹⁸³ für die Berücksichtigung der verminderten Gebirgsauflockerung in Abhängigkeit des Durchmessers (Kreisprofil) vom aufzufahrenden Hohlraumquerschnitt eingeführt, der sich letztendlich in geringer benötigten Ausbaumaßnahmen im Zuge der Klassifikation auswirkt.

4.1.1.2 Bemessungsdiagramme für den Ausbau

Die RSR-Felsklassifikation enthält **Stützmittelempfehlungen für den temporären Stahlsystemausbau** (zweischalige Bauweise – Außenschale) anhand von jeweils unterschiedlichen Durchmessern (Kreisprofil) zugrunde liegenden Bemessungsdiagrammen. Um den RSR-Wert mit den erforderlichen Ausbaumaßnahmen in Verbindung zu bringen, wurde auf TERZAGHI's Parameter "Rib Ratio"¹⁸⁴ (bezogener Tunnelbogenabstand) zurückgegriffen, der sich wie folgt darstellen lässt:

$$RR [\%] = \frac{A}{T} \times 100$$

- A ... erforderl. Tunnelbogenabstand für den betrachteten Abschnitt
- T ... Tunnelbogenabstand nach TERZAGHI für kohäsionslosen Sand unter Grundwasser (Bezugsbedingung)

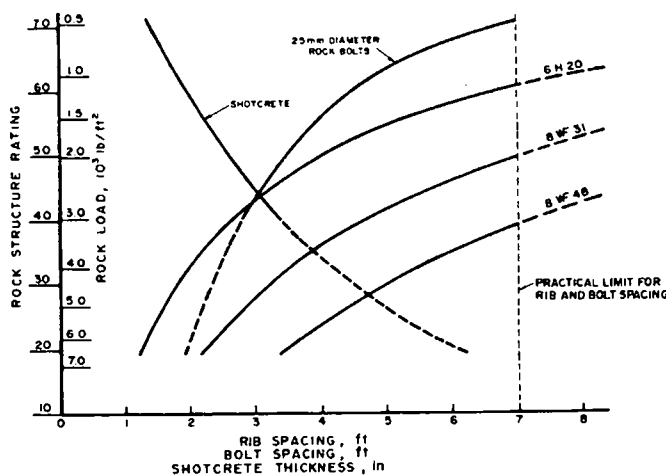


Abbildung 4-2: Bemessungsdiagramm der erforderlichen Ausbaumaßnahmen für einen Durchmesser von 7,3 m (Kreisprofil)

Darauf aufbauend wurde mit Hilfe gesammelter Erfahrungen bei ca. 53 Tunnelbauprojekten eine Eichung für die Bemessungsdiagramme zwischen dem von rein auf wissenschaftlicher Basis aus Literaturquellen abgeleiteten RSR-Wert und dem dabei zur Ausführung gelangendem Stahlsystemausbau durchgeführt, bei der u.a. auch eine theoretische Beziehung für die Abschätzung der erforderlichen Dicke der Spritzbetonschale und des benötigten Ankerabstandes nach NÖT-Philosophie abgeleitet wurde (siehe Abbildung 4-2). Diese Relation zwischen dem benötigten Ankerabstand bzw. der Dicke

¹⁸³ siehe Dobler (1999), Diplomarbeit, Seite 35: graphische Darstellung der Abhängigkeit Anpassungsfaktor zu Ausbruchsdurchmesser des Hohlraumquerschnittes
¹⁸⁴ ausführlich in Wickham et al (1974) in Proc. Rapid Exc. and Tunneling Conf., Seite 691ff.

der Spritzbetonschale und dem RSR-Wert ist empirisch über folgende Zusammenhänge belegbar:

$$\text{Ankerabstand [ft]} = \frac{24}{W}$$

$$\text{Spritzbetonstärke [inch]} = 1 + \frac{W}{1,25} = D \times \frac{65 - (\text{RSR - Wert})}{150}$$

W ... Überlagerungsdruck (statischer Schweredruck) [lb/ft²]
D ... Hohlraumdurchmesser [ft]

Die veröffentlichten Bemessungsdiagramme liegen den Durchmessern (Kreisprofil) der Hohlraumquerschnitte für 3,0 m, 4,3 m, 6,0 m und 7,3 m sowie für 9,2 m zugrunde und weisen einen Geltungsbereich von $19 \leq \text{RSR-Wert} \leq 70$ auf. Die gestrichelten Linien in den Bemessungsdiagrammen zeigen den vermuteten Verlauf und wurden nicht durch „Case-Studies“ belegt.

4.1.2 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer NÖT-Anwendung

Im RSR-Konzept wurde vielen Kritikpunkten aus bereits vorangegangenen Felsklassifikationen Rechnung getragen. Zum Unterschied von TERZAGHI's Gebirgsklassifikation wurde nicht mehr der Weg alleine über eine qualitative, sondern der Weg über eine zum Großteil **quantitative und projektunabhängige Klassifikation** gegangen. Hier ist bereits eine große Anzahl von Parametern, die die vorhandene spezif. Gebirgsgüte i.e.S. in Bezug zur Hohlraumachse charakterisieren, in das Verfahren einbezogen worden.

- **Kommentar(e) zur numerischen Bewertung:**

- **gebirgsbedingte Parameter:**

- Gebirgsdruck - Spannungszustände:

Das Festigkeitsverhalten gegenüber räumlichen Spannungszuständen findet in diesem Klassifizierungskonzept keine Beachtung, d.h. der generelle Einfluss des Primärspannungszustandes, insbesondere auch ungünstiger Primärspannungen v.a. bei Vorkommen von quellendem Gebirge, wird nicht berücksichtigt¹⁸⁵.

Einfluss findet die Gesteinshärte¹⁸⁶, die anhand von verbal formulierten Abgrenzungsbereichen eingeteilt wird; wobei anzumerken ist, dass kein physikalischer Kennwert existiert, der die Härte definieren und quantifizieren kann.

- Trennflächengefüge:

Dem RSR-Konzept liegt der Einfluss des Trennflächengefüges nur bedingt zugrunde, da von den Autoren vielmehr das Faltengefüge¹⁸⁷ des Gebirges zur Beurteilung herangezogen wird. Eine Zustandsbeurteilung des Trennflächengefüges erfolgt in äußerst vereinfachtem Ausmaß.

Der Abstand der Trennflächen geht einerseits als einziger, das Trennflächengefüge charakterisierender Parameter und andererseits als Durchschnittswert aller auftretenden Trennflächensysteme im gleichen Homogenbereich in die Klassifikation ein.

¹⁸⁵ vgl. Trunk u. Hönisch (1990) in Felsbau Nr. 1, Seite 11

¹⁸⁶ vgl. Thuro (1995), Dissertation, Seite 19f.

¹⁸⁷ vgl. Fecker u. Reik (1996), Baugeologie, Seite 103f.

- Bergwassereinfluss:
Die Berücksichtigung des voraussichtlichen Bergwasserzuflusses ist anhand des rein mengenmäßigen Anfalls existent; a.d.S. der Vortriebsarbeiten gerechtfertigt, jedoch a.d.S. der Geomechanik unzureichend, da auf die zu klassifizierende spezif. Felsgüte Druck- und Strömungseigenschaften des Bergwassers verminderte Verhaltensweisen (wie z.B. Festigkeitseigenschaften) auslösen.
- o **bautechnisch-bedingte Parameter:**
 - Orientierung des Trennflächensystems:
Der konstruktionsbedingte Einfluss einer zur Hohlraumachse maßgebenden Trennfläche unter Beachtung der relevanten Vortriebsrichtung und Zuteilung zum durchschnittlichen Trennflächenabstand wird anhand einer vereinfachten deskriptiven Einteilung berücksichtigt. Dieser Einfluss für die Standfestigkeit des Hohlraumbauwerkes und für die vortriebsrelevante Nachbrüchigkeit und Maßhaltigkeit findet bereits im Zuge der Gebirgsgütenbeschreibung statt und ist daher fixe Eingangsgröße im System.
 - Hohlraumgröße und Querschnittsform:
Die Hohlraumgröße und die Querschnittsform (nur Kreisprofil) fließen im äußerst beschränkten Ausmaß erst indirekt im Zuge der Festlegungen der Ausbaumaßnahmen (temporärer Ausbau) über die Bemessungsdiagramme in dieses Klassifizierungskonzept ein.
 - Tunnelbaumethode / Bau- und Betriebsweise:
Das Klassifizierungskonzept eignet sich für den konventionellen Sprengvortrieb sowie für ein das umgebende Gebirge schonenderes Vortriebsverfahren durch Anpassung der spezif. Gebirgsgüte mit einem, den Bedarf an Stützmaßnahmen abmindernden Anpassungsfaktor. Weitere Kriterien möglicher Tunnelbaumethoden fließen in dieses Klassifizierungskonzept nicht ein.
 - Ausbaumaßnahmen:
Die temporären Ausbaumaßnahmen anhand von ausgewählten Stützmitteln fließen in die geotechnische Klassifikation überhaupt nicht, im äußerst beschränkten Ausmaß erst im Zuge deren Festlegung über die Bemessungsdiagramme ein. Es besteht lediglich ein empirischer Zusammenhang zwischen dem RSR-Wert und den auszuwählenden Stützmitteln.
- o **zeitlich bedingtes Verformungsverhalten des Gebirges:**
Das zeitlich bedingte Verformungsverhalten des Gebirges beim Ausbruch- und Stützvorgang, das im Zuge der Klassenfestlegung Berücksichtigung finden muss und bei der Bau- und Betriebsweise hinsichtlich notwendiger Einschränkungen in der Bau- und Betriebsweise (max. Abschlagslänge, Zeitpunkt des Ringschlusses, etc.) Auswirkungen zeigt, wird in diesem Klassifizierungskonzept nicht betrachtet.

4.1.2.1 Geotechnische Klassifikation

Das RSR-Konzept nach WICKHAM et al ist ein **rein auf die amerikanische Systemstahlbaumethode im Untertagebau (ASSM – American Steel Set Method) abgestimmte**, aus der Literatur analytisch abgeleitete **Klassifizierungsmethode**, die nicht ohne Vorbehalte auf

andere Tunnelbaumethoden bzw. sich darin durch die Randbedingungen ergebende Bau- und Betriebsweisen übertragen werden sollte, da hierfür die Erfahrungen aus der Praxis fehlen.

Kritik ist an der deskriptiven Einstufung relevanter geomechanischer Eingangsgrößen des Konzeptes (wie z.B. der Gesteinhärte oder des Trennflächenzustandes) aufgrund verbal formulierter Abgrenzungsbereiche zu üben, deren Interpretation einige Flexibilität zulässt und dadurch nicht ausreichend erfasst werden kann. Eine Festlegung der Grenzen wäre bereits in Anlehnung an den Entwurf der ISRM (1971) möglich gewesen.

Konstruktions- und verfahrenstechnisch bedingte Parameter sind einerseits fixer Bestandteil des Konzeptes zur Beurteilung der Aussagekraft über die Zustandsbeschreibung der spezif. Gebirgsgüte i.e.S. (spezif. Felsgüte) und andererseits finden jene erst im beschränkten Umfang in den Bemessungsdiagrammen zur Festlegung der erforderlichen temporären Ausbaumaßnahmen Berücksichtigung, wobei hier eine Einteilung in Gebirgsklassen, eine u.a. wichtige betriebswirtschaftliche Voraussetzung für den Bezug der angemessenen Preisfindung leistungsbestimmender Vortriebstätigkeiten, nicht Bestandteil dieser Klassifizierungsmethode ist. Überlegungen von LAUFFER¹⁸⁸, die die elementaren Zusammenhänge zwischen Hohlraumgröße und Profilform, Ausbruchsart, Ausbaumaßnahmen und dem allgem. zeitlich bedingten Gebirgsverformungsverhalten aufzeigen, finden im RSR-Konzept keine Beachtung. Folglich entsagt diese Methode auch bei wesentlichen Angaben, wie z.B. einer aus der wirksamen Stützweite und Standzeit resultierenden max. Abschlagslänge sowie einem daraus resultierenden Zeitpunkt des Ringschlusses, etc., welche für den Unternehmer im Zuge der Festlegung der Bau- und Betriebsweise unumgänglich sind.

Durch den festgesetzten RSR-Wert, der keinen Gebirgsklassendefinitionen einzuordnen ist, ist im Zuge dieser Klassifikation eine diesbzgl. punktuelle Angabe der Stützmittelausteilungen (für die Systemstahlbaumethode: Tunnelbögen; für die NÖT: Felsanker und Spritzbeton) für einen rein temporären Ausbau möglich, jedoch sind diese in Abhängigkeit des Gebirgsdruckes und der daraus resultierenden Tiefenlage des Hohlraumbauwerkes sowie der Querschnittsform (nur Kreisprofil mit tlw. variablem Radius) zu verstehen. Sie sollten u.a. eine den vergaberechtlichen Grundlagen entsprechende Basis der Ausschreibung zur Ermittlung der Herstellkosten im Zuge der Baukalkulation darstellen.

Die in den Bemessungsdiagrammen beinhaltenden Stützmittel Felsanker und Spritzbeton (temporärer Ausbau) liegen keinen Fallstudien zu Grunde, sondern sie basieren lediglich auf Annahmen. Da die Sicherheitskonzepte beider temporären Ausbausysteme und der daraus ableitbare Einbauzeitpunkt sehr verschieden sein können, führt eine solche Umrechnung unter Umständen zu kaum zutreffenden Ergebnissen¹⁸⁹.

R.S. SINHA¹⁹⁰ offenbart in diesem Zusammenhang, dass die Ermittlung der Ausbaumaßnahmen sowohl für die Systemstahlbaumethode als auch für die NÖT nicht ohne der Systembenutzung von TERZAGHI möglich ist; demzufolge bezeichnet er dieses geotechnische Klassifizierungskonzept, m.E. richtigerweise, nicht als eigenständiges Konzept sondern als Systemapplikation hinsichtlich einer Anwendungsabgrenzung für den Hartgesteinsverband (Fels).

¹⁸⁸ siehe Lauffer (1958) in Geologie und Bauwesen Heft 1, Seite 46ff.; vgl. Müller – Band 1 (1980), Theoretischer Teil - Felsbau über Tage, Seite 205

¹⁸⁹ ausführlich in Molek (2002) in Schriftenreihe der DGG Nr. 15, Seite 9

¹⁹⁰ siehe Sinha (1988) in Proc. Symp. Rock Classif. Eng. Purp., Seite 43ff.

→ **Resümee:**

Das RSR-Konzept ist eine **semi-quantitative und projektunabhängige**, für den Anwender sehr einfach zu handhabende **Felsklassifikation**, die ausschließlich auf der im amerikanischen Raum üblichen Systemstahlbaumethode (ASSM) entwickelt wurde. Die Bewertung der für die (spezif.) Gebirgsgüte maßgebenden gebirgs- und bautechnisch bedingten Einflussfaktoren, deren Interpretation aufgrund der allgem. Komplexität des Gebirges einige Flexibilität in den Tabellen zulässt, da eine genaue Abgrenzung von qualitativ beschriebenen Kriterien fehlt, basiert auf Grundlage von rein auf wissenschaftlicher Basis ausgewerteten Fallstudien und führt zu einem einzigen Kennwert - **RSR-Wert (Aussage nur über die spezif. Gebirgsgüte i.e.S. möglich)** - ohne jeglichem Zuteilungskriterium zu Gebirgsklassen.

WICKHAM et al hat die Grundanforderungen des flexiblen Ausbaues, der das Mittragen des Gebirges gemäß der NÖT-Philosophie ausnutzen will und damit Verformungen im, an einem zeitlichen Maßstab zu wertenden, bestimmten Ausmaße zulässt, in keiner Weise bei der Felsklassifikation berücksichtigt¹⁹¹. Da das Konzept von der im amerikanischen Raum bevorzugten Systemstahlbaumethode konzipiert wurde und nur durch die, von den Autoren aus Literaturrecherchen analytisch hergeleiteten Korrelationsbeziehungen hinsichtlich der erforderlichen Stützmittel (Felsanker und Spritzbeton) „NÖT-tauglich“ gemacht wurde, jedoch aufgrund des eingeschränkten Geltungsbereiches (vgl. Pkt. 4.1.1) und der als allgem. zu verstehenden Näherungsformeln zu kaum zutreffenden Ergebnissen führt, bleibt eine zielführende Anwendung auf die ursprünglich zugeschnittene Baumethode beschränkt. **Eine Beurteilung der spezif. Gebirgsgüte erfolgt anhand des dimensionslosen RSR-Kennwertes; über das spezif. Gebirgsverhalten ist folglich keine Aussagekraft in den Phasen einer Projektabwicklung zu erlangen.**

Das RSR-Konzept ist aus den genannten Gründen eine typische **“one-time process“-Klassifikation** (einmalige Dimensionierung bzw. Festlegung von Ausbruch und Stützung), welche den Anforderung einer flexiblen Tunnelbaumethode, d.h. eine wirtschaftliche, dynamische Anpassung von Ausbruch und Stützung durch Beobachtung, Aufnahme und Auswertung laufender baubegleitender, messtechnischer Überprüfungen zur Verifikation des prognostizierten Gebirgsverhaltens, im Sinne der NÖT-Philosophie nicht gerecht wird.

4.1.2.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten)

- **Prognostizierbare Ausbaufestlegung – Grundlage der Kalkulation:**

Theoretische Ausgangsbasis ist der dimensionslose RSR-Wert, der die spezif. Gebirgsgüte aufgrund einbezogener gebirgs- und bautechnisch bedingter Eingangsgrößen in einem bestimmten Homogenbereich widerspiegelt. Aufgrund fehlender Definitionen von Gebirgsklassen und einer ev. damit verbundenen Beschreibung des spezif. Gebirgsverhaltens während des Vortriebes ist die kalkulations- und ausführungsrelevante Angabe eines aus einer durchschnittlich prognostizierten Standzeit hervorgehenden Zeitpunkts eines spätestens möglichen Ringschlusses sowie einer aus einer abhängigen wirksamen Stützweite resultierenden Abschlagslänge nicht möglich. Es existiert lediglich eine RSR-Wert-Zuordnung anhand der Bemessungsdiagramme (siehe z.B. Abbildung 4-2) für den temporären Ausbau, aus denen die Stützmittelart und deren Menge beschränkt bezogen werden kann. Der Anwender erhält somit keine Kalkulationsgrundlagen (Ausbruchsart, techn. Lösemethode, klassenbezogene Abschlagslänge, Art und Menge der Stützmaßnahmen, Zeitpunkt des Ringschlusses, usw.) auf deren Angabe auf die Bau- und Betriebs-

¹⁹¹ vgl. Steibl (2002), Diplomarbeit, Seite 86ff.

weise zu schließen wäre, was sowohl für die Ermittlung der leistungsabhängigen Herstellkosten im Zuge der Kalkulation als auch für die technische Ausführung vor Ort unentbehrlich ist. Eine Abfassung einer **prognostizierbaren Ausbaufestlegung i.S. einer den vergaberechtlichen Grundlagen entsprechende LB** (siehe Pkt. 2.4.2.2.2) ist auf Basis des vorher Erläuterten daher **nicht möglich**.

- **angemessene Ermittlung leistungsabhängiger Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten):**

Da eine Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten für eine rein theoretisch ausschließlich RSR-Wert-bezogene Gebirgsklassen-Leistungsposition in einem LV auf Grundlage einer auf den selben Voraussetzungen beruhenden LB nur unter dem Bekanntsein der aus einer geotechnischen Klassifikation gewinnbaren Kalkulationsgrundlagen, wie max. Abschlagslänge, Art und Menge der Stützmittel, Zeitpunkt des Ringschlusses, etc., durchführbar ist, wird dieses Konzept der Felsklassifikation den zuvor genannten Bedingungen nicht gerecht.

leistungsabhängige Herstellkosten:	erforderliche Grundlagen aus der geotechnischen Klassifikation:	Kriterium der Kalkulierbarkeit:	Durchführbarkeit der Kalkulation:
Einzellohnkosten für Ausbruch:	keine	nicht erfüllt	NEIN
Einzellohnkosten für Stützmaßnahmen:	beschränkte Angabe: Art und Menge der Stützmaßnahmen	nicht erfüllt	NEIN

Tabelle 4-1: Beurteilung der Kalkulationsgrundlagen

- **faire, leistungsgerechte Vergütung:**

Der bau- und betriebswirtschaftlichen Anforderung als zu dienende Grundlage einer fairen, leistungsgerechten Vergütung von tatsächlich erbrachten VT-Leistungen, die eine moderne flexible Tunnelbaumethode wie die NÖT an ein Klassifizierungssystem im Zuge der baupraktischen Anwendung heutzutage stellt, kann das RSR-System von WICKHAM et al aufgrund generell fehlender Voraussetzungen systemzugehöriger Vertragsbestimmungen zur Formulierung etwaiger Entgeltanpassungsmechanismen für ein zugehöriges Vergütungsmodell nicht entsprechen.

Die RSR-Klassifikation eignet sich ausschließlich in frühen Projektstadien für den Einsatz der ASSM, da es hier bei Machbarkeits- bzw. Trassenvergleichsstudien und im Zuge der Vorprojektierung bzw. Vorentwurfsplanung zu hilfreichen Informationen anhand der relativ leicht zu bekommenden Aussage über die spezif. Gebirgsgüte i.e.S. (spezif. Felsgüte) liefern kann. Für eine baupraktische Anwendung unter Berücksichtigung der heutzutage gängigen Projektanforderungen des Untertagebaus ist m.E. grundsätzlich abzusehen.

4.2 Rock Mass Rating-System

Das Felsklassifizierungssystem Rock Mass Rating-System (kurz: RMR-System) wurde von Professor Z.T. BIENIAWSKI¹⁹² in den Jahren 1972 bis 1973 an der Pennsylvania State University in Südafrika aus den Erfahrungen des Bergbaues entwickelt. Im anglikanischen Sprachraum ist es auch unter dem Namen „**Geomechanics Classification**“ bekannt und sehr weit verbreitet.

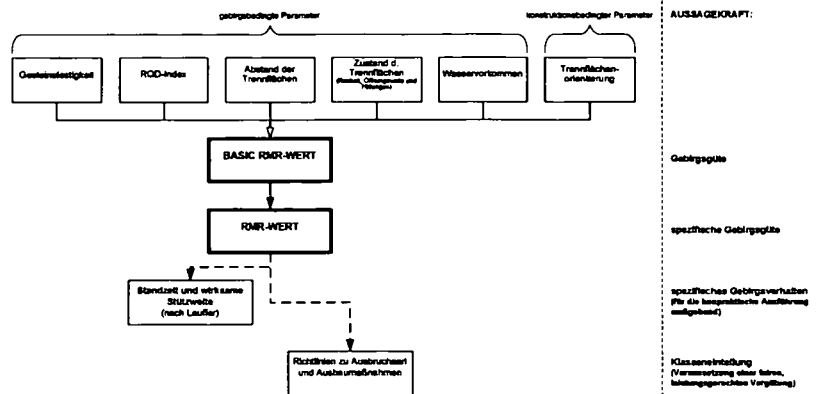


Abbildung 4-3: Ablaufschema der Klassifikation nach RMR-System

- **Anwendungsgebiete:**
 - Bergbau¹⁹³
 - Felsbau¹⁹⁴ (Gründungsklassifizierungen, Betrachtung von Standsicherheiten bei Böschungen, etc.)
 - Hohlraumbau, ausschließlich im Festgesteinsverband - Fels

4.2.1 Grundlagen

Seit der Generierung des Systems hat es sich in über 350 Praxisanwendungen¹⁹⁵ bestätigt und wurde dadurch laufend kalibriert. Zur Gebirgsklassifikation, nach einer numerischen Wertung von Gebirgsparametern, werden die nachstehend angeführten 5 gebirgsbedingten (baugeologisch und geomechanisch) und 1 bautechnisch (konstruktions- und verfahrenstechnisch) bedingter Parameter für die praktische Anwendung des RMR-Systems benötigt:

- (1) **Festigkeit des intakten Gesteins** (num. Bewertung auf Basis z.B. UCS [MN/m²])
- (2) **Bestimmung einer Gebirgsgütekennzahl** (num. Bewertung auf Basis RQD-Index¹⁹⁶ [%])

¹⁹² ausführlich in Bieniawski (1989), Engineering Rock Mass Classifications, Seite 51ff.
¹⁹³ ausführlich in Bieniawski (1989), aaO., Seite 51ff.: Mining-RMR-System aufgrund spezieller Modifikationen (Spannungszustand und Spannungsänderungen bzw. -umlagerungen sowie Einfluss von Störungen) für den Bergbau
¹⁹⁴ ausführlich in Bieniawski (1978) in Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. 15, No. 4, Seite 237ff.: Für Gründungsberechnungen im Fels ist insbesondere die Kenntnis des Verformungsmoduls E_M [GPa] des anstehenden Felsuntergrundes von erheblicher Bedeutung; Bieniawski gibt folgende allgemeine Beziehung zwischen dem Verformungsmodul und dem RMR-Wert an:
 E_M [GPa] = 2 x RMR-Wert - 100
¹⁹⁵ siehe ausführlich in Bieniawski (1993) in Pergamon Press Vol. 3, Seite 553ff.
¹⁹⁶ siehe Milne et al. (unbek.) aus <http://www.usask.ca> vom 28.11.2003, Seite 1f.: Der von D.U. Deere und A.J. Hendron im Jahr 1964 als Gebirgscharakteristikum i.e.S. vorgeschlagene RQD-Index wird als Quotient der Summe der Längen, der bei einer Kernbohrung ausgebrachten Kernstücke von mehr als 10 cm Länge und der gesamt erbohrten Probenlänge in Prozent ermittelt.

- (3) **Abstand der Trennflächen** (num. Bewertung auf Basis des gemittelten Abstandes [m])
- (4) **Zustand der Trennflächen** (num. Bewertung auf Basis qualitativer Beschreibung)
- (5) **Wasservorkommen** (num. Bewertung auf Basis des Verhältnisses von Kluffwasserdruck zu größter Hauptnormalspannung)
- (6) **Orientierung der Trennflächen** (num. Bewertung der maßgebenden Raumstellung zur Hohlraumachse nach [°]-Bereichen)

Die Summation der numerischen Wertungen (numerische Ratings) zufolge der gebirgsbedingten Parameter ergibt den dimensionslosen Basic RMR-Wert, durch weiteres Hinzuaddieren der numerischen Korrekturbewertung zufolge des bautechnisch bedingten Parameters erhält der Anwender den endgültigen, ebenfalls dimensionslosen RMR-Wert.

$$\text{RMR-Wert [1]} = \sum I_i, = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 = \text{Basic RMR-Wert} + I_6$$

wobei I_i die numerischen Bewertungen der die Gebirgseigenschaften charakterisierenden Parameter nach Tabelle 13-4 (siehe Anhang 13.1.2) bezeichnet;

Der ermittelte RMR-Wert liegt in einem Rating-Bereich von max. RMR = 100 bis RMR ≤ 20 und lässt sich dadurch in das von BIENIAWSKI entworfene Klassifikationsschema anhand von 5, die spezif. Güte des Felses beschreibende Gebirgsklassen zuordnen. Danach kann der **RMR-Wert** mit der freien Standzeit und der wirksamen Stützweite nach LAUFFER (siehe Abbildung 4-4) in Verbindung gebracht werden (**spezif. Gebirgsverhalten**). Im modifizierten Lauffer-Diagramm liefert der Schnittpunkt der entsprechenden RMR-Wert-Kennlinie an jener Stelle der erforderlichen Hohlraumgröße, die zu erwartende Standzeit und die davon abhängige wirksame Stützweite des Gebirges i.e.S. und gibt somit Aufschluss über den Zeitpunkt des spätestens möglichen Stützmitteleinbaues.

4.2.1.1 Vorgangsweise bei der Klassifikation

Die zugrunde liegenden, die spezif. Gebirgsgüte charakterisierenden Parameter des RMR-Systems werden, resultierend aus einer Einteilung des Gesteinsverbandes in Homogenbereiche anhand von Laborproben und baugeologischen Untersuchungen, ermittelt, in einem Datenblatt erfasst und mit Hilfe der Tabelle 13-4 (siehe Anhang 13.1.2) ausgewertet.

In dieser Tabelle 13-4 werden die hierbei als relevant empfundenen gebirgsbedingten Parameter in fünf Wertebereiche eingeteilt und nach einer von BIENIAWSKI festgelegten wertmäßigen Beurteilung der Höhe nach für die Zuordnung in das Klassifikationsschema unterschiedlich gewichtet. Falls in einem Homogenbereich stark unterschiedliche Wertstreuungen von gleichen in das System einfließenden geomechanischen Parameter auftreten, so sind diese nach ihrer vorkommenden anteiligen, den Hohlraumquerschnitt durchtrennenden Teilfläche zu gewichten und als gewichtetes Mittel zufolge des gesamten Ausbruchquerschnittes zur charakterisierenden Bewertung heranzuziehen.

Über diese ermittelten numerischen Werte der 5 o. gen. gebirgsbedingten Einflussgrößen erhält der Anwender durch einfache Summierung derselben den sogen. „**Basic RMR-Wert**“ (Basic RMR-Wert = $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5$, wobei I_i die numerischen Bewertungen der gebirgsbedingten Parameter nach Tabelle 13-4 bezeichnet), der zur geomechanischen Zustandsbeschreibung der Gebirgsgüte ohne jeglichen Einfluss bautechnisch bedingter Parameter verwendet werden kann.

Der soeben erhaltene Basic RMR-Wert wird mit einem konstruktions- und verfahrensbedingten Korrekturansatz, dem Einfluss von Streich- und Fallrichtung (Raumstellung)¹⁹⁷ der Trennflächen hinsichtlich ihrer Lage zum trassierten Hohlraumbauwerk, adjustiert. Da der Gebirgskörper i.e.S. aus Bereichen unterschiedlicher Trennflächenorientierung besteht, fließt in die Bewertung von BIENIAWSKI allerdings nur jene ein, deren Lage im betrachteten Homogenbereich zur trassierten Achse des künftigen Hohlraumbauwerkes am Ungünstigsten zu liegen kommt, da diese auf die Standfestigkeit bzw. -fähigkeit des Hohlraumes während der Vortriebsphase (ev. notwendiges Auffahren in Teilquerschnitten, daraus resultierende Verlangsamung der VT-Geschwindigkeit) maßgebenden Einfluss hat. Auf diese Situation werden die Ausbaumaßnahmen ausgelegt, unabhängig von der sonst möglicherweise besseren Gebirgsgüte zufolge der Trennflächenorientierung.

Durch Addition der Bewertungszahl zufolge der bautechnisch bedingten Einflussgröße zum Basic RMR-Wert wird daher ein charakteristischer Wert des betrachteten Homogenbereiches – der endgültigen **RMR-Wert** nach BIENIAWSKI ($RMR\text{-Wert} = \text{Basic RMR-Wert} + I_6 = \sum I_i$, wobei I_i die numerischen Bewertungen der die Gebirgseigenschaften charakterisierenden Parameter nach Tabelle 13-4 (siehe Anhang 13.1.2) bezeichnet) - erhalten, der mit Hilfe der Tabelle 4-2 eine Zuordnung zu einer von fünf Gebirgsklassen zulässt. Je höher dieser Wert ist, desto besserer Festgesteinsverband steht unter dem Gesichtspunkt der Trassenfestlegung (spezif. Gebirgsgüte) an.

Bestimmung der Gebirgsklasse:					
$\sum I_i$ 198:	100 – 81 (90 – 100)	61 – 80 (70 – 90)	41 – 60 (50 – 70)	21 – 40 (25 – 50)	< 20 (< 25)
Gebirgsklasse:	I	II	III	IV	V
Beschreibung:	sehr guter Fels	guter Fels	annehmbarer bzw. mittelmäßiger Fels	schlechter Fels	sehr schlechter Fels

Tabelle 4-2: Bestimmung der Gebirgsklasse nach Z.T. Bieniawski

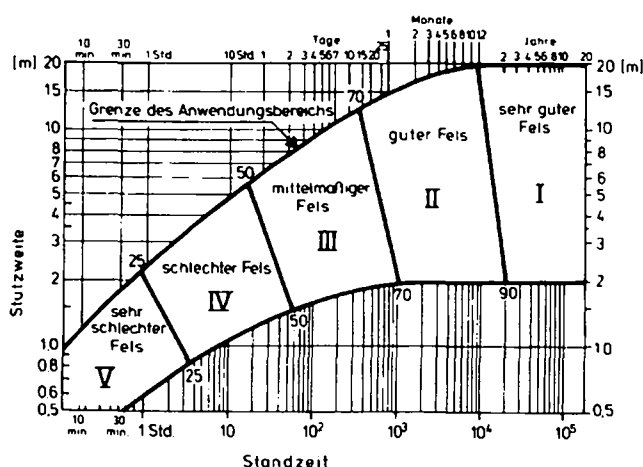


Abbildung 4-4: Gebirgsklassen nach Z.T. Bieniawski im Lauffer-Diagramm¹⁹⁹

In Abbildung 4-4 wird die empirisch getroffene Einteilung der einzelnen Gebirgsklassen von BIENIAWSKI mit der freien Standzeit und der wirksamen Stützweite nach LAUFFER, die für die Baukalkulation und praktische Baudurchführung unumgänglich sind, in Korrelation gebracht (spezif. Gebirgsverhalten). Zusätzlich werden Wertebereiche für die auftretende Gebirgskohäsion und den Reibungswinkel des Gebirges i.e.S.²⁰⁰ bezogen auf die Trennflächenwandungen so-

197 Anm. des Verfassers: Diese vereinfachte, allgemein gültige Bewertung beruht auf den Untersuchungen von G.E. Wickham et al (1972).

198 im Gegensatz zu Maidl - Band 2 (1995), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 50

aus Maidl – Band 2 (1995), aaO. Seite 50

200 siehe Bieniawski (1978) in Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. 15, No. 4., Seite 237f.: Ein empirischer Zusammenhang zwischen dem RMR-Wert und der Gebirgskohäsion (c_M) sowie für den Reibungswinkel des Gebirges i.e.S. (φ_M) leitet sich wie folgt ab:

$$c_M = 5 \times \text{RMR-Wert}$$

$$\varphi_M = 5 + (\text{RMR-Wert} : 2)$$

wie qualitative Angaben zur Nachbrüchigkeit nach MÜLLER angegeben (siehe Anhang 13.1.2/Tabelle 13-5).

4.2.1.2 Richtlinie für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen

Die RMR-Felsklassifikation enthält ebenfalls Richtlinien für die Ausbruchsart und die für den dabei erforderlichen Bedarf an Stützmaßnahmen notwendigen Stützmittelausteilungen (siehe z.B. Anhang 13.1.2/Tabelle 13-6). Bei diesen Empfehlungen für konventionell, hpts. mittels Sprengvortrieb aufgefahrene Hohlraumbauwerke, handelt es sich um **definitive Ausbaufestlegungen, d.h. die Ausbaumaßnahmen werden für den endgültigen Bestand** (einschalige Bauweise – „Innenschale“) **und nicht für den temporären Ausbau festlegt.**

BIENIAWSKI hebt jedoch auch die Notwendigkeit von baubegleitend durchzuführenden, messtechnischen Überwachungen hervor, sodass das Bewertungssystem an die lokalen Bedingungen angepasst werden kann.

Die in der Tabelle 13-6 beispielhaft aufgelisteten Empfehlungen sind v.a. auch abhängig von der Überlagerungshöhe des Hohlraumbauwerkes (< 900 m) und dem dadurch eingepprägten vertikalen Gebirgsdruck (< 25 MN/m²) sowie von der lichten Weite (10,0 m) des Hohlraumquerschnittes (Hufeisenprofil), mit dem Ziel Langzeitstabilität für den jeweiligen Festgesteinsverband in Zuweisung zur Gebirgsklasse zu erreichen.

Der Zusammenhang zwischen der vertikalen Komponente des Gebirgsdrucks und dem RMR-Wert kann mit Hilfe der Formel von E. UNAL²⁰¹ dargestellt werden:

$$P \text{ [MN/m}^2\text{]} = \gamma \times h_t = \gamma \times \frac{100 - (\text{RMR - Wert})}{100} \times B$$

wobei sich die Höhe des aufgelockerten Materials h_t wie folgt errechnet:

$$h_t \text{ [m]} = \frac{100 - (\text{RMR - Wert})}{100} \times B$$

P ...	Gebirgsdruck bzw. notwendiger Ausbaudruck [MN/m ²]
B ...	Breite des lichten Tunnelquerschnitts [m]
γ ...	Dichte des anstehenden Festgesteines [MN/m ³]

Es ist dies im Grunde nach wiederholt eine Überlegung, die an die schon behandelte Theorie von TERZAGHI²⁰² anknüpft und davon ausgeht, dass die Höhe des durch den Ausbruch gelockerten Gebirges und damit gegen den Hohlraum drückenden Materials von den Abmessungen des Tunnelquerschnittes und der natürlichen Standfestigkeit des Gebirges abhängig ist. Dabei fällt auf, dass der maximale Gebirgsdruck bei TERZAGHI ca. den 9-fachen Wert der lichten Querschnittsabmessungen erreichen kann, bei BIENIAWSKI hingegen kann der maximale Gebirgsdruck nur den einfachen Wert der lichten Querschnittsabmessungen erreichen.

4.2.2 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer NÖT-Anwendung

In der o.a. Version (1989) des RMR-Systems sind bereits die in der Erstversion (1972 – 1973) beanstandeten Mängel, wie z.B. die alleinige Bewertung des Einflusses des mengenmäßigen Anfalls von Bergwassers anstatt des freien Kluftwasserdruckes sowie eine weitere Unterteilung

²⁰¹ siehe Unal (1983), Ph.D. thesis, Seite 197f.

²⁰² vgl. Terzaghi (1946), Rock Tunnelling with Steel Supports, Seite 9ff.

der einaxialen Druckfestigkeiten des „low strength“-Bereiches (Lockergesteinsverband) berücksichtigt worden.

- **Kommentar(e) zur numerischen Bewertung:**

- **gebirgsbedingte Parameter:**

- Gebirgsdruck - Spannungszustände:

Das Festigkeitsverhalten gegenüber räumlichen Spannungszuständen findet in dieser Klassifizierungsmethode keine Beachtung, d.h. der generelle Einfluss des Primärspannungszustandes, insbesondere auch ungünstiger Primärspannungen v.a. bei Vorkommen von quellendem Gebirge, wird nicht berücksichtigt.

Einfluss findet die Gesteinsfestigkeit aus Laborproben (maßgebend für die technische Gewinnung hinsichtlich der Bohrbarkeit²⁰³) anstatt der Gebirgsfestigkeiten von In-situ-Großversuchen für die Verhaltenscharakteristik des Felsmaterials während des Vortriebes.

- Trennflächengefüge:

Vorab ist festzuhalten, dass das RMR-System für drei Trennflächenscharen entwickelt worden ist; sind weniger als drei Trennflächenscharen vorhanden, gibt der RMR-Wert nur eine vorsichtige Abschätzung der spezif. Gebirgsgüte wieder.

Der Abstand der Trennflächen sowie der Trennflächenzustand (wie z.B. Rauheit, Öffnungsweite und Füllung) gehen als Mittelwert aller auftretenden Trennflächensysteme im gleichen Homogenbereich in die Klassifikation ein und nicht das für die Standfestigkeit des Hohlraumbauwerkes und für die vortriebsrelevante Nachbrüchigkeit u. Maßhaltigkeit am ungünstigsten gelegene Trennflächensystem. Die dafür nötigen qualitativen Angaben werden zumeist anhand der Bohrkerne im Labor bestimmt und nicht anhand von In-situ-Großversuchen.

Bei der weiteren Auseinandersetzung tauchen auch noch Überlegungen hinsichtlich des zu bewertenden RQD-Wertes auf:

Der Einfluss des RQD-Wertes in Form der Gebirgsgütestellung ist relativ groß, da dieser theoretisch den Basic RMR-Wert bis zu max. 20% beeinflussen kann. Diese Beeinflussung tritt jedoch genau bei jenem Index ein, der maßgeblich von der Qualität der Kernbohrung (verwendete Bohranlage und Bohrausrüstung sowie notwendige Erfahrung des Bohrteams) und den äußeren Gewinnungsbedingungen abhängt. Im Extremfall kann eine auftretende Streuung des RQD-Wertes das Ergebnis um eine komplette Gebirgsklasse abändern²⁰⁴.

Für eine genaue Ermittlung des RQD-Wertes ist eine Bohrkernentnahme auf Tunnelniveau zu untersuchen, was bei den zumeist im alpinen Bereich tiefliegenden Hohlraumbauwerken ein gewisses Problem mit sich bringt. Dies ist insbesondere dann auch zu hinterfragen, wenn andere Eingangsparameter, wie der Abstand und der allgem. Zustand der Trennflächen (Rauheit, Öffnungsweite und Füllungen) bereits im System Berücksichtigung finden; hier kommt es m. E. zu einer Überbestimmung und daraus resultierend zu einer eher konservativen Bewertung in der RMR-Klassifikation.

²⁰³ ausführlich in Thuro, Dissertation, Seite 18ff.

²⁰⁴ ausführlich in Schatz (1986), Diplomarbeit, Seite 97ff.: Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Parameter auf die Gebirgsklasse im RMR-System; vgl. Steibl (2002), Diplomarbeit, Seite 41f.; vgl. Prinz (1997), Abriss der Ingenieurgeologie, Seite 397

- Bergwassereinfluss:
Die geomechanische Berücksichtigung des Bergwassereinflusses ist über das Verhältnis des Kluftwasserdruckes zur größten Hauptnormalspannung gegeben.
- o **bautechnisch-bedingte Parameter:**
 - Orientierung des Trennflächensystems:
Der konstruktionsbedingte Einfluss eines zur Hohlraumachse am ungünstigsten situ-ierten Trennflächensystems wird über einen Korrekturansatz nach Ermittlung des Basic RMR-Wertes einbezogen.
 - Hohlraumgröße und Querschnittsform:
Die genannten konstruktiven Parameter fließen im beschränkten Ausmaß erst indi-rekt im Zuge der Festlegungen für die Richtlinien für Ausbruchsart und Ausbaumaß-nahmen in diese Klassifizierungsmethode ein.
 - Tunnelbaumethode / Bau- und Betriebsweise:
Die Klassifizierungsmethode eignet sich hpts. für den konventionellen Sprengvor-trieb mit einer empfehlenden, klassenbezogenen Angabe der auszuführenden Bau-weise, jedoch ohne Angabe des Zeitpunkts für den Ringschluss, sowie für die Kal-kulation und praktische Bauausführung notwendigen Abschlaglänge; ein das um-gebende Gebirge schonenderes Vortriebsverfahren wird hierbei nicht berücksich-tigt²⁰⁵. Weitere Kriterien möglicher Vortriebsmethoden finden in dieses Klassifizie-rungssystem nicht Eingang.
 - Ausbaumaßnahmen:
Die für die permanenten Ausbaumaßnahmen vorgesehenen wesentlichen Stützmit-tel (Felsanker, Spritzbeton und Ausbaubögen) fließen in diese geotechnische Klas-sifikation überhaupt nicht, im hinreichenden Ausmaß erst im Zuge deren Festlegung über die Richtlinie für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen ein.
- o **zeitlich bedingtes Verformungsverhalten des Gebirges:**
Bei der empirisch festgelegten Einteilung der Gebirgsklassen nach der spezif. Gebirgsgü-te, gemäß den charakteristischen RMR-Wertebereichen von „sehr gut“ bis „sehr schlecht“, fällt das Fehlen einer Terminologie auf, die das geotechnische Verhalten des Gebirges hinsichtlich des zeitlich zu bewertenden Ausbruch- und Einbauvorganges des Bedarfs an Stützmaßnahmen beschreibt. Erst durch Kombination mit dem Lauffer-Diagramm ist eine solche erforderliche Aussage zu erhalten.

4.2.2.1 Geotechnische Klassifikation

Während TERZAGHI und LAUFFER versuchten das Verhalten des Gebirges als Ergebnis einer Anpassung bautechnisch-bedingter Parameter an rein gebirgsbedingte Einflussgrößen unter Bezugnahme auf das zeitlich bedingte Verformungsverhalten des Gebirges aufzufassen und auf dieser Grundlage das Gebirge zu klassifizieren, entsteht innerhalb des RMR-Systems nach BIE-NIAWSKI der subjektive Eindruck, dass bautechnisch-bedingte Parameter nur eine untergeord-nete Rolle für das Gebirgsverhalten spielen. Durch diese geringe Berücksichtigung der Wech-selwirkung zwischen gebirgsbedingten und bautechnisch-bedingten Parametern unter relativ spätem Einbezug des zeitlich bedingten Gebirgsverhaltens, ist diese Felsklassifikation hinsicht-

²⁰⁵ siehe Bieniawski (1989), Engineering Rock Mass Classifications, Seite 63: Eine Systemapplikation für den TBM-Vortrieb wird erst in den Folgejahren von Lauffer entwickelt.

lich der neu entwickelten flexiblen Tunnelbaumethode NÖT eher als Rückschritt zufolge dem damaligen Stand der Technik zu werten.

Dadurch entsteht der Eindruck, dass die Einstufung in Gebirgsklassen, eine u.a. notwendige betriebswirtschaftliche Voraussetzung für den Bezug der angemessenen Preisfindung leistungsbestimmender Vortriebstätigkeiten, eine rein konstruktionsbezogene Größe ist. Überlegungen von LAUFFER²⁰⁶, die die elementaren Zusammenhänge zwischen Hohlraumgröße und Profilform, Ausbruchsart, Ausbaumaßnahmen und dem allgem. zeitlich bedingten Gebirgsverformungsverhalten aufzeigen, finden daher im RMR-System ebenfalls keine Berücksichtigung²⁰⁷. Nach all diesen kritischen Anmerkungen stellt sich m.E. die Frage, ob eine umfassendere Auswahl an Eingangsgrößen das System verbessern oder nur den dafür notwendigen Aufwand erheblich vergrößern würde?

Durch die empirisch festgelegte Gebirgsklasseneinteilung ist eine bezogene Angabe von Stützmittelausteilungen (z.B. Felsanker, Spritzbeton und Tunnelbögen) rein für den permanenten Ausbau möglich, jedoch sind diese in Abhängigkeit des Gebirgsdruckes und der dadurch zusammenhängenden Tiefenlage des Hohlraumbauwerkes sowie der Querschnittsform zu verstehen. Sie stellen u.a. eine den vergaberechtlichen Grundlagen mehr oder weniger entsprechende Basis der Ausschreibung zur Ermittlung der leistungsabhängigen Herstellkosten im Zuge der Baukalkulation dar. Die Angaben zur Austeilung der Stützmaßnahmen sind im direkt proportionalen Verhältnis zu dem der Klassenfestlegung zugrunde liegenden RMR-Wertebereich zu sehen. Diese Klassifikation liefert in der zugehörigen Richtlinie für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen z.T. auch Angaben, wie z.B. einer aus der wirksamen Stützweite und Standzeit resultierenden max. Abschlagslänge, welche für den Unternehmer speziell im Zuge der Festlegung der Bauweise erforderlich ist.

→ **Resümee:**

Das RMR-System ist ein **semi-quantitatives und projektunabhängiges**, für den Anwender relativ leicht zu praktizierendes **System der Felsklassifikation**; die Bewertung der gebirgsbedingten Parameter, die entweder praktisch aus Bohrkernanalysen oder theoretisch aus baugelogischen Aufzeichnungen gewonnen werden, und des bautechnisch-bedingten Parameters erfolgt ähnlich dem RSR-Konzept nach empirisch geeichten Tabellenwerken. Dieses Klassifizierungssystem kann aufgrund der allgem. Komplexität des Gebirges sowie der daraus resultierenden Schwierigkeit alle einfließenden Parameter, samt der mit zu betrachtenden Randbedingungen, in dieser Bewertung zu erfassen, nicht uneingeschränkt im Bergbau, bei der Untersuchung von Fundierungs- und Böschungsstabilitäten sowie im Untertagebau eingesetzt werden. Erst durch die **Koppelung der Gebirgsklassen mit dem Lauffer-Diagramm** wird anhand der Zuordnung des RMR-Wertes eine **Aussage über das spezif. Gebirgsverhalten** ermöglicht.

Trotz BIENIAWSKI's späterer Erkenntnis der Notwendigkeit von baubegleitenden messtechnischen Kontrollen für eine ständige wirtschaftliche Anpassung des Ausbaues²⁰⁸, hat er in seinem System die Erfordernisse des flexiblen Ausbaues, der das Mittragen des Gebirges ausnutzen will und damit Verformungen im, an einem zeitlichen Maßstab zu wertenden, bestimmten Ausmaße zulässt, nicht in entsprechender Weise berücksichtigt. Deshalb bleibt der Gebrauch des RMR-Systems am ehesten auf Tunnelbaumethoden mit einem starren (einschaligen) Ausbau bzw. in

²⁰⁶ siehe Lauffer (1958) in Geologie und Bauwesen Heft 1, Seite 46ff., vgl. Müller - Band 1 (1980), Theoretischer Teil - Felsbau über Tage, Seite 205
²⁰⁷ ausführlich in Bieniawski u. Alber (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 440f.
²⁰⁸ vgl. Bieniawski (1997) in Felsbau Nr. 3, Seite 177f.

standfesten Gebirgsverhältnissen i.e.S. beschränkt²⁰⁹, da in diesen Fällen die bautechnisch-bedingten Einflüsse eine weit geringere Bedeutung aufweisen.

Das RMR-System ist ebenfalls wie das RSR-Konzept eine typische **“one-time process“-Klassifikation** (einmalige Dimensionierung bzw. Festlegung von Ausbruch und Stützung), die den Anforderungen einer flexiblen Tunnelbaumethode, d.h. eine wirtschaftliche, dynamische Anpassung von Ausbruch und Stützung durch Beobachtung, Aufnahme und Auswertung laufender baubegleitender messtechnischer Überprüfungen zur Verifikation des prognostizierten Gebirgsverhaltens, im Sinne der NÖT-Philosophie nicht gerecht wird.

4.2.2.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten)

- **Prognostizierbare Ausbaufestlegung – Grundlage der Kalkulation:**

Theoretische Ausgangsbasis ist der dimensionslose RMR-Wert, der die spezif. Gebirgsgüte aufgrund festgelegter gebirgs- und bautechnisch-bedingter Einflussgrößen in einem bestimmten Homogenbereich widerspiegelt und einer der fünf Gebirgsklassen eindeutig zugewiesen werden kann. Anhand der Tabelle 4-2 und der Abbildung 4-4 können daraus einerseits für die kalkulations- und ausführungsrelevante Verwendung die durchschnittlich prognostizierte Standzeit und die wirksame Stützweite (bzw. eine als Obergrenze daraus resultierende max. Abschlagslänge) abgeschätzt werden, andererseits wird anhand der Tabelle 13-6 (siehe Anhang 13.1.2) eine Zuordnung gem. der Richtlinie für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen zu den ebenfalls kalkulations- und ausführungsrelevanten, empfehlenden Teilangaben zur Bauweise anhand einer empfohlenen Abschlagslänge sowie zu den als Ausbaumaßnahmen zur Anwendung gelangenden Stützmitteln ermöglicht. Die für die Betriebsweise notwendige Angabe eines Zeitpunktes für den spätest möglichen Ringschluss liefert diese Richtlinie nur vereinzelt und dann nicht sehr exakt. Die Abfassung einer **prognostizierbaren, für nicht komplex aufgebaute²¹⁰, bevorzugender Weise in standfesten Gesteinsverbänden anwendbare Ausbaufestlegung i.S. einer den vergaberechtlichen Grundlagen entsprechende LB** (siehe Pkt. 2.4.2.2.2) ist aber **prinzipiell durchführbar**.

- **Angemessene Ermittlung leistungsabhängiger Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten):**

Auf Basis der aus dieser geotechnischen Klassifikation gewinnbaren Kalkulationsgrundlagen bzgl. der empfohlenen Bauweise mit zugehöriger Abschlagslänge und einer vorauszusetzenden herkömmlichen Betriebsweise, dem Bekanntsein der Stützmittelarten und der mengenmäßigen Angabe dergleichen ist die Kalkulation leistungsabhängiger Herstellkosten für eine ausschließlich RMR-Wert-bezogene Gebirgsklassen-Leistungsposition in einem LV auf Grundlage einer auf denselben Voraussetzungen beruhenden LB rein theoretisch sowie auch in der praktischen Ausübung möglich.

²⁰⁹ Anm. des Verfassers: Das Ergebnis des RMR-Systems wirkt zumeist stark konservativ hinsichtlich des tatsächlich auftretenden geotechnischen Systemverhaltens vor Ort, was schon alleine durch die Methodik der Klassifikation (keine wirtschaftliche Anpassung an die örtlich vorzufindenden Verhältnisse von Ausbruch und Stützung) vorgegeben ist. In eine prognostizierbare Ausbaufestlegung fließen die am ungünstigsten zu betrachtenden Parameter des zugrunde liegenden Homogenbereiches in die numerische Systembewertung ein, welche dann die Ausbaumaßnahmen einmalig dimensionieren bzw. festlegen. Aus diesem Grund kommt es meistens zu einer Überdimensionierung der selbigen anhand der RMR-Klassifikation.

vgl. Schäffer (1997), Diplomarbeit, Seite 42ff.; vgl. Steibl (2002), Diplomarbeit, Seite 61ff.

²¹⁰ Anm. des Verfassers: Die Richtlinien für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen werden empirisch aus vergangenen Projekten abgeleitet und sind daher im Einzelnen gesehen nur für einen allgemeinisierten Anwendungsfall für den einschaligen, endgültigen Ausbau unter Einhaltung zuvor angeführter Rahmenbedingungen geeignet.

leistungsabhängige Herstellkosten:	erforderliche Grundlagen aus der geotechnischen Klassifikation:	Kriterium der Kalkulierbarkeit:	Durchführbarkeit der Kalkulation:
Einzelohnkosten für Ausbruch	Gebirgsklasseneinteilung, empfohlene Bauweise anhand der Ausbruchsart, techn. Lösemethode, usw. mit zugehöriger Abschlagslänge, interpretierbare Betriebsweise u.a. aus Angabe der spätest möglichen Ringschlusszeit	z.T. erfüllt	JA, für nicht komplexe Verhältnisse
Einzelohnkosten für Stützmittel	Gebirgsklasseneinteilung, Art und Menge der Stützmaßnahmen	erfüllt	JA

Tabelle 4-3: Beurteilung der Kalkulationsgrundlagen

- **faire, leistungsgerechte Vergütung:**

Stimmen während der Ausführung die tatsächlichen Vortriebsverhältnisse genau mit den zur Ausschreibung prognostizierten Vortriebsverhältnissen nach vorhandener Gebirgsklassendefinition aufgrund der RMR-Klassifikation und der daraus bezugnehmend kostenmäßig bewerteten Leistungen überein, dann entspricht in diesem Fall auch die leistungsabhängige Vergütung; tritt dieser Umstand jedoch nicht ein, was im Untertagebau z.B. im alpinen Bereich - häufig wechselhaft gelagerte und von druckhaft bis standfest reichende Gebirgsformationen - zumeist der Fall ist, gilt folgendes:

Der bau- und betriebswirtschaftlichen Anforderung als zu dienende Grundlage einer fairen, leistungsgerechten Vergütung von tatsächlich erbrachten VT-Leistungen, die eine moderne flexible Tunnelbaumethode wie die NÖT an ein Klassifizierungssystem im Zuge der baupraktischen Anwendung heutzutage stellt, kann das RMR-System von BIENI-AWSKI aufgrund generell fehlender Voraussetzungen systemzugehöriger Vertragsbestimmungen zur Formulierung etwaiger Entgeltanpassungsmechanismen für ein zugehöriges Vergütungsmodell nicht entsprechen.

D.h. in diesem Fall wären einem ausgereiften Claim-Management sämtliche Türen und Tore geöffnet. Von einer Bereichsabgrenzung für die Gültigkeit der klassenbezogenen Vergütung, die sich an den Grenzfestlegungen der Gebirgsklassen (vgl. Tabelle 4-2) anlehnen würde, ist abzu-sehen, zumal sich schon der Einfluss gleicher geomechanischer Parameter in die RMR-Klassifikation aufgrund von messtechnisch auftretenden Streuungen bereits klassenverändernd auswirken kann (vgl. Pkt. 4.2.2).

Die RMR-Klassifikation eignet sich sehr gut im Zuge einer Anwendung von z.B. Expertensystemen, da es eine in einer vergleichenden Weise mit anderen Klassifizierungssystemen gute Aussagekraft über die (spezif.) Gebirgsgüte, die für die Trassenentscheidung im Zuge der Machbarkeit in einer frühen Projektphase maßgebende Gewichtung hat, besitzt.

4.3 Rock Tunnelling Quality-System

Eine weitere praxisgeläufige Felsklassifikation anhand des Rock Tunnelling Quality-Systems (kurz: Q-System) wurde von den Norwegern N. BARTON, R. LIEN und J. LUNDE²¹¹ im Jahr 1974 am Norwegian Geological Institute (deswegen auch NGI-Classification genannt) entwickelt und stellt heute eine weitgehend anerkannte Methode zur Bewertung der „Gebirgsqualität Q“ (Gebirgsgröße i.e.S.) dar. Eine Untersuchung von

Daten aus ca. 212 fertig gestellten Tunnelbauten aus dem skandinavischen Raum ergab einen nutzbaren bautechnischen Zusammenhang zwischen Umfang und Art der Ausbaumaßnahmen des permanenten Ausbaues und der „Gebirgsqualität“. Die Ermittlung und Beschreibung der einzelnen Parameter erfolgt weitgehend nach den von der ISRM vorgeschlagenen Untersuchungs- und Bestimmungsmethoden, was für die allgem. Anwendung insofern von Bedeutung ist, dass die Wertebestimmung eindeutiger definiert ist als bei den vorangegangenen Klassifizierungsmethoden.

Das System wurde anschließend 1993 überarbeitet und 1994 von N. BARTON und E. GRIMSTAD²¹² neu veröffentlicht.

- **Anwendung:**
 - Bergbau
 - Hohlraumbau (speziell Tunnel-, Stollen- und Kavernenbau), ausschließlich im Festgesteinsverband - Fels

4.3.1 Grundlagen

Das Q-System basiert auf der numerischen Einschätzung der spezif. Gebirgsgröße anhand folgender sechs, unabhängiger geomechanischer, tlw. indirekt bautechnisch-bedingten Einfluss aufweisender Parameter, die durch einen analytisch hergeleiteten Formelansatz zum Q-Wert (Quality Index) führen.

- (1) **Bestimmung einer Gebirgsgröße Kennzahl** (num. Bewertung auf Basis RQD-Index [%])
- (2) **Anzahl der Klufsysteme** (num. Bewertung auf Basis der vorhandenen Anzahl von Klufscharen / Joint Set Number ... J_N [1])

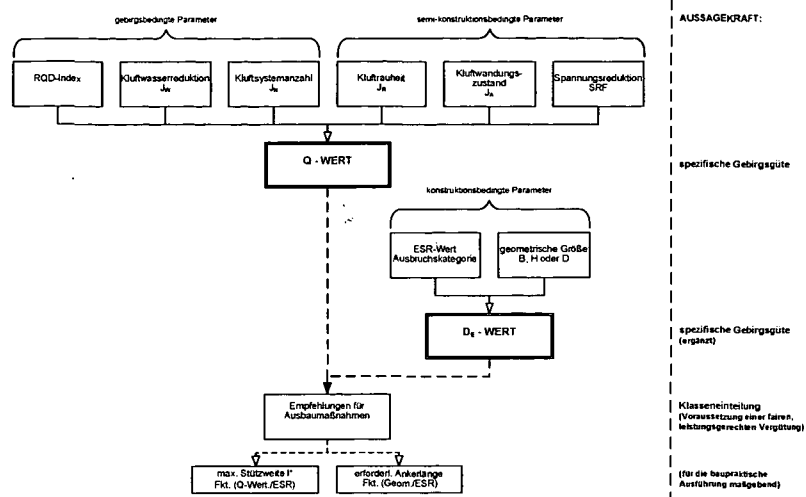


Abbildung 4-5: Ablaufschema der Klassifikation nach Q-System

²¹¹ ausführlich in Barton et al (1974) in Rock Mechanics Vol. 6, Seite 191ff.
²¹² ausführlich in Barton u. Grimstad (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 428ff.

- (3) **Rauheit der Klufflächen** (num. Bewertung auf Basis der ungünstigsten Kluff-schar bzw. Unstetigkeit / Joint Roughness Number ... J_R [1])
- (4) **Veränderung der Klufflächenwandungen oder der Kluffüllungen** (num. Bewertung auf Basis qualitativer Zustandsbeschreibung längs der schwächsten Unstetigkeit / Joint Alteration Number ... J_A [1])
- (5) **Wasservorkommen** (num. Bewertung auf Basis qualitativer Mengenbeschreibung unter Berücksichtigung des vorhandenen Wasserdrucks [kg/cm^2] / Joint Water Reduction Number ... J_W [1])
- (6) **Gebirgsspannungszustand i.e.S.** (num. Bewertung auf Basis qualitativer Zustandsbeschreibung und bezogenem Spannungsverhalten / Stress Reduction Factor ... SRF [1])

Die sechs Parameter werden entsprechend den gegebenen Verhältnissen zufolge eines vorgegebenen Homogenbereiches numerisch bewertet und zu drei aussagekräftigen Quotienten (siehe Abbildung 4-6 - relative Kluffkörpergröße, Scherfestigkeit zw. den Kluffkörpern und aktiv vorherrschende Spannungen) zusammengefasst. Durch weitere Multiplikation wird auf Grundlage empirischer Ermittlung ein gewichteter dimensionsloser Wert (Q-Wert) der **spezif. Gebirgsgüte i.e.S.** (spezif. Felsgüte) kreiert:

Klassifikationskennwerte, mit Übersichts-bereichen	RQD-Index [%]		Kluffsystemzahl J_N		Klufftrauhigkeitszahl J_R	
	schlecht	< 50	kompakter, massiver Fels	< 1,0	nicht durchstreichende (stufig, raue) Klüfte	max. 4,0
	annehmbar bzw. ausreichend	50 - 75	geklüfteter Fels (Anzahl der Kluffscharen)	1,0 - 12,0	---	---
	gut	≥ 75	stark bis regellos zerklüfteter Fels	> 15,0	durchstreichende (eben, harrischartige) Klüfte	≤ 1,0
	Kluffwandungszustandszahl J_A		Kluffwasserreduktionszahl J_W		Spannungsreduktionsfaktor SRF	
unzersetzte Klufflächenwandungen	≤ 1,0	trocken bis geringer Zufluss ($W_{\text{Druck}} < 1,0 \text{ kg}/\text{cm}^2$)	1,00	günstige Verhältnisse		≤ 2,0
zersetzte Klufflächenwandungen mit geringen Tonmineraleinlagerungen	2,0 - 8,0	mittlerer Zufluss ($W_{\text{Druck}} 1,0 - 10,0 \text{ kg}/\text{cm}^2$)	0,66 - 0,33	ungünstige Verhältnisse (Auftreten von Spannungsproblemen)		2,5 - 7,5
stark zersetzte Klufflächenwandungen mit dicken Tonzwischen-schichten	≥ 12,0	starker Zufluss ($W_{\text{Druck}} > 10,0 \text{ kg}/\text{cm}^2$)	≤ 0,20	druckhaft bzw. quellender Fels		≥ 10,0
Q-Wert [1]	= $\frac{\text{RQD-Index}}{J_N}$		x	$\frac{J_R}{J_A}$	x	$\frac{J_W}{\text{SRF}}$
Gebirgsgüte i.e.S.	"relative Kluffkörpergröße"			"Scherfestigkeit zw. den Kluffkörpern"		"aktiv vorherrschende Spannungen"
Tunnelbauverhältnisse:						
sehr schlecht	≤ 1,0					
mäßig	4,0 - 40,0	$200,0 \geq \text{RQD-Index} / J_N \geq 0,5$		$4,0 \geq J_R / J_A \geq 0,02$		$1,0 \geq J_W / \text{SRF} \geq 0,005$
extrem gut	≥ 100,0					

Abbildung 4-6: kurz gefasste Übersichtsdarstellung der Ermittlung des Q-Wertes nach N. Barton et al

Der errechnete Wert **Q** liegt in einem Bereich von **Q = 0,001** (äußerst schlechtes, quellendes Gebirge i.e.S.) bis **Q = 1.000** (massiver, fast bruchfreier Fels). Die Veranschaulichung der spezif. Gebirgsgüte (Q-Wert), zuordenbar in **7 bzw. 9 Gebirgsgüteklassen** i.e.S, erfolgt in einem mit logarithmischem Maßstab versehenen Diagramm, wobei hier unter Berücksichtigung einer weiteren Kennzahl anhand der systemangehörigen Empfehlungen für die erforderlichen Ausbaumaßnahmen eine Festlegung des permanenten Ausbaus zufolge einer Auswahl aus **38 Stützmitteleinbaukategorien** erfolgen kann.

4.3.1.1 Vorgangsweise bei der Klassifizierung

Resultierend aus einer Einteilung des Gesteinsverbandes in Homogenbereiche, entsprechend einer baugelologischen Beschreibung, werden daraus die zugrunde liegenden, die spezif. Gebirgsgüte charakterisierenden Parameter des Q-Systems erfasst und gemäß der im Anhang dar-

gestellten Bewertungstabellen nach BARTON et al - Tabelle 13-7 bis Tabelle 13-12 (siehe Anhang 13.1.3) - numerisch eingeschätzt. Die einzige Ausnahme bildet der RQD-Index, dessen Charakterisierung direkt aus der Auswertung des Bohrkernaufschlusses²¹³ stammt. Unter Bezugnahme auf die zuvor angeführte Ermittlungsformel des Q-Wertes, können die drei Faktoren wie folgt interpretiert werden:

Erster Faktor – aus dem Dividend RQD-Index (Gebirgsgütekennzahl) und dem Divisor J_N (Kluftsystemzahl) - vermittelt einen Überblick über die Struktur des Gebirges, d.h. der RQD-Index geht in dieser Felsklassifikation nicht mehr für sich alleine als Kennzahl betrachtet ein, sondern repräsentiert im quantifizierbaren Maßstab, bezogen auf den Einfluss der Anzahl von Kluftscharen, die relative Kluftkörpergröße im Zentimetermaß²¹⁴.

Der Quotient - **zweiter Faktor** - der sich aus dem Dividend J_R (Klufttrauheitszahl) und dem Divisor J_A (Kluftwandungszustandszahl) ergibt, kann als Indikator für die Scherfestigkeit²¹⁵ über die Funktion „arctan (J_R/J_A)“ - Reibungs- bzw. Scherwinkel - an den Anschlussflächen zwischen den einzelnen Kluftkörpern betrachtet werden. Hier drücken die Autoren v.a. die Beziehung zwischen rein geologischen Eigenschaften im Wandel zum geomechanischen Parameter aus.

Der Faktor J_W (Kluftwasserreduktionszahl) ist ein Maß für den Porenwasserdruck der Klüftfüllungen, während der nicht rein gebirgsbedingte, sondern auch indirekt bautechnisch-bedingten Einfluss aufweisende Parameter SRF (Spannungsreduktionsfaktor) – auch umgangssprachlich als Gesamtdruckparameter bezeichnet - unterschiedliche Interpretationen²¹⁶ zulässt:

- Berücksichtigung des Auflockerungsdruckes im Fall eines Ausbruches durch Scherflächen und tonhaltigen Fels .
- Berücksichtigung des Überlagerungsdruckes im standfesten Fels
- Berücksichtigung der Druckhaftigkeit oder des Quelldruckes im plastischen, nicht standfesten Fels

Dieser SRF-Wert ist ein in die Klassifikation einfließender Reduktionsfaktor, der den Einfluss eingepprägter bzw. vorherrschender Spannungszustände auf die Hohlraumstabilität und damit weiters auf die spezif. Gebirgsgüte im Sinne einer Felsklassifikation für den Untertagebau in Rechnung stellt. Bei standfesten Fels ist jener auftretende Druck maßgebend, der aus dem Verhältnis der einaxialen Druckfestigkeit zur größten Hauptspannung bzw. der Tangentialspannung zur kleinsten Hauptspannung auftritt. Bei stark geklüfteten Fels fließt die Überlagerungshöhe und der Tonmineralanteil mit ein. Die numerische Wertung erfolgt nach Tabelle 13-12 (siehe Anhang 13.1.3).

Der Quotient - **dritter Faktor** - aus dem Dividend J_W und dem Divisor SRF beschreibt gemäß BARTON et al die aktiv wirksamen Gebirgsspannungen.

Es erscheint daher, dass der die spezif. Gebirgsgüte quantifizierende Q-Wert lediglich als Funktion der relativen Kluftkörpergröße, der Scherfestigkeit zw. den Kluftkörpern und den aktiv vorherrschenden Spannungen betrachtet werden kann.

In dem Wertespektrum, das dieser Felsklassifikation zugrunde liegt, wird das Gebirge in 7 die Gebirgsgüte beschreibende Hauptklassen (siehe Tabelle 4-4) eingeteilt, wobei die die beste Gebirgsgüte aufgrund der Wertebereichsabgrenzung beinhaltende Gebirgsklasse in 3 weitere Un-

²¹³ siehe Milne et al (unbek.) aus <http://www.usask.ca> vom 28.11.2003, Seite 1f.: RQD-Index nach D.U. Deere und A.J. Hendron (1964)

²¹⁴ ausführlich in Barton et al (1974) in Rock Mechanics Vol. 6, Seite 200

²¹⁵ siehe Barton et al (1974), aaO., Seite 200

²¹⁶ vgl. Barton et al (1974), aaO.; vgl. Maidl et al (1997), Tunnelbau im Sprengvortrieb, Seite 279f.

terklassen aufgegliedert ist. Mit diesem möglichen Wertespektrum können sämtliche, auf theoretisch mehr als 300.000 geologischen Kombinationen²¹⁷ beruhenden Gebirgsgütern erfasst werden. Je höher der Q-Wert ist, desto besserer Festgesteinsverband steht unter dem Gesichtspunkt der Trassenorientierung (spezif. Gebirgsgüte i.e.S.) an.

Q-Wertebereiche ²¹⁸ :	Gebirgsgüteklassen	
0,001 – 0,01	G	außerordentlich schlechtes Gebirge
0,01 – 0,1	F	äußerst schlechtes Gebirge
0,1 – 1	E	sehr schlechtes Gebirge
1 – 4	D	schlechtes Gebirge
4 – 10	C	mittelmäßiges Gebirge
10 – 40	B	gutes Gebirge
40 – 100	A	sehr gutes Gebirge
100 – 400		besonders gutes Gebirge
400 – 1.000		außergewöhnlich gutes Gebirge

Tabelle 4-4: Bestimmung der Gebirgsgüteklasse nach N. Barton et al

BARTON et al weist darauf hin, dass es bei der Klassifikation im Untertagebau, speziell für den Stollen- und Tunnelbau, sinnvoller ist, **größere gleichbleibende Q-Bereiche zu definieren**, da hierdurch die **bautechnische Durchführung des Bedarfs**

an Stützmaßnahmen einfacher und - i.S. einer fairen, leistungsgerechter Vergütung a.d.S. des Unternehmers jedoch fälschlicherweise - **ökonomischer** (vgl. Pkt. 5 ff.) wird.

4.3.1.2 Empfehlungen für Ausbaumaßnahmen

Die Q-Felsklassifikation weist **Empfehlungen für Ausbaumaßnahmen** anhand von angeführten Stützmittelkombinationen auf, die von den Autoren für die baupraktische Anwendung ausführlich in **38 Stützmitteleinbaukategorien** (siehe Anhang 13.1.3/Tabelle 13-15 bis Tabelle 13-18) unterteilt wurden. Bei diesen Empfehlungen für konventionell aufgefahrte Hohlraumbauwerke handelt es sich allerdings um **Stützmittelkombinationen für den permanenten Ausbau** (einschalige Bauweise – „Innenschale“), die **in erster Linie nur für die Anwendung im Firstbereich („Roof Support Recommendations²¹⁹“) vorgesehen sind.**

Eine Beziehung zwischen dem Q-Wert und dem zuordenbaren, permanent vorherrschenden Ausbaudruck im Firstbereich P_{roof} , der u.a. die Vorgabe für den Bedarf an Stützmaßnahmen und in weiterer Folge die Aufteilung der Stützmittel in den Einbaukategorien bestimmt, lässt sich anhand der folgenden Gleichung zeigen:

$$P_{\text{roof}} [\text{kg/cm}^2] = \frac{2}{J_R} \times \frac{1}{\sqrt[3]{Q}}$$

Falls die Anzahl der Klufsysteme kleiner als drei ist (d.h. $J_N \leq 9$), reduziert sich auch die Anzahl der Freiheitsgrade für eine mögliche Klufkörperbewegung, weil mindestens drei Kluffflächenpaare für eine dreidimensionale Betrachtung einer allfälligen Klufkörperbewegung notwendig sind. Demzufolge lässt sich obige Formel daher für den zuordenbaren, permanent vorherrschenden Ausbaudruck im Firstbereich wie folgt darstellen:

$$P_{\text{roof}} [\text{kg/cm}^2] = \frac{2}{3} \times \sqrt{J_N} \times \frac{1}{J_R} \times \frac{1}{\sqrt[3]{Q}}$$

²¹⁷ ausführlich in Barton et al (1974) in Rock Mechanics Vol. 6, Seite 193

²¹⁸ vgl. Barton et al (1974), aaO., Seite 204: Grundlage der Q-Wertebereichseinteilung ist die Felsklassenfestlegung von Terzaghi; die Transformation ist in der zitierten Literatur ausführlich angeführt.

²¹⁹ vgl. Barton et al (1974), aaO., Seite 211f.: Die im Anhang dargestellten Empfehlungen der Ausbaumaßnahmen gelten im wirtschaftlich vertretbaren Ausmaß nur für den Firstbereich; für den Kämpfer- und Ulmenbereich kommen lt. den Autoren nur jene Stützmitteleinbaukategorien in Betracht, die in das hypothetische Q-Wertespektrum $1,0 \leq Q \leq 10,0$ einzuordnen sind.

Für die Kämpfer- und Ulmenbereiche ist keine Berechnungsformel angeführt, da davon ausgegangen wird, dass die Ausbaudrücke meist geringer sind und im Bereich von einem Drittel der Firstdrücke liegen. Generell sind hierbei aber tektonische Restspannungen nicht berücksichtigt, die das Verhältnis von First- und Ulmendruck verändern können.

Die anwenderorientierte Ausbaufestlegung anhand der 38 Stützmitteleinbaukategorien erfolgt einerseits über den die spezif. Gebirgsgüte charakterisierenden Q-Wert und andererseits über eine ergänzend eingeführte **Verhältniszahl** D_E (Equivalent Dimension) (siehe Abbildung 4-7), die in Beziehung zu nachstehend angeführten Randbedingungen die erforderliche Hohlraumstabilität anhand der davon abhängenden Stützmaßnahmen in Form von empfohlenen Stützmittelaustellungen festlegt. In jenen Stützmitteleinbaukategorien in denen sich v.a. die Q-Wertebereiche überschneiden bzw. identisch sind, sind anhand der relativen Klufkörpergröße (RQD-Index/ J_N) und der Scherfestigkeit zw. den Klufkörpern (J_R/J_A) weitere Feinabstimmungshilfen für die Festlegung des Ausbaus ermöglicht.

Der D_E -Quotient ist eine Funktion der Größenverhältnisse des Ausbruchquerschnittes in Bezug zum zukünftigen Verwendungszweck des Hohlraumbauwerkes. Er wird bestimmt indem die Breite, der Durchmesser oder die Höhe des Ausbruchquerschnittes durch eine vom Verwendungszweck des Hohlraumbauwerkes abhängige numerische Bewertung, der sogen. **Hohlraumstützungskennzahl ESR** (Excavation Support Ratio) dividiert wird.

$$D_E [m] = \frac{B, D \text{ oder } H}{ESR}$$

D_E ...	Equivalent Dimension / äquivalentes Maß
B ...	Ausbruchsbreite [m]
D ...	Ausbruchsdurchmesser [m]
H ...	Ausbruchshöhe [m]
ESR ...	Excavation Support Ratio / Hohlraumstützungskennzahl

Die korrekte Anwendung des Dividenden für den D_E -Quotienten ist bemessungszweckorientiert (First- oder Kämpfer- und Ulmenbereich) und querschnittsabhängig (Rechteck- oder Kreisquerschnitt):

- Rechtecksquerschnitt - Firstbereich: B ... Ausbruchsbreite
Kämpfer- und Ulmenbereich: H ... Ausbruchshöhe
- Kreisquerschnitt - Firstbereich: D ... Ausbruchsdurchmesser
Kämpfer- und Ulmenbereich: D ... Ausbruchsdurchmesser

Der Divisor - ESR-Wert (siehe Anhang 13.1.3/Tabelle 13-14) - bezieht sich auf die Dauerhaftigkeit des Ausbaues und den Verwendungszweck des Hohlraumbauwerkes und enthält auch indirekt die aus der jeweiligen Stabilitätsanforderung beinhaltend geforderten Sicherheiten einerseits für Mannschaft und Gerät während der Vortriebsarbeiten, andererseits für den bauwerksspezifischen, dauerhaft zu gewährleistenden Betriebszustand. Je kleiner daher der ESR-Wert gewählt wird, um so größer ist der Sicherheitsstandard des permanenten Ausbaues; für rein **temporäre Ausbaumaßnahmen** ist lt. den Autoren²²⁰ sowohl der **ESR-Wert auf „1,5 x ESR“** als auch der **Q-Wert auf „5,0 x Q“ zu erhöhen**, unabhängig einer sonst unterschiedlichen Betrachtung für den First- oder Kämpfer- und Ulmenbereich.

²²⁰ vgl. Barton et al (1974) in Rock Mechanics Vol. 6, Seite 223

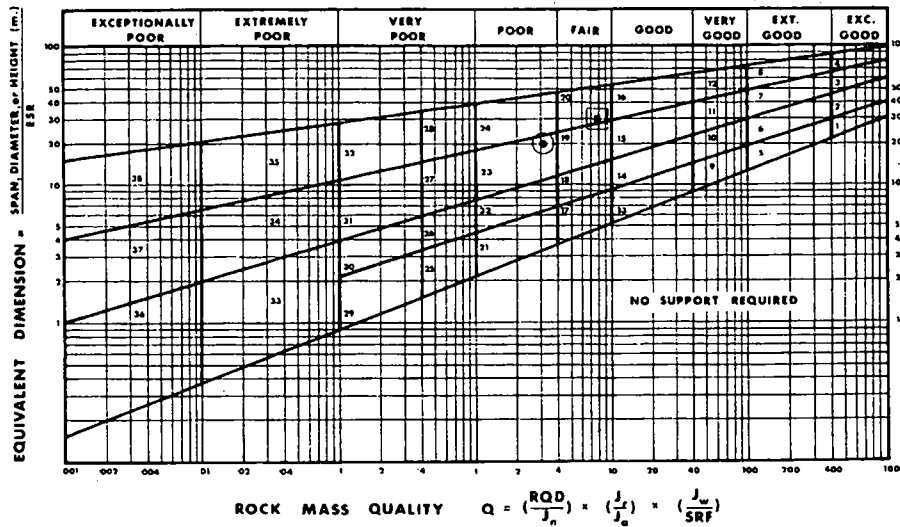


Abbildung 4-7: Stützmitteleinbaukategorien in Zuordnung zu den Gebirgs-güteklassen nach Barton et al

$$D_E' = 2,0 \times Q^{0,4}$$

Durch Gleichsetzung der beiden Formeln ($D_E = D_E'$) wird in Anlehnung an die Theorie von LAUFFER eine **maximal wirksame Stützweite I^*_{max}** [m] unter Bezugnahme zur Dauerhaftigkeit des Ausbaues und zum Verwendungszweck des Hohlrumbauperkes hergeleitet, deren Gleichung wie folgt angegeben werden kann:

$$I^*_{max} [m] = 2,0 \times ESR \times Q^{0,4} = 2,0 \times ESR \times \sqrt[5]{Q^2}$$

Den Prinzipien der NÖT-Philosophie entsprechend, werden in den dem Q-System zugrunde liegenden Empfehlungen für Ausbaumaßnahmen ausschließlich geläufige Stützmittel (verspannte oder injizierte Felsnägel bzw. -anker, Spritzbeton, Baustahlgitter, Tunnelbögen, usw.) für die baupraktische Verwendung vorgesehen.

In diesem Zusammenhang lässt sich z.B. die erforderliche Felsnagel- oder Felsankerlänge mittels folgenden Formeln abschätzen, wobei querschnittsspezifisch das richtige Ausbruchsmaß berücksichtigt wird:

- Firstbereich²²¹:

Felsnägel	$L [m] = 2,0 + 0,15 \times B : ESR$
Felsanker	$L [m] = 0,40 \times B : ESR$
- Kämpfer- und Ulmenbereich:

Felsnägel	$L [m] = 2,0 + 0,15 \times H : ESR$
Felsanker	$L [m] = 0,35 \times H : ESR$

Der erzielbare Ausbauwiderstand, unabhängig von der Anwendung spannbare oder injizierbarer Felsnägel oder -anker, errechnet sich über die quadratische Nagel- bzw. Ankersystemabstandsfläche.

$$P [kg/cm^2] = \frac{1}{a^2}$$

- P ... Ausbauwiderstand [kg/cm²]
- A ... Nagel- bzw. Ankersystemabstand [m]

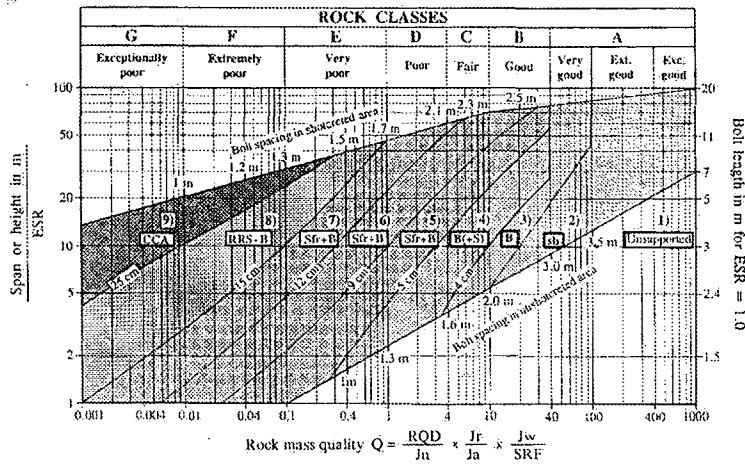
In jeder Stützmitteleinbaukategorie ist dieser Abstand im Wertespektrum in Metern angegeben, d.h. das untere Limit entspricht dem niedrigeren Q-Wert, und das obere Limit entspricht dem

²²¹ vgl. Barton et al (1974), Seite 232f.: Bei der Längenabschätzung der Felsnägel oder -anker im Kreisquerschnitt ist B (Ausbruchsbreite) durch D (Ausbruchsdurchmesser) auszutauschen: sinngemäßes gilt für den Kämpfer- und Ulmenbereich.

höheren Q-Wert in dieser Kategorie (siehe Anhang 13.1.3/Tabelle 13-15 bis Tabelle 13-18), dazwischen ist zu interpolieren.

Die Funktion des Spritzbetons (unbewehrt oder mit Baustahlgitter bewehrt) in Kombination mit einer Systemankerung ist - nach Auffassung von BARTON et al - die Auflockerungsbereiche v.a zwischen den Ankerungszonen zu versiegeln; eine allgem. gültige Berechnung für die dabei erforderliche Dicke der Spritzbetonschale wird nicht angeführt, lediglich eine auf den Untersuchungen beruhende in Zentimeter gehaltene Wertebereichsangabe je Stützmitteleinbaukategorie.

ROCK MASS CLASSIFICATION



REINFORCEMENT CATEGORIES:

- 1) Unsupported.
- 2) Spot bolting, sb
- 3) Systematic bolting, B
- 4) Systematic bolting, (and unreinforced shotcrete; 4-10 cm), D(+S)
- 5) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 5-9 cm, Sfr+B
- 6) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 9-12 cm, Sfr+B
- 7) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 12-15 cm, Sfr+B
- 8) Fibre reinforced shotcrete > 15 cm, reinforced ribs of shotcrete and bolting, Sfr,RRS+B
- 9) Cast concrete lining, CCA

Abbildung 4-8: Update der Stützmitteleinbaukategorien in Zuordnung zu den Gebirgsgüteklassen²²²

Die Abbildung 4-8 stellt die überarbeitete, den neu entwickelten Verfahrenstechnologien der NMT (Norwegian Method of Tunneling) angepasste Version der Ausbaufestlegung anhand von nun mehr 9 Stützmitteleinbaukategorien der Q-Felsklassifikation dar.

Den Hauptbestandteil der Ausbaumaßnahmen bildet nunmehr der in Norwegen sehr oft verwendete stahlfaserbewehrte, im Nassspritzverfahren mittels Spritzrobotern aufgetragene Spritzbeton aufgrund intensiver 20jähriger Forschung mit non-continuous Stahlfasern²²³.

Weitere Forschungen werden in Richtung einer unterstützenden Anwendung von stahlfaserbewehrten Rippen²²⁴ zur Entgegenwirkung ungewollt großer Deformationen hinsichtlich eines völligen Verzichts einer konstruktiv wirksamen Ortbetoninnenschale v.a. in den schlechteren Gebirgsgüteklassen i.e.S. betrieben.

Ein sorgfältiges Vergleichsstudium der Bewertungstabellen hat ergeben, dass einzig wesentliche Adaptierungen in der numerischen Einschätzung des Spannungsreduktionsfaktors (SRF), hinsichtlich neu gewonnener Erkenntnisse aus der Felssicherung mit stahlfaserbewehrtem Spritzbeton zufolge seines Materialverhaltens bei z.B. plötzlich auftretenden dynamischen Deformationen (Bergschlagverhältnisse) im massiven Fels (siehe Anhang 13.1.3/Tabelle 13-13) oder extrem druckhaften Fels, aufgezeigt werden können.

Eine weitere Vereinfachung wurde im Zuge der Ausbaumaßnahmenfestlegung für die dabei zu unterscheidenden Ausbaubereiche des Hohlraumes hinsichtlich der Begriffswahl getroffen. Anstelle der Begriffe First-, Kämpfer- und Ulmenbereich wurden die den neuen Tunnelbauphilosophien (NATM, NMT, etc.) entsprechenden Bezeichnungen Gewölbe bzw. Kalotte und Strosse (Wandungen) – Sohle eingeführt. Auf Basis dieser Grundlage kann die zweckorientierte Festlegung der Ausbaumaßnahmen für die Stützmittelausteilungen (Stützmitteleinbaukategorien) eindeutig definiert werden:

²²² aus Barton u. Grimstad (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 433

²²³ ausführlich in Barton u. Grimstad (1994), aaO., Seite 428ff.

²²⁴ ausführlich in Grimstad et al (2003) in Tunnels & Tunneling International No. 1, Seite 44ff.

Sicherungsbedarf für ...		Eingangswerte für die Stützmittelbemessung:	
permanenten Ausbau:	Kalotte (Gewölbe)	Q-Wert	D _E -Wert (Funktion von B oder D)
	Strosse (Wandungen)	wenn zugehöriger Q-Wert > 10: Q _W = 5,0 x Q	D _E -Wert (Funktion von H oder D)
		wenn zugehöriger Q-Wert 0,1 ≤ Q ≤ 10: Q _W = 2,5 x Q	D _E -Wert (Funktion von H oder D)
		wenn zugehöriger Q-Wert < 0,1: Q _W = 1,0 x Q	D _E -Wert (Funktion von H oder D)
temporären Ausbau:	Kalotte (Gewölbe) u. Strosse (Wandungen)	Erhöhung des ESR-Wertes: 1,5 x ESR	D _E -Wert (Funktion von B, H oder D)
		Erhöhung des Q-Wertes: 5,0 x Q	D _E -Wert (Funktion von B oder D)
		Erhöhung des Q _W -Wertes: 5,0 x Q _W	D _E -Wert (Funktion von H oder D)

Tabelle 4-5: Übersicht der Eingangswerte für die Stützmittelbemessung nach N. Barton und E. Grimstad

4.3.2 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer NÖT-Anwendung

In die aktuell überarbeitete Version des Q-Systems fanden weitere Ergebnisse detaillierter Untersuchungen von mehr als 1.050 neuer Überlandstraßentunnelbauwerke aus Norwegen²²⁵ Eingang.

- **Kommentar(e) zur numerischen Bewertung:**

- **gebirgsbedingte Parameter:**

- Gebirgsdruck (Spannungszustände):

Das Festigkeitsverhalten anhand von Gesteinsfestigkeiten aus Laborproben oder von Gebirgsfestigkeiten aus In-situ-Großversuchen findet explizit keinen Eingang in diese Felsklassifikation.

Jedoch werden die Primärspannungsverhältnisse, insbesondere auch ungünstige Primärspannungen z.B. bei vorhandenem druckhaften oder quellenden Gebirge i.e.S., mit einem Spannungsreduktionsfaktor berücksichtigt.

- Trennflächengefüge:

Da es sich ausschließlich um eine Felsklassifikation handelt, ist der Begriff „Kluft“ unter rein felsmechanischen Gesichtspunkten für jegliche Art von Trennfläche im Festgesteinsverband gleich zu setzen.

Demzufolge gehen die Anzahl der Kluftsysteme sowie die gemittelte Wertigkeit deren Kluftzustände (wie z.B. Rauheit, Öffnungsweite und Füllungen) innerhalb eines Homogenabschnittes mit indirekter Berücksichtigung der für die vortriebsrelevante Nachbrüchigkeit und Maßhaltigkeit im ungünstig gelegenen Fall in die Klassifikation ein.

²²⁵

siehe Barton u. Grimstad (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 433

An dieser Stelle wird unter Bezugnahme auf den RQD-Index nochmals darauf hingewiesen, dass sich allein die Beschaffenheit der Bohrkronen bei ein und demselben Bohrverfahren gravierend auf die schlussendliche Beurteilung auswirken kann²²⁶. Es ist daher nicht sehr verwunderlich, dass von zwei Geologen „sehr unterschiedliche“ Q-Werte zufolge einer alleinigen Bohrkernauswertung an der Ortsbrust abgeleitet werden können, wie dies z.B. beim Cumberland-Gap-Tunnel²²⁷ der Fall war.

- Bergwassereinfluss:

Die geomechanische Berücksichtigung des Bergwassereinflusses ist über den Porenwasserdruck der Kluffüllungen gegeben, der geotechnische Einfluss findet über die Aussagekraft des aktiv vorherrschenden Spannungszustandes statt.

o **bautechnisch bedingte Parameter:**

- Orientierung des Trennflächensystems:

BARTON et al²²⁸ betrachtet die numerisch einzuschätzenden Parameter Kluftsystemanzahl (J_N), Kluftrauheitszahl (J_R) und Kluftwandungszustandszahl (J_A) als jene, die eine bedeutendere Rolle spielen als eine bloße Bewertung der Klüfte nach deren Raumlage anhand von Streich- und Fallrichtung (Kluftorientierung). Da durch das relative Maß der Kluftkörpergröße und die Bestimmung der Kluftscharenzahl die Freiheitsgrade für eine Kluftkörperbewegung und die ev. sich daraus ergebende Größe der Bruchkörper bestimmt werden, ist diese Möglichkeit zur Bewegungsfreiheit in Zusammenhang zur Scherfestigkeit zwischen den einzelnen Kluftkörpern und den im Verband eingepprägten Spannungszustand, was im ungünstigsten Fall betrachtet aktiv eine Kluftkörperbewegung injizieren kann, eine bessere Abschätzung der Gefährdung des Hohlraumes als die räumliche Lagebestimmung der Klüfte. Diese Orientierungsbestimmung ist indirekt sowieso in den Parametern J_R und J_A vorhanden, da sich diese Parameter auf die für den Vortrieb als ungünstig zu liegende kommende Kluftschar beziehen.

- Hohlraumgröße und Querschnittsform:

Die Abmessungen resultierend aus der Querschnittsform, u.a. auch die Hohlraumgröße bestimmend, fließen erst bei der Ermittlung der Stützmitteleinbaukategorie in Abhängigkeit zur Gebirgsgüteklassenfestlegung in diese Klassifizierungsmethode ein.

Hierbei liefern klarer Weise große Abmessungen von Ausbruchsquerschnitten ungünstigere Ergebnisse für den permanenten Ausbau²²⁹. Demzufolge stellt sich nun die Frage, ob bei stark unterschiedlichen Eingangsgrößen (Breite, Höhe oder Durchmesser des betrachteten Ausbruchs) - wie sie z.B. beim Ulmenstollenvortrieb auftreten - die ungünstigste Abmessung für die weitere Festlegung des Ausbaus maßgebend ist oder z.B. bei mehrfach veränderlichen Querschnittsformen das arithmetische Mittel der Abmessungen gleicher Art Eingang finden sollte. Ersteres entspricht einer sehr konservativen Sicherheitsbetrachtung im Zuge der Festlegung von Ausbaumaßnahmen²³⁰.

²²⁶ siehe John (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 410: graphischer Vergleich des RQD-Wertes für zwei verschiedene Bohrverfahren (Doppel- und Seilkernrohr)

²²⁷ ausführlich in Garrett (1993) in World Tunnelling and Subsurface Excavation No. 5, Seite N65ff.

²²⁸ vgl. Barton et al (1977) in Proc. of 16th Symp. on Design Methods in Rock Mechanics, Seite 234ff.

²²⁹ ausführlich in Grimstad et al (2003) in Tunnels & Tunnelling International No. 3, Seite 46ff.

²³⁰ vgl. Hoek et al (2000), Support of Underground Excavations in Hard Rock, Seite 127ff.

Um dies eindeutig beurteilen zu können, wäre m.E. jedoch die Kenntnis der vorhandenen Sicherheitsreserven innerhalb der zugewiesenen Ausbaumaßnahme notwendig, um in solchen Fällen nicht in zu konservative Schemata zu verfallen und dadurch sowohl die Bauzeit als auch die mengen- und leistungsabhängigen Herstellkosten in die Höhe zu treiben.

Tunnelbaumethode / Bau- und Betriebsweise:

Die gegenständlich betrachtete Klassifizierungsmethode eignet sich in der vorliegenden Version hpts. für den konventionellen Vortrieb mit tlw. empfehlender, klassenbezogener Angabe der erforderlichen Bauweise, jedoch ohne jeglicher Angabe eines Zeitpunktes für den notwendigen Ringschluss, was v.a. ein Mehrgehalt an Information für die Kalkulation als auch für die praktische Ausführung in den schlechteren Gebirgsgüteklassen darstellen würde. Die notwendige Angabe der Abschlagslänge als unerlässliche Grundlage der Kalkulation und der Baudurchführung kann nur mit der „Q-Wert“-abhängigen Ermittlung der maximal wirksamen Stützweite nach oben hin eingeschränkt werden.

Auf ein das umgebende Gebirge schonenderes Vortriebsverfahren²³¹ wird hier nicht Bezug genommen. Weitere Kriterien möglicher Vortriebsmethoden finden in dieses Klassifizierungssystem ebenfalls nicht Eingang.

Daher kann die Q-Felsklassifikation nur für vglb. Ausbruchsbauweisen, d.h. konventionelle Sprengverfahren mit vglb. zyklischen Bauablauf (NMT, NÖT, etc), d.h. vorteilhafterweise im Vollausbuch mit vorgegebener zeitlicher Angabe der Abfolge des Stützmitteleinbaus herangezogen werden.

Ausbaumaßnahmen:

Die für den temporären und permanenten Ausbau zur Auswahl vorgesehenen Stützmittel (siehe Anhang 13.1.3 / Tabelle 13-15 ff.) fließen in die vorliegende geotechnische Klassifikation überhaupt nicht, im genügenden Ausmaß erst im Zuge der Festlegung durch die Empfehlungen für Ausbaumaßnahmen ein. Es existiert jedoch ein analytischer Zusammenhang zwischen dem Q-Wert und der auszuwählenden Stützmittel.

○ **zeitlich bedingtes Verformungsverhalten des Gebirges:**

Bei der Festlegung der Gebirgsgüteklassen nach der spezif. Gebirgsgüte i.e.S. gemäß der charakteristischen Q-Wertebereiche von „außergewöhnlich gut“ bis „außergewöhnlich schlecht“ fehlt der geotechnische Einfluss des Gebirgsverhaltens hinsichtlich eines zeitlich zu bewertenden Ausbruch- und Einbauvorganges des Bedarfs an Stützmaßnahmen.

4.3.2.1 Geotechnische Klassifikation

Das Q-System ist unbestritten als zugehörige Klassifizierungsmethode zur im skandinavischen Raum gängigen konventionellen Tunnelbaumethode - NMT (Norwegian Method of Tunnelling) anzusehen, die ihren Anwendungsbereich anhand einer Druckfestigkeitsabgrenzung von ca. 5,0 bis 300,0 MN/m² (vgl. Abbildung 3-1) im geklüfteten, wenig wechselhaft gelagerten und standfesten Gebirge i.e.S. definiert. Seinem Ursprung zufolge liegt das Hauptgewicht des Klassifizierungssystems auf den zustandsbeschreibenden Eigenschaften der Klüfte. Diese Tatsache macht eine Anwendung auf andere v.a. mitteleuropäische Gebirgsformationen mit der selben vorauszu-

²³¹ vgl. Barton u. Grimstad (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 434f.: Eine Systemanpassung für den TBM-Vortrieb ist in Entwicklung.

setzenden Treffsicherheit schwierig²³², da die Beurteilung der Zuverlässigkeit des Bewertungssystems im möglichen Schwankungsbereich der Einschätzung der einzelnen, dem numerischen Bewertungssystem zugrunde liegenden Parametern liegt.

Die direkte Berücksichtigung der relativen Klufkörpergröße, der Scherfestigkeit zwischen den Klufkörpern und des aktiv vorherrschenden Spannungszustandes innerhalb des zu klassifizierenden Homogenbereiches eines Gebirgsabschnittes ist ein wesentlicher Pluspunkt der Betrachtung BARTON's et al gegenüber BIENIAWSKI's RMR-System. Da jedoch beide genannten Systeme von insgesamt sechs Einflussgrößen ausgehen, ist der durch die Spannungsbetrachtung gewonnene Vorteil durch nur eine indirekt argumentierbare Berücksichtigung der maßgebenden Kluforientierung als wesentlicher bautechnisch-bedingter Parameter zur projektierten Hohlraumachse²³³ teuer erkauft. Wie schon beim vorangegangenen RMR-System wird auch generell beim Q-System dem Einfluss der bautechnisch-abhängigen Größen erst im fortgeschrittenen Klassifizierungsstadium Rechnung getragen. D.h., es entstehen hier in Analogie zu BIENIAWSKI's RMR-System dieselben Kritikpunkte.

Ein bedeutend aufzuzeigender Mangel des Systems ist die nur mögliche Einteilung in Gebirgsgüteklassen, eine u.a. wichtige betriebswirtschaftliche Voraussetzung für den Bezug der angemessenen Preisfindung leistungsbestimmender Vortriebstätigkeiten. Eine Berücksichtigung des charakteristischen Gebirgsverhaltens i.e.S. und eine Differenzierung nach diesem unter Beachtung der Überlegungen von LAUFFER schiene hier speziell für eine generalisierte Anwendung im Rahmen flexibler Tunnelbaumethoden (z.B. NÖT) zweckmäßiger.

Die dem Q-System zugehörigen Empfehlungen - sehr großzügig aufgegliederte und detailliert angeführte Ausbaukategorien - für permanente und temporäre Ausbaumaßnahmen beruhen in der Originalveröffentlichung auf der Grundlage des mit Baustahlgitter bewehrten Spritzbetonausbau in Kombination mit einer Systemankerung nach Erfordernis (vgl. NÖT-Philosophie); nach dem System-Update auf der Basis des mit stahlfaserbewehrten, im Nassspritzverfahren aufgetragenen Spritzbetonausbau in Kombination mit einer Systemankerung bestehend aus voll ausinjizierten, verspannten Felsankern (vgl. NMT-Philosophie). Diese Empfehlungen stellen u.a. eine den vergaberechtlichen Grundlagen ebenso mehr oder weniger entsprechende Basis der Ausschreibung zur Ermittlung der Herstellkosten im Zuge der Baukalkulation dar.

Einerseits liefert dieses Klassifizierungssystem anhand eines analytischen Zusammenhangs eine Abschätzung der max. Abschlagslänge als Obergrenze zufolge einer nach LAUFFER vglb. wirksamen Stützweite resultierend aus dem Q- und ESR-Kennwert, welche für den Unternehmer im Zuge der Festlegung der Bau- und Betriebsweise erforderlich ist, andererseits finden sich jedoch in den Stützmitteleinbaukategorien keine dezidierten Längenangaben für die darin enthaltenen Felsanker, obwohl seitens der Autoren eine empirische Abschätzformel zur erforderlichen Ankerlänge in Abhängigkeit zur Ausbruchskategorie existiert.

²³² vgl. Riedmüller u. Schubert (1999) in Felsbau Nr. 3, Seite 164ff.

²³³ vgl. Fecker u. Reik (1996), Baugeologie, Seite 366: Die Orientierung des Trennflächengefüges (Diskontinuität) wirkt sich auf die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen aus und übt daher einen großen Einfluss auf die tatsächlich erzielbare VT-Leistung (Unregelmäßigkeiten bzw. Behinderungen zufolge der Orientierung des Trennflächengefüges im Arbeitszyklus) aus. Bei der Beurteilung dieser Auswirkung auf den Leistungsfortschritt (effektive VT-Geschwindigkeit) sind v.a. jene Diskontinuitäten im Detail zu beachten, deren Erstreckung größer als die Spannweite des geplanten Ausbruchquerschnittes ist, denn sie bestimmen die Bau- und Betriebsweise einer angewandten Tunnelbaumethode.

siehe z.B. Eichler (2000), Fels- und Tunnelbau (Band 592), Seite 13: Beispiele für das Gebirgsverhalten in Abhängigkeiten der Orientierung (Raumstellung) einer Diskontinuität zur projektierten Hohlraumachse;

→ **Resümee:**

Das **Q-System** ist so wie das RSR-Konzept und RMR-System ebenfalls ein **semi-quantitatives, projektunabhängiges System zur Felsklassifikation** für den Untertagebau, welches auch heutzutage eine v.a. im skandinavischen Raum anerkannte Methode der Felsklassifikation aufgrund seiner vermehrten Praxisnähe gegenüber den zuvor genannten Klassifizierungsmethoden darstellt. Im Gegensatz zu den „numerischen Summationsverfahren“ wird der charakteristische Gebirgsgütekennwert i.e.S. nicht durch eine Summe einzelner numerisch bewerteter Parameter bestimmt, sondern über eine aus der Empirie abgeleitete, mathematische Gleichung errechnet, die das Fehlen eines Kennwertes nicht toleriert. Die Bedeutung der einzelnen Parameter für die Bestimmung der Gebirgsgüte und auch deren Bedeutung zueinander wird dem Anwender durch die Auswahl der Einflussgrößen und deren Korrelation sowie deren Interpretation eindeutig vor Augen geführt. Dadurch erscheint diese Formel (Multiplikations- und Divisionsverknüpfungen der Eingangsparameter für die Ermittlung des die Felsgüte charakterisierenden Kennwertes – vgl. Pkt. 4.3.1) eher geeignet die verschiedenen Wechselbeziehungen im Festgesteinsverband zu beschreiben; es ist allerdings nur eine **Aussage anhand des Q-Wertes** über die **spezif. Gebirgsgüte i.e.S.** möglich.

Trotz der von BARTON et al hingewiesenen, möglichen korrigierenden, wirtschaftlichen Anpassung der numerischen Bewertungen während der Bauausführung (d.h. die Adaptierung einer prognostizierten Ausbaufestlegung zufolge neuer Erkenntnisse) zufolge von baubegleitenden messtechnischen Kontrollen²³⁴, auch bei einer weitgehend nur ursprünglichen Einschätzung der 6 Einflussgrößen aus z.B. baugeologischen Oberflächenkartierungen und gering dazu unterstützenden Bohrkernauswertungen, hat er in seinem System die Erfordernisse des flexiblen Ausbaues, der das Mittragen des Gebirges ausnutzen will und damit Verformungen im, an einem zeitlichen Maßstab zu wertenden, bestimmten Ausmaße zulässt, nicht in entsprechend vollständiger Weise berücksichtigt. Deshalb bleibt der Gebrauch des Q-Systems am ehesten auf „teil“-flexible Tunnelbaumethoden jedoch ausschließlich in geklüfteten, wenig wechselhaft gelagerten und standfesten Gebirgsverhältnissen i.e.S. beschränkt, da in diesen Fällen die bautechnisch bedingten Einflüsse eine weit geringere Bedeutung aufweisen.

Das Q-System ist ebenfalls wie das RSR-Konzept oder das RMR-System eine typische **“one-time process“-Klassifikation** (einmalige Dimensionierung bzw. Festlegung von Ausbruch und Stützung), die den gänzlichen Anforderungen einer flexiblen Tunnelbaumethode, d.h. eine wirtschaftliche, dynamische Anpassung von Ausbruch und Stützung durch Beobachtung, Aufnahme und Auswertung laufender baubegleitender messtechnischer Überprüfungen zur Verifikation des prognostizierten Gebirgsverhaltens, im Sinne der NÖT-Philosophie nicht ausreichend gerecht wird.

4.3.2.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten)

- **Prognostizierbare Ausbaufestlegung – Grundlage der Kalkulation:**

Theoretische Ausgangsbasis ist der dimensionslose Q-Wert, der lediglich die spezif. Gebirgsgüte aufgrund festgelegter gebirgsbedingter und tlw. indirekt bautechnisch-bedingten Einfluss aufweisender Parameter in einem bestimmten Homogenbereich widerspiegelt sowie einer der 7 bzw. 9 Gebirgsgüteklassen nach BARTON et al eindeutig zugeteilt werden kann. Unter Zuhilfenahme des äquivalenten Maßes (D_E -Wert) und der notwendigen Feinabstimmung mit Hilfe der Kenngrö-

²³⁴ siehe Barton u. Grimstad (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 428

Ben „relative Kluftkörpergröße“ und „Scherfestigkeit zwischen den Kluftkörpern“ (siehe Anhang 13.1.3/Tabelle 13-15 bis Tabelle 13-18) ist die passende Stützmitteleinbaukategorie unter Verwendung der Empfehlungen für Ausbaumaßnahmen zu zuordnen, in der die erforderlichen Stützmaßnahmen und deren mengenmäßige Anzahl aufgelistet sind. Grundlegende kalkulations- und ausführungsrelevante Angaben - außer der unter Pkt. 4.3.1.2 angeführten Gleichung der max. wirksamen Stützweite bzw. die daraus als Obergrenze resultierend abhängige Abschlagslänge - hinsichtlich einer durchschnittlich prognostizierbaren Standzeit (für die Interpretation eines spätest möglichen Zeitpunktes des Ringschlusses) sowie in diesem Zusammenhang weitere hilfreiche Angaben²³⁵ (z.B. Ausbruchsart, techn. Lösemethode, usw.) bzgl. der vom Unternehmer festzulegenden Bau- und Betriebsweise sind in diesen Empfehlungen kaum vorzufinden, was sowohl für die Ermittlung der Herstellkosten, die im Zuge der Kalkulation v.a. in den schlechteren Gebirgsgüteklassen im Sinne eines Mehrgehalts an Informationen unentbehrlich, als auch für die technische Ausführung vor Ort von Vorteil wären.

Die Abfassung einer **prognostizierbaren Ausbaufestlegung i.S. einer den vergaberechtlichen Grundlagen entsprechenden LB** (siehe Pkt. 2.4.2.2.2) ist **nur unter einschränkender Voraussetzung eines geklüfteten, wenig wechselhaft gelagerten und standfesten Gebirges** und daraus zu schließendem Vollausbruch als Ausbruchsart im Sprengvortrieb **durchführbar**.

Das Ergebnis der Klassifikation nach dem Q-System, v.a. bzgl. der Festlegung der erforderlichen Ausbaumaßnahmen, wirkt betreffs der im alpinen Bereich vorhandenen geologischen Verhältnisse in Hinsicht des Sicherheitsaspekts des temporären Ausbaus (unter Beachtung der im System vorgeschriebenen Kennwerterhöhungen - siehe Pkt. 4.3.1.2) zu wenig Tribut zollend²³⁶, was einerseits durch die relativ geringe mengenmäßige Angabe der für die Ausführung erforderlichen Stützmaßnahmen sowie andererseits der nur rein von der Ausbruchskategorie und den geometrischen Größen abhängig zu ermittelnden Felsnägel- oder -ankerlängen verdeutlicht wird.

Ergänzend ist anzumerken, dass bei diversen Vergleichen²³⁷ der Baumethoden NMT und NÖT versucht wird, den Vorteil der geringeren mengen- und leistungsabhängigen Herstellkosten bei der NMT v.a. bei mittelmäßigen Gebirgsverhältnissen in den Vordergrund zu rücken, da zufolge des NMT-Anwendungsgebietes in den zwar oft stark geklüfteten, wenig wechselhaften und standfesten Gebirgsformationen Skandinaviens auf eine umfangreiche messtechnische Überwachung und eine daraus resultierende baubegleitende Anpassung der Ausbaumaßnahmen an die örtlichen Gegebenheiten, wie bei der NÖT als Grundsatz verankert²³⁸, verzichtet werden kann. Als weiterer kostenmildernder Einfluss wird das Zeiteinsparungspotential angesehen, welches resultierend aus dem der NMT zugrunde liegenden und aufgrund des mit Stahlfasern bewehrten, permanent nutzbaren Spritzbetonausbaus (aufgetragen im Nassspritzverfahren mit Spritzrobotern²³⁹) in Kombination mit einer völlig ausinjizierten Systemankerung v.a. gegenüber dem bei der NÖT üblichen Spritzbetonausbau (aufgetragen im Trockenspritzverfahren²⁴⁰) mit einer erforderlichen Bewehrung in Form von lagigem Baustahlgitter, Ausbaubögen und Systemankerung unter Beachtung der dafür erforderlichen zyklischen Dispositions- und notwendigen Herstellzeiten ei-

²³⁵ Anm. vom Verfasser: vgl. Anhang 13.1.3 - ergänzende Anm. zu den 38 Stützmitteleinbaukategorien: Eine Empfehlung für die Ausbruchsart und techn. Lösemethode wird in geringem Ausmaß, eine Empfehlung der erforderlichen Ringschlusszeit zur Schlussfolgerung auf die Betriebsweise wird nicht angeführt.

²³⁶ vgl. Schäffer (1997), Diplomarbeit, Seite 42ff. sowie Seite 106f.; vgl. Steibl (2002), Diplomarbeit, Seite 61ff.

²³⁷ vgl. z.B. Barton u. Grimstad (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 432f.

²³⁸ ausführlich in Maidl - Band 1 (1994), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 113ff.

²³⁹ erzielbare Spritzleistung beim Nassspritzverfahren mit einer Düse ca. 14 - 25 m³/h bei einem durchschnittlichen Rückprall von 8 - 12 %

²⁴⁰ erzielbare Spritzleistung beim Trockenspritzverfahren mit einer Düse ca. 4 - 12 m³/h bei einem durchschnittlichen Rückprall von 25 - 30 %

nen wesentlichen Zeitvorteil, der sich direkt in der Kalkulation der v.a. leistungsabhängigen Herstellkosten auswirkt, mit sich bringt.

Auch wird gerne bei geforderter trockener Hohraumauskleidung die dadurch bedingte, bei der NÖT in weiterer Folge zur Ausführung gelangende, Schirmabdichtung mit konstruktiver Ortbetoninnenschale als zu sicherheitsbewusste, konservative Ausbaumethode gegenüber dem stahlfaserbewehrten Spritzbetonausbau (endgültige, konstruktiv wirksame Schale) mit ev. gebirgsverbessernden Vorausinjektionen in Kombination mit einem dauerhaft frostbeständigen Drainagensystem als kostenbewusste Ausbaumethode angeprangert.

- **angemessene Ermittlung der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten):**

Auf Basis der in dieser geotechnischen Klassifikation veranschlagten Kalkulationsgrundlagen bzgl. der vom Unternehmer festzulegenden Bauweise mit zugehöriger, u.a. ermittelter Abschlagslänge und einer vorauszusetzenden herkömmlichen Betriebsweise (unter einschränkender Voraussetzung eines geklüfteten, wenig wechselhaft gelagerten und standfesten Gebirges und daraus zu schließendem Vollausbuch als Ausbruchsart im Sprengvortrieb), dem Bekanntsein der Stützmittelarten und der mengenmäßigen Angabe dergleichen ist nun die Kalkulation leistungsabhängiger Herstellkosten für eine z.B. ausschließlich Q-Wert-bezogene Gebirgsklassen-Leistungsposition in einem LV auf Basis einer auf denselben Voraussetzungen gestalteten LB möglich.

leistungsabhängige Herstellkosten:	erforderliche Grundlagen aus der geotechnischen Klassifikation:	Kriterium der Kalkulierbarkeit:	Durchführbarkeit der Kalkulation:
Einzellohnkosten für Ausbruch	Gebirgsklasseneinteilung, empfohlene Bauweise anhand der Ausbruchsart, techn. Lösemethode, usw. mit zugehöriger Abschlagslänge, interpretierbare Betriebsweise unter einschränkender Voraussetzung eines geklüfteten, wenig wechselhaft gelagerten und standfesten Gebirges	z.T. erfüllt	JA, für nicht komplexe Verhältnisse
Einzellohnkosten für Stützmittel	Gebirgsklasseneinteilung, Art und Menge der Stützmaßnahmen	z.T. erfüllt	JA, für nicht komplexe Verhältnisse

Tabelle 4-6: Beurteilung der Kalkulationsgrundlagen

- **faire, leistungsgerechte Vergütung:**

Stimmen während der Ausführung die tatsächlichen Vortriebsverhältnisse genau mit den zur Ausschreibung prognostizierten Vortriebsverhältnissen nach vorhandener Gebirgs(güte)klassendefinition aufgrund der Q-Klassifikation und der daraus bezugnehmend kostenmäßig bewerteten Leistungen überein, dann entspricht in diesem Fall auch die leistungsabhängige Vergütung; tritt dieser Umstand jedoch nicht ein, was im Untertagebau v.a. im alpinen Bereich - häufig wechselhaft gelagerte und von druckhaft bis standfest reichende Gebirgsformationen - der Fall ist, so gilt wiederum folgendes:

Der bau- und betriebswirtschaftlichen Anforderung als zu dienende Grundlage einer fairen, leistungsgerechten Vergütung von tatsächlich erbrachten VT-Leistungen, die eine moderne flexible Tunnelbaumethode wie die NÖT an ein Klassifizierungssystem im Zuge der baupraktischen Anwendung heutzutage stellt, kann das Q-System von BARTON et al

aufgrund generell fehlender Voraussetzungen systemzugehöriger Vertragsbestimmungen zur Formulierung etwaiger Entgeltanpassungsmechanismen für ein zugehöriges Vergütungsmodell nicht entsprechen.

D.h. in diesem Fall wären wiederum einem ausgereiften Claim-Management sämtliche Türen und Tore geöffnet. Eine Bereichsabgrenzung für die Gültigkeit der klassenbezogenen Vergütung, die sich an den Grenzfestlegungen der Gebirgsgüteklassen (vgl. Tabelle 4-4) bzw. an den Grenzfestlegungen der Einbaukategorien anhand des Q-Wertespektrums (siehe Anhang 13.1.3/Tabelle 13-15 bis Tabelle 13-18) anlehnen würde, welches zwar wesentlich gegliederter und differenzierter als jene anderer, in dieser Arbeit aufgezeigter Felsklassifikationen ist, jedoch für eine praktisch umzusetzende Abgrenzung des Geltungsrahmens für die monetär bewerteten Leistungen aber trotzdem nur beschränkt tauglich erscheint, wäre auch hier noch unter Beachtung der möglichen Schwankungsbreite der einfließenden Parameter viel zu grob.

Eine baupraktische Anwendung im Zuge der „teil“-flexiblen Tunnelbaumethode NMT anhand einer konkreten, einmalig fixierten Ausbaufestlegung, die auf den systeminkludierten Empfehlungen für Ausbaumaßnahmen nach BARTON et al beruht, ist daher fast ausschließlich nur für geklüftete, wenig wechselhaft gelagerte und standfeste Felsformationen, wie z.B. in Skandinavien anzutreffen, in Betracht zu ziehen²⁴¹, da der charakteristische Q-Wert in Hinblick einer baubegleitenden Anwendung die spezif. Gebirgsgüte zu wenig und die Verhaltenseigenschaften des Gebirges überhaupt nicht spezifiziert.

Diese Methode scheint aber v.a. für Fachingenieure für jene Fälle durchwegs interessant, wo aus wirtschaftlichen Überlegungen und Zeitmangel eine detaillierte Vorauserkundung im Zuge einer Machbarkeitsstudie nicht in Frage kommt, da es, gemessen am geringen Zeitbedarf für die Handhabung der Klassifikation, durchaus brauchbare Ergebnisse (relativ hoher Informationsgehalt vergleichsweise zu anderen Felsklassifikationen) in der Projektierungsphase für eine erste Abschätzung der Baukosten anhand eines Kostenrahmens oder einer Kostenschätzung hinsichtlich verschiedener, in vergleichender Weise zueinander gegenübergestellten Studien liefert.

²⁴¹ vgl. John (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 410

4.4 Schlussfolgerung

Wegen der großen wirtschaftlichen Vorteile, u.a. der Machbarkeit von Hohlraumbauwerken auch in schwierigsten geologischen Verhältnissen (intermittierendes Antreffen verschiedener Arten von Fest- und Lockergesteinsverbänden), der Flexibilität in der Wahl des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen bzgl. unterschiedlicher Baugrundverhältnisse sowie einer zugehörigen Anpassbarkeit hinsichtlich des Querschnitts hat sich die NÖT weltweit verbreitet. Nicht immer ist die Umsetzung in anderen Ländern und Kulturen problemlos verlaufen.

Der in vielen - v.a. mit dem anglikanischen Rechtssystem (engl. common law) behafteten - Ländern vorherrschende Zwang zur verbindlichen Dimensionierung von Ausbruch und Stützung vor Baubeginn, was zweifellos eine semi-quantitative, noch dazu projektunabhängige Klassifikation begünstigt, verringert die Wirtschaftlichkeit und die Dynamik in der Anwendung einer flexiblen Tunnelbaumethode, wie z.B. der NÖT, in der Anpassung von Ausbruch und Stützmaßnahmen an die tatsächlichen Gebirgsverhältnisse. Häufig werden in den semi-quantitativen, projektunabhängigen Felsklassifikationen einzelne Elemente (v.a. die Flexibilität einer Tunnelbaumethode auszeichnenden Stützmittel, wie z.B. Spritzbeton, Felsanker, etc.) starr übernommen, welche ohne viel Rücksicht auf die tatsächlichen geomechanischen Verhältnisse eingesetzt werden²⁴².

Die Tatsache, dass es sich bei der Dimensionierung von Ausbruch und Stützung eines Hohlraumbauwerks mit Hilfe der quantitativen bzw. semi-quantitativen, projektunabhängigen Systeme um einen "one-time process" handelt, ist nun unbestritten. **Von einem Gebrauch dieser Felsklassifikationen unter Anwendung der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT im Zuge der Projektabwicklung ist daher abzusehen, was durch die nicht weg zu diskutierende Kritik bestärkt wird, dass auf eine dynamische Einbeziehung der Kontrollmessergebnisse in den täglichen Entscheidungsablauf und der davon abhängenden Schaffung von entsprechenden Entscheidungsstrukturen sowie auf die Intention als objektive und nachvollziehbare Grundlage v.a. bei der Vertragsabwicklung - als Basis der Ermittlung eines angemessenen, leistungsabhängigen Errichtungsentgelts (z.B. Kriterium der Kalkulierbarkeit) sowie für die faire, leistungsgerechte Vergütung im Zusammenhang mit systemzugehörigen Vertragsbestimmungen für die Formulierung diesbzgl. Entgeltanpassungsmechanismen (z.B. systemzugehöriges Vergütungsmodell) - weitgehend im Klassifizierungsmodell verzichtet wird.** Zu dem gesellt sich, dass verschiedene Faktoren, wie vergaberechtliche und betriebswirtschaftliche Anforderungen (insb. die Klassifikation als Grundlage der Vorkalkulation), eine faire Risikoteilung auf Basis eines veränderlichen Baugrunds sowie das Wesen einer flexiblen Tunnelbaumethode in einem Modell mit einem einzigen, numerisch ermittelbaren, aussagekräftigen Wert - der das komplexe, zeitabhängige Gebirgsverhalten nicht wiedergeben kann²⁴³ - nicht zu quantifizieren sind²⁴⁴. So führen diese Felsklassifikationen bei Anwendung flexibler Tunnelbaumethoden in mitteleuropäischen Gebirgsformationen leicht zu einem konservativen, meist unwirtschaftlichen Vortrieb oder zu einer gefährlichen Unterschätzung möglicher Versagensformen²⁴⁵.

Die ausschließliche Verwendung von Felsklassifizierungssystemen beschränkt sich daher auf frühe, theoretische Projektphasen²⁴⁶ (z.B. Machbarkeitsstudien, Vorprojekt- bzw. Vorentwurfssta-

²⁴² vgl. Riedmüller u. Schubert (1999) in Felsbau Nr. 3, Seite 164

²⁴³ vgl. Riedmüller u. Schubert (1999) aaO., Seite 164ff.

²⁴⁴ ausführlich in Fecker u. Reik (1996), Baugewebung, Seite 377

²⁴⁵ vgl. Lauffer (1997) in Felsbau Nr. 3, Seite 179ff. sowie vgl. Daller et al (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 443ff.

²⁴⁶ Anm. des Verfassers: Hier besticht v.a. ein Rating-System durch seine Einfachheit unter gewissen Umständen anhand der zur Verfügung stehenden Daten über die entlang der projektierten Achse des Hohlraumbauwerks

dien, etc.) und sie sind nicht als objektive und nachvollziehbare Grundlage für die generelle Projektentwicklung eines Hohlrumbaauwerks geeignet. Dies ist m.E. die richtige Schlussfolgerung, wie auch schon BIENIAWSKI²⁴⁷ andeutete, und bedeutet nicht eine Herabsetzung der Bedeutung von Felsklassifikationen. Felsklassifizierungen eignen sich m.E. hervorragend, um während der Vorprojekt- bzw. Vorentwurfsplanung die Gebirgsverhältnisse vergleichend zu quantifizieren, Gebirgseigenschaften abzuschätzen und eine Basis für die beim Untertagebau erwarteten geotechnischen Verhältnisse zu erhalten, jedoch dürfen sie nicht als Kochrezept aufgefasst werden²⁴⁸.

Aus dem zuvor Gesagten wird klar, dass es eine allgemeingültige, projektunabhängige Klassifikation für den Untertagebau nicht geben kann²⁴⁹. Vielmehr wird deutlich, dass für jedes Projekt eine Klassifikation aufzustellen ist, welche die projektspezifischen geologischen Verhältnisse (Gebirgsarten, Erscheinungsformen des Gebirgsverhaltens, usw.) genauso berücksichtigt, wie die gewählte flexible Tunnelbaumethode mit ihren aus den projektspezifischen Umständen ergebenden Bau- und Betriebsweisen, dessen Ausbaukonzept sowie die vergaberechtlichen und betriebswirtschaftlichen Anforderungen. In diesem Sinne ist ein Vergütungsmodell mit dem Ziel einer fairen, leistungsgerechten Vergütung der leistungsabhängigen Herstellkosten des Vortriebs zu formulieren.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass Felsklassifizierungssysteme keine geeignete Grundlage für ein dynamisches Vergütungsmodell für zyklisch konventionelle Vortriebe nach der NÖT darstellen.

zu erwartende (spezifische) Gebirgsgüte eine Aussage zu treffen und über deren Verteilung eine erste abzuschätzende Einteilung in Gebirgs(güte)klassen zu erreichen. Allerdings wird es in diesem Fall von Vorteil sein, dass mehrere verschiedene Systeme zur Anwendung kommen um eine umfassende Aussage über das Gebirge treffen zu können, da dadurch zwangsläufig mehrere verschiedene Parameter in die Beurteilung Eingang finden und potentielle Fehlinterpretationen eher egalisiert werden können.

²⁴⁷ vgl. Bieniawski (1997) in Felsbau Nr. 3, Seite 177

²⁴⁸ vgl. Bieniawski u. Alber (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 438

²⁴⁹ Anm. des Verfassers: Anhand der verschiedenen, im Anhang Pkt. 13.1.4 aufgezeigten Korrelationen ist eindeutig ersichtlich, dass je nach Gebirgstyp und -struktur die Überführung von einem Klassifizierungssystem in das andere eine mehr oder minder große Abweichung vom ursprünglichen Ergebnis auftreten kann. Es ist darum fraglich, ob ein allgemein gültiger Zusammenhang, der für jeden Gebirgstyp und für jede Gebirgsstruktur Gültigkeit besitzen soll, angesichts der bereits bestehenden, verschiedenen Korrelationen überhaupt Sinn macht oder nur weitere Verwirrung hinsichtlich einer Interpretation über den Zustand der (spezifischen) Gebirgsgüte i.e.S. bzw. des möglich zu interpretierenden Gebirgsverhaltens schafft.

5 NORMENKLASSIFIZIERUNGEN

Der ursprüngliche Sinn aller Normungsbestrebungen war Vereinheitlichung von Standards - darin lag und liegt ihre große Bedeutung und ihr fortschrittfördernder Einfluss.

Die heutigen in Anwendung befindlichen Normenklassifizierungen für den zyklischen konventionellen Tunnelbau sind auf die möglichen Bau- und Betriebsweisen der NÖT weitestgehend abgestimmt und werden daher den projektabhängigen, aus der Entwicklung geprägten qualitativen Klassifizierungssystemen zugeordnet. In der Praxis vereint die Normenklassifizierung die Beziehungen zwischen dem Gebirgsverhalten aufgrund des Baugrunds und der Lage, der Größe (Fläche) und der Form des Hohlraums(-querschnitts), der zur Anwendung kommenden techn. Lösemethode des Ausbruchs, den Anforderungen an die Hohlraumstützung und den während der Vortriebsarbeiten notwendigen sicherheitstechnisch zusetzenden Maßnahmen (= Sicherheitsbedarf).

Generell ist die Auffassung zu vertreten, dass **Normenklassifizierungen und ihre kennzeichnenden Vertragsbestimmungen zur Formulierung der Entgeltanpassungsmechanismen des zugehörigen dynamischen Vergütungsmodells** nicht voneinander zu trennen sind, so dass der reine Gebrauch einer Normenklassifizierungen nichts über die Gebirgsart, -güte oder das Gebirgsverhalten ohne Kenntnis des gekoppelten Gebirgscharakterisierungsmodells aussagen kann.

Der **Grundgedanke der Normenklassifizierungen** ist eine **nachvollziehbare und objektive Grundlage für die Projektabwicklung** (Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung bzw. Vergütung) **auf Basis eindeutig definierter Kriterien** hinsichtlich einer Klassenzuordnung - Einteilung der Vortriebsarbeiten unter Berücksichtigung der beeinflussenden Behinderung des erforderlichen Sicherheitsbedarfs, die der Vergütung des Ausbruchs und der Ermittlung infolge einer Vorgabe einer zugehörigen VT-Leistung der Vortriebszeit dienen²⁵⁰ - zu schaffen und im Zuge eines formulierten Vergütungsmodells dynamisch steuerbar **einer angemessenen, fairen und leistungsgerechten Vergütung** so nahe wie möglich zu kommen, obwohl im Untertagebau die Tatsache einer treffsicheren Beschreibung sowie eine präzise Berechnung der geforderten Leistungen vorweg nicht gegeben ist.

Die bekannten Eingangparameter für eine Klassendefinition sind in den nachfolgend diskutierten Normenklassifizierungen identisch und lassen sich vorab daher wie folgt zusammenfassen:

→ **Vortriebsart - zyklisch konventioneller Vortrieb** (Vortriebsverfahren auf Grundlage der NÖT):

- **techn. Lösemethode:** Spreng- oder Baggerabbau (ev. Abbau mittels Teilschnittmaschine)
- **objektspezifische Ausbruchsart**²⁵¹ (Voll- oder Teilausbruch im Konnex zur festgelegten technischen Lösemethode)
- **max. Abschlagslänge**

²⁵⁰ vgl. ÖN B 22031-1 (01.12.2001), Pkt. 3.44, Seite 8 sowie vgl. SN 198 (01.05.1993), Pkt. 5.21.1, Seite 34

²⁵¹ Anm. des Verfassers: Der SN SIA 198 folgend, ist darunter die Art der Unterteilung des Ausbruchquerschnittes in einzelne Ausbruchtappen zu verstehen;

- **bautechnischen Maßnahmen - erforderlicher Bedarf an Stützmaßnahmen**
(Sicherungsbedarf = Sicherheits- und Stützmaßnahmen)
- **Ringschlussbedingung**

Die genaue Festlegung der techn. Lösemethode des Ausbruchs, der objektspezifischen Ausbruchsart, der max. Abschlagslänge sowie des erforderlichen Sicherungsbedarfs samt zugehöriger Ringschlussbedingung, etc. erfolgt - einvernehmlich zwischen AG und AN - erst vor Ort aufgrund des tatsächlichen Gebirgsverhaltens unter Beachtung des dazugehörigen plangem. Regelausbruchprofils (Synonym für das schweizerische Normalprofil bzw. das deutsche Ausbruch-sollprofil) in **Ausbaufestlegungen**. Diese einvernehmlichen Festlegungen sollten in der Regel nach dem Zustand des frisch aufgefahrenen Gebirges, also unmittelbar nach dem Abschlag erfolgen. Die Überprüfung bzw. endgültige Erstellung der Ausbaufestlegung erfolgt durch den Geotechniker, auf Grundlage der tatsächlich vor Ort vorherrschenden Verhältnisse unter Einbeziehung computerunterstützter Berechnungen (finite Differenzenrechenmodelle, wie z.B. Fast Lagrangian Analysis of Continua (FLAC) oder Universal Distinct Element Code (UDEC)) und der Erfahrung von vorangegangenen Untertagebauprojekten mit ähnlichen Kriterien und Randbedingungen.

Dabei verlangt diese Vorgangsweise von allen Beteiligten in der Projektabwicklung die Akzeptanz dieses Weges und eine konstruktive Zusammenarbeit in der Entscheidungsfindung sowie bei der Problemlösung.

- **Modelldefinition:**

Für diese Arbeit dient ein theoretisches Rechenmodell, um die Unterschiede in der jeweiligen VT-Klassifikation inkl. des formulierten Vergütungsmodells bzgl. einer angemessenen, fairen und leistungsgerechten Vergütung der leistungsabhängigen Herstellkosten (insb. der Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en) und der aus der dynamischen Bauzeit - über vertraglich zu garantierende VT-Leistungen und über die tatsächliche Verteilung der VKL - resultierenden Anpassung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs) des zyklisch konventionellen Sprengvortriebs besser aufzeigen zu können. Untersucht werden v.a. nachstehend angeführte Normen bzw. deren jeweils beinhaltende VT-Klassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell:

- **ÖN B 2203-1** (01.12.2001):
VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{ll})
- **SN SIA 198** (01.05.1993):
VT-Klassifikation inkl. integriertem Vergütungsmodell
- **DIN 18312 VOB/Teil C - ATV** (12.2002):
VT-Klassifikation inkl. integriertem Vergütungsmodell

sowie alternative Modelle zur Vortriebsklassifikation und leistungsabhängigen Vergütung

- **LAST-Modell**
- **KLIMT-Modell** gem. ÖN B 2203-1 (01.12.2001)

Als Ausgangsbasis des theoretischen Rechenmodells dient ein fiktiv gewählter Kalottenquerschnitt eines Tunnels (Kalottenradius = Kalottenhöhe = 6,00 m; Kalotten- und Strossenquerschnitt betragen zusammen $\frac{3}{4}$ des Gesamtkreisquerschnitts). Für den am kritischen Weg liegenden Kalottenvortrieb kann aufgrund einer durchgeführten geomechanischen Planung (Festlegung des maximalen Abschlaglängenbereiches sowie Bestimmung der Art und der Menge der

Stützmaßnahmen auf Basis der techn. Lösemethode konventioneller Sprengvortrieb) z.B. folgende prognostizierte Ausbaufestlegung für die Ausschreibung gewonnen werden:

→ **tabellarische Auflistung der prognostizierten Stützmittel und Zusatzmaßnahmen in der Kalotte und Strosse je Abschlag** ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$):

- Anker:

SN-Mörtelanker	7,0 Stk./Abschlag	je l = 4,00 m
SN-Mörtelanker	6,0 Stk./Abschlag	je l = 6,00 m
(SN-Mörtelanker	8,0 Stk./Abschlag	je l = 6,00 m ... Systemstrossenankerung)
- Baustahlgitter:

1. und 2. Lage	je 1 Abwicklung/Abschlag
----------------	--------------------------
- Bogen- und Lastverteiler:

Ausbaubogen	1,0 Stk./Abschlag
-------------	-------------------
- Spritzbeton:

Kalotte & Strosse	1 Abwicklung/Abschlag	d = 0,25 m
Ortsbrust	1 A_{Brust} /Abschlag	d = 0,05 m
- Spieße:

unvermörtelt	48,0 Stk./Abschlag	je l = 6,00 m
--------------	--------------------	---------------

Bei gegenüber der Ausschreibung verändertem spezif. Gebirgsverhalten muss eine Anpassung des laufenden Vortriebs erfolgen, wobei kausal Leistungsänderungen die Folge darstellen und diese wiederum eine Anpassung der leistungsabhängigen Vergütung der tatsächlich erbrachten Vortriebstätigkeiten über vertraglich vereinbarte Entgeltanpassungsmechanismen - welche es in den folgenden Kapiteln näher zu beleuchten gilt - bewirken müsste. Diese Leistungsänderungen können im einfachsten Fall - beruhend auf den festgelegten, eindeutigen Kriterien der Klassen- definition der Normenklassifizierungen - folgende zwei Formen annehmen:

- **Änderung der Abschlagslänge**
- **Änderung der Stützmaßnahmen in Art und Menge**, differenzierbar in
 - **artreine Änderung - bloße Mengenänderung** in den Stützmitteln und Zusatzmaßnahmen
 - **artdifferente Änderung - Artänderung** in den Stützmitteln und Zusatzmaßnahmen

(Um besonders auf die beiden letztgenannten Effekte eingehen zu können, wird als Vereinfachung für die diesbzgl. Simulation die Abschlagslänge in einem ersten Schritt konstant belassen und in einem zweiten Schritt überlagert. Dadurch kann das zweidimensionale Problem auf ein eindimensionales reduziert werden.)

Um die entsprechenden Auswirkungen in der leistungsabhängigen Vergütung bezogen auf die zugrunde liegende Klasse der jeweiligen Normenklassifikation, getrennt nach den Effekten der Änderung der Abschlagslänge und der Änderung der Stützmaßnahmen in Art und Menge aufzeigen und hinsichtlich des Begriffes einer fairen, leistungsgerechten Vergütung beurteilen zu können, werden einerseits die Herstellkosten (insb. die Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en)) und die einschlägigen VT-Leistungen für die u.a. daraus errechenbare dynamisch Bauzeit bzw. in Folge Anpassung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs des Unternehmers auf Basis nachstehender Voraussetzungen für die bevorstehende Simulation des gegenständlichen Fallbeispiels errechnet:

○ **Kalkulationsgrundlagen:**

- Vortriebsklassifikation im konventionellen Sprengvortrieb, u.a. Stützmaßnahmausteilung (Art und Menge) in der Kalotte (wie zuvor)
- Mittelohnkosten gem. ÖN B 2061 bzw. Werklohnkosten gem. Dokumentation Vorkalkulation SBV bzw. Mittelohnkosten ASL gem. Kalkulationsschulungsheft des HVB dt. BI und des ZVB dt. BG
- Arbeitszeitmodell für einen Schichtbetrieb

4/3 - Dekadendurchlaufbetrieb:

Anzahl der Schichten	:	4,00	Schichten
Anzahl der Schichten / Arbeitstag	:	3,00	Schichten / AT
Mannschaftsanzahl / Schicht	:	6,00	Mann/Schicht
Arbeitsstunden / Schicht	:	8,00	h/Schicht
Arbeitstage / Monat	:	28,00	AT/Mo
Arbeitsstunden / Monat	:	672,00	h/Mo
8,0 h/Schicht * 3 Schichten/AT * 28 AT/Mo			
Lohnstunden / Monat	:	4.032,00	Mah/Mo
8,0 h/AT * 7 AT/Wo * 12 AT / 16 KT * 4,00 Wo/Mo * 24 Mann			
Arbeitsstunden / Arbeitstag	:	24,00	h/AT
Lohnstunden / Arbeitstag	:	144,00	Mah/AT

- **Kalkulationsannahmen** (klassenbezogene Aufwands- und Leistungswerte sowie Parallelitäten bzw. Gleichzeitigkeitsfaktoren siehe Anhang 13.2.3/Tabelle 13-25)
Die Aufwands- und Leistungsansätze für das gegenständliche Beispiel erfolgen auf Grundlage der Festsetzung der Bewertungsfaktoren gem. ÖN B 2203-1, da diese einen projektunabhängigen Charakter aufweisen und sich daher optimal für ein theoretisches Rechenmodell eignen;

Beim betriebswirtschaftlichen Aufbau des Baupreises ist - wie im Untertagebau üblich und schon eingangs in der gegenständlichen Arbeit abgegrenzt - von einem Leistungsvertrag (Einheitspreisvertrag) mit veränderlichen Preisen (auf Basis einer konstruktiven, dynamischen LB) auszugehen; d.h., dass für eine aus Einzelleistungen sich zusammensetzende Gesamtleistung Einheitspreise²⁵² ermittelt werden und der Preis leistungsabhängig, das bedeutet ausschließlich mengenabhängig, vergütet²⁵³ wird.

Weiters ist anzumerken, dass die Ausbruchsmenge bei einer an die örtlichen Gegebenheiten flexibel anpassbaren Tunnelbaumethode unter Festlegung des Hohlraumquerschnitts anhand des plangemäßen Ausbruchprofils (Synonym für das schweizerische Normalprofil bzw. das deutsche Ausbruchsolprofil) eine exakt prognostizierbare und nahezu unveränderliche Größe – obwohl z.B. gem. österreichischer VT-Klassifikation die endgültige Festlegung des Übermaßes zwar erst vor Ort erfolgt - darstellt. Aus diesem Grund ist bei der Kalkulation der Herstellkosten bzw. Einzel(lohn)kosten speziell für den Ausbruch die Berücksichtigung von Änderungen der Gesamtausbruchsmenge relativ unbedeutend und lediglich die Kenntnis der in einer Zeiteinheit auszubrechenden Kubatur – VT-Leistung in z.B. m/AT oder m³/AT - interessant. Diese VT-

²⁵² Anm. des Verfassers: Um die Vergleichbarkeit der Normenklassifizierungen sicherzustellen, handelt es sich bei allen monetär bewerteten Leistungen um Kosten, d.h. ohne Berücksichtigung eines wettbewerbsorientierten Gesamtzuschlages.

²⁵³ vgl. Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 37ff. - Vergütet wird der aufmessbare und abnehmbare, im Bauvertrag bedungene Erfolg des Unternehmers und nicht seine Kosten.

Leistung ist wiederum von der maximal zulässigen Abschlags- bzw. Öffnungslänge²⁵⁴ abhängig, welche durch die geotechnische Situation aus der Gebirgscharakterisierung unter Beachtung der notwendigen bautechnischen Maßnahmen (u.a. Stützmaßnahmen) festgelegt wird.

²⁵⁴ ausführlich in Wild (1984), Sprengtechnik, Seite 166ff.

5.1 ÖN B 2203-1 Untertagebauarbeiten für den zyklischen Vortrieb (Werkvertragsnorm)

Bei der Entwicklung eines praxistauglichen Klassifizierungssystems in Österreich ist von Beginn an die Forderung gestellt worden, sowohl den gebirgsmechanischen Belangen wie auch der Preisbildung und Vergütung der untertägigen Leistungen gerecht zu werden.

Erst Mitte der 70-iger Jahre des 20. Jhdts. ist der Versuch, eine praktisch anwendbare Vortriebsklassifizierung in eine ÖNorm (Vornorm B 2203 i.d.F. vom Februar 1975 bzw. ÖNorm B 2203 i.d.F. vom Juli 1978) aufzunehmen, unternommen worden, mit dem Ziel Vertragsbestandteil für Bauverträge im Untertagebau zu werden, wobei erstmalig der Einfluss der bautechnisch erforderlichen Maßnahmen auf die VT-Leistung als wesentliches Merkmal der Klassifikation²⁵⁵ herangezogen worden ist. Dies beruht auf der Überlegung, dass für die VT-Geschwindigkeit und damit verbunden für die Herstellkosten entscheidend ist, inwieweit die eigentliche Ausbruchsleistung durch den notwendigen Sicherungsbedarf behindert bzw. verzögert wird.

Nachdem die ÖNorm B 2203 i.d.F. vom Juli 1983 in der Gebirgsklassifizierung noch den Weg der rein deskriptiven Zuordnung – Klassifikation nach Gebirgsgüteklassen – enthält, wurde von dieser Anschauung in gewissem Umfang Abstand genommen. Die Bedürfnisse einer dynamisch anpassbaren, objektbezogenen Klassifikation hatten zur Entwicklung eines neuen Modells geführt, das in der ÖNorm B 2203²⁵⁶ (01.10.1994) Eingang fand. Die Klassifikation nach Gebirgsgüteklassen war durch Beschreibung der Gebirgstypen und Zuordnung in Vortriebsklassen (VKL) ersetzt worden, was zum einen der geomechanischen Beschreibung des Gebirges und zum anderen v.a. der Preisbildung und der Vergütung der Leistungen weit mehr entgegen kam, als die bis dato angewandten Systeme. Dabei war bewusst zwischen einer deskriptiven Klassifikation des zu erwartenden Gebirgsverhaltens und einer numerisch bewertenden Klassifikation der Stützmaßnahmen bzw. der Ausbaumaßnahmen unterschieden worden.

Die VKL werden in dieser ÖN B 2203 anhand eines Kennzahlenpaares (numerische Bewertung des Abschlagslängenbereiches und der notwendigen Stützmaßnahmen – 1. und 2. Ordnungszahl) mit einer definierter Abgrenzung des Geltungsbereiches festgelegt und zweckmäßigerweise in einer Matrix dargestellt. Es ist dadurch eine eindeutige Vortriebsklassenzuordnung durch Abschlagslänge und den erforderlichen Bedarf an Stützmaßnahmen in Abhängigkeit zu dem zu erwartenden Gebirgsverhalten beim Vortrieb ermöglicht worden.

Derzeit gilt die revidierte ÖN B 2203-1²⁵⁷ (01.12.2001) für konventionell vorgetriebene Hohlraumbauwerke, auf die in weiterer Folge detailliert eingegangen wird; in strikter Trennung zur ÖN B 2203-2 (01.01.2005) für kontinuierlichen Vortrieb.

- **Anwendungsgebiet:**

Die österreichische Klassifikation setzt im Sinne der NÖT eine gleichzeitig mit dem Vortrieb erfolgende messende Beobachtung der Gebirgsreaktionen voraus. Sie ist in erster Linie für zyklische, konventionell vorgetriebene Hohlräume in schwierigen, wechselhaft aufgebauten geologischen Verhältnissen geeignet, in denen eine **gewisse Flexibilität hinsichtlich der Anpassbarkeit von Ausbruch und Stützmaßnahmen** an die örtlichen Gegebenheiten erforderlich ist. Die

²⁵⁵ ausführlich in Seltenhammer (1975) in Rock Mechanics Suppl. 4, Seite 113

²⁵⁶ siehe ÖN B 2203 (01.10.1994), Pkt. 1.4.2ff., Seite 5ff.

²⁵⁷ ÖN B 2203-1 (01.12.2001)

zu begutachtende ÖN B 2203 - Teil 1²⁵⁸ (Ausgabe 01.12.2001) beschränkt das Anwendungsgebiet auf jene Hohlräume, die zum Zweck des Ausbruches und des Ausbauens begehbar oder befahrbar sind.

5.1.1 Modellbeschreibung

Im vertragsrechtlichen Sinn gilt die ÖN B 2203-1 als Werkvertragsnorm, da sie u.a. Verfahrens- und Vertragsbestimmungen für die Ausführung von Untertagebauarbeiten im zyklisch konventionellen Vortrieb – es werden herstellungstechnische Gesichtspunkte in den Vordergrund gerückt – enthält. Es sind jedoch lediglich die einschlägigen Vertragsbestimmungen gem. Abschnitt 5 geeignet, Vertragsbestandteil in Bauverträgen zu werden. Diese in den Bauvertrag einzubindenden Vertragsbestimmungen regeln die Rechte und Pflichten der AG und AN in Ergänzung zur Werkvertragsnorm ÖN B 2110 (01.03.2002).

5.1.1.1 Gebirgscharakterisierung

Um dem Charakter einer Werkvertragsnorm zu entsprechen, wurde in der ÖN B 2203-1 auf die Belange der Planung nicht im Detail eingegangen, sondern auf die gegenständliche Richtlinie für die geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb der österreichischen Gesellschaft für Geomechanik²⁵⁹ (ÖGG-Richtlinie 2001) verwiesen. Diese Richtlinie ist als Ergänzung der Verfahrensbestimmungen der ÖN B 2203-1 zu betrachten.

Zielsetzung der bauvorbereitenden und baubegleitenden Tätigkeiten im Rahmen der geomechanischen Planung ist die wirtschaftliche Optimierung der bautechnischen Maßnahmen bei Gewährleistung der jeweiligen Sicherheitserfordernisse unter Nutzung der vor Ort anstehenden Gebirgsverhältnisse. Die tragende Säule dieser ÖGG-Richtlinie bildet die Systematik der Vorgehensweise sowie die Nachvollziehbarkeit von Schlussfolgerungen und Entscheidungen.

Existierende, semi-quantitative und projektunabhängige Gebirgsklassifikationen für die Beurteilung der Gebirgsgüte und der Charakterisierung des Gebirgsverhaltens sowie die davon abgeleiteten bautechnischen Maßnahmen wurden – wie bereits im Kapitel 4 erörtert - in der Regel nur für spezielle Gebirgsverhältnisse und Baumethoden entwickelt, weshalb die Anwendung solcher Bewertungsverfahren mangels allgem. Gültigkeit zu Misserfolgen führt. Eine in bauverfahrenstechnischer wie betriebswirtschaftlicher Sicht zielführende Planung und Bauausführung kann daher nur durch eine projektabhängige Vorgangsweise sichergestellt werden. Die geomechanische Planung erstreckt sich daher über folgende zwei Phasen:

- **Phase 1 – Planung²⁶⁰:**

Die Planungsphase beinhaltet die Bestimmung der prognostizierbaren Gebirgseigenschaften (Gebirgsarten²⁶¹ - GA) und des erwarteten Gebirgsverhaltens (Gebirgsverhaltenstyp²⁶² - GVT / Beschreibung der Phänomene des Gebirgsverhaltens nach Gefährdungen²⁶³), die Festlegung der daraus abgeleiteten bautechnischen Maßnahmen und in weiterer Folge die Ermittlung der VKL anhand der ÖN B 2203-1. Im Zuge dieser Phase 1 ist weiters ein tunnelbautechnischer Rah-

²⁵⁸ ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 1, Seite 4

²⁵⁹ ÖGG-Richtlinie (2001) – Gebirgscharakterisierung und Vorgangsweise zur nachvollziehbaren Festlegung von bautechnischen Maßnahmen während der Planung und Bauausführung

²⁶⁰ ausführlich in ÖGG-Richtlinie (2001), Pkt. 3, Seite 6ff.

²⁶¹ ausführlich in ÖGG-Richtlinie (2001), Pkt. 3.2, Seite 9f.

²⁶² ausführlich in ÖGG-Richtlinie (2001), Pkt. 3.3, Seite 13f.

²⁶³ vgl. Girmscheid (2000), Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Seite 36f.

menplan zu erarbeiten, in dem klar zu beschreiben ist, welche Gebirgsverhältnisse und welche sonstigen Annahmen der Planung zu Grunde gelegt wurden. Der Rahmenplan hat auch eindeutige Festlegungen zu enthalten, welche bautechnischen Maßnahmen vor Ort als unveränderlich gelten bzw. welche Maßnahmen nach welchen Kriterien an die Verhältnisse vor Ort anzupassen sind.

Das in der ÖGG-Richtlinie abgebildete Flussdiagramm (Abb. 1/Seite 8) zeigt den grundsätzlichen Ablauf der geomechanischen Planung in 5 Schritten von der Bestimmung der Gebirgsart bis hin zur Ermittlung der VKL gem. ÖN B 2203-1. Hierzu ist zur Bestimmung von Ausbruch und Stützung (3. Schritt) anzumerken, dass auf Basis der projektspezifisch bestimmten GVT²⁶⁴ die Festlegung der auf den jeweiligen GVT abgestimmten Baumaßnahmen erfolgt. Aus der Kombination von Gebirgsverhalten und gewählten Baumaßnahmen ergibt sich das Systemverhalten. Das ermittelte Systemverhalten ist mit den definierten Anforderungen (Kriterien der Gebrauchstauglichkeit) zu vergleichen. Bei ungenügender Übereinstimmung werden Bauweise oder Stützmaßnahmen so lange variiert, bis eine Übereinstimmung erzielt werden kann. Weiters ist eine Abgrenzung von bautechnisch gleichartigen Vortriebsbereichen vorzunehmen. Für diese ist sodann ein tunnelbautechnischer Rahmenplan mit klaren Vorgaben für Ausbruch und Stützung sowie mit sonstigen Angaben und Festlegungen zu erarbeiten.

Die Ermittlung der VKL gemäß ONORM B 2203-1 basiert auf Grundlage des tunnelbautechnischen Rahmenplans. Um die Mengenermittlung für das LV und eine Bauzeitprognose durchführen zu können, ist desweiteren auf Basis der prognostizierten Verteilung der Gebirgsverhaltens-typen eine Prognose hinsichtlich der Verteilung der VKL über die gesamte Länge des zu errichtenden Hohlraumes zu erstellen.

- **Phase 2 – Bauausführung:**

Die Phase 2 beinhaltet die Erfassung der geomechanisch relevanten Gebirgseigenschaften sowie die Zuordnung des aktuellen Gebirgsverhaltens zum jeweiligen Gebirgsverhaltensstyp. Da die Gebirgsverhältnisse vor Baubeginn nicht umfassend erkundet und somit auch nicht vollständig bekannt sein können, ist zur Erreichung des genannten Zieles in der Regel eine Fortschreibung und Verfeinerung der Prognosen sowie eine Anpassung der bautechnischen Maßnahmen während des Vortriebs erforderlich. Eine endgültige Zuordnung der bautechnischen Maßnahmen zu den jeweils vorliegenden Gebirgsverhältnissen (Ausbau- bzw. Vortriebsfestlegung) ist daher erst vor Ort möglich. An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass die bautechnischen Maßnahmen zum größten Teil vor dem Ausbruch festgelegt werden müssen. Nach dem Ausbruch sind in der Regel nur mehr geringfügige Anpassungen (z. B. örtliche Ankerungen, zusätzlicher Auftrag von Spritzbeton) möglich. Die Entscheidung basiert daher auch in dieser Phase zum größten Teil auf einer verbesserten Prognose durch Einbeziehung bereits gemachter Erfahrungen.

Um aber bei dieser Vorgangsweise die erforderliche Sicherheit gewährleisten zu können, sieht die ÖGG-Richtlinie hierfür ein entsprechendes Sicherheitsmanagement²⁶⁵ vor, welches Konzepte und Regelungen v.a. für die folgenden drei Bereiche erforderlich macht.

- Dimensionierungskonzept zur Vorgabe von Stützung, Bauverfahren und Kenngrößen für die Beurteilung der Standsicherheit entsprechend den vor Ausführung bekannten Baugrundverhältnissen;

²⁶⁴ siehe ÖGG-Richtlinie (2001), Seite 13: GVT beschreibt das Verhalten des Gebirges bei Ausbruch des vollen endgültigen Querschnitts ohne Einfluss von Querschnittsunterteilung und Stützmittelpmaßnahmen. Der GVT kann deskriptiv 11 Kategorien zugeordnet werden.

²⁶⁵ ausführlich in ÖGG-Richtlinie (2001), Pkt. 5, Seite 27f.

- Überwachungskonzept inklusive aller technischen und organisatorischen Vorkehrungen zum Zweck des laufenden „Soll/Ist-Vergleichs“. Hier stützt sich das geotechnische Sicherheitsmanagement während der Bauausführung v.a. auf die Eckpfeiler einer geeigneten Baustellenorganisation, einer qualitativ hochwertigen Erfassung der Gebirgseigenschaften und des Systemverhaltens und eines effizienten Informationsflusses sowie eines geregelten Berichtswesens;
- Managementkonzept für den Fall der Abweichung der Baugrundverhältnisse außerhalb der erwarteten Bandbreite sowohl in günstiger als auch in ungünstiger Tendenz (wirtschaftliche Optimierung bzw. Gegensteuerung);

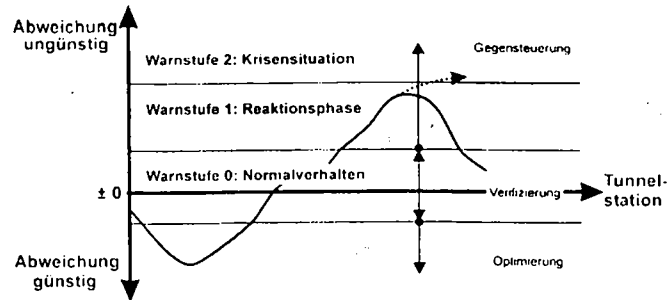


Abbildung 5-1: beispielhafte Darstellung von Warnstufen und Aktionsebenen des geotechnischen Sicherheitsmanagements (nach ÖGG-Richtlinie)

In der Planungs- wie auch in der Ausführungsphase sollten die Grundlagen und Annahmen für die einzelnen Festlegungen nachvollziehbar begründet und dokumentiert werden. Darüber hinaus sind im Zuge der Planung und Ausführung sämtliche zweckdienliche Informationen, welche über die Gebirgseigenschaften sowie das Gebirgsverhalten während der Herstellung der Untertagebauten Auskunft geben können, sicherzustellen, aufzubereiten und zu analysieren.

Diese österreichische Methode der Gebirgscharakterisierung, eine Vorgangsweise der nachvollziehbaren Festlegung von bautechnischen Maßnahmen unter Voraussetzung der Festlegung der technisch erforderlichen Lösemethode (Sprengen oder mechanisches Lösen) zählt zu den **dem Sinne der Definition nach projektabhängigen Systemen** und ist Voraussetzung für die weitere Vorgangsweise der Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1.

5.1.1.2 Vorgangsweise der Klassifikation

5.1.1.2.1 Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)

In dieser ÖNorm ist die Einteilung der VKL²⁶⁶ getrennt nach der Lösemethode²⁶⁷ (konventioneller Spreng- oder Baggervortrieb sowie Teilschnittmaschinenvortrieb) vorzunehmen. Deren Darstellung erfolgt, wie bereits eingangs erwähnt, zweckmäßigerweise in einer Matrix, die die Zuordnung der VKL mit gleicher 1. Ordnungszahl (OZ¹) nicht feldübergreifend „still“ voraussetzt (siehe Abbildung 5-3). Ein diesbzgl. Passus existiert in der vorliegenden ÖN B 2203-1 jedoch nicht. Die Einteilung der VKL ist folgendermaßen vorzunehmen:

Die festzulegende Ausbruchsart - der Ausbruch der Kalotte bzw. der Strosse (Teilausbruch) oder des Querschnittes von Kalotte mit Strosse (Vollausbruch) - wird nach dem definierten Abschlagslängenbereich der genormten Matrix (Gliederung in 9 Abschlagslängenbereiche), der Ausbruch

²⁶⁶ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.2, Seite 11

²⁶⁷ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.2.1, Seite 11 u. vgl. Pkt. 4.2.1, Seite 9

der Sohle wird nach dem projektspezifisch festzulegenden Öffnungslängenbereich unterteilt. Daraus lässt sich in beiden Fällen die jeweilige 1. Ordnungszahl ableiten.

Die Stützmittel einschließlich der Voraus- und Ortsbruststützung sowie der Zusatzmaßnahmen (Stützmaßnahmenübersicht je VKL in Ausschreibungsunterlagen), werden für jede festzulegende VKL nach Art und Menge sowie nach dem Ort und Zeitpunkt des Einbaues angegeben. Bei Querschnittunterteilungen, bei denen die Teilquerschnitte baubetrieblich voneinander unabhängig vorgetrieben werden können, sind die den Vortrieb bestimmenden Stützmittel und Zusatzmaßnahmen getrennt für die einzelnen Teilquerschnitte festzulegen.

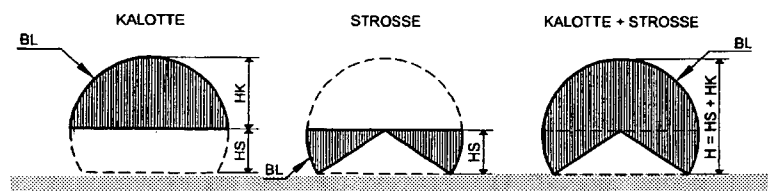
Die prognostizierte Festlegung für die Stützmaßnahmen erfolgt für die Obergrenze des jeweiligen Abschlagslängenbereiches der Matrix²⁶⁸. Diese Stützmittel und Zusatzmaßnahmen der Kalotte, der Strosse oder des Querschnittes von Kalotte mit Strosse werden gemäß Tabelle 13-20 (siehe Anhang 13.2.1) anhand von dimensionslosen Bewertungsfaktoren (f_B) numerisch bewertet, danach die Summe der bewerteten Stützmaßnahmenmengen pro Tunnelmeter (StM_{TM}) gebildet und durch die Bewertungsfläche (A_B) lt. ÖN B 2203-1 dividiert. Daraus errechnet sich die Stützmittelzahl (OZ^{II}) als 2. Ordnungszahl. In verschiedenen Publikationen²⁶⁹ wird darauf hingewiesen, dass die Stützmittelzahl (OZ^{II}) ein Maß für das - im Sinne dieser Arbeit - spezif. Gebirgsverhalten darstellt.

Bei der Sohle bestimmt hingegen die Ausbauart (offene Sohle, Sohlplatte, Sohlgewölbe mit Längsteilung und Sohlgewölbe ohne Längsteilung) die 2. Ordnungszahl, Bewertungsfaktoren werden hier zur Bestimmung der Stützmittelzahl nicht benötigt.

$$2. \text{ Ordnungszahl} = OZ^{II} [1] = \Sigma (StM_{TM} \times f_B) : A_B$$

A_B ...	Bewertungsfläche [m ²]
f_B ...	Bewertungsfaktor [1], jedoch auf die entspr. Mengeneinheit der jeweiligen Stützmaßnahme bezogen
StM_{TM} ...	Stützmaßnahmenmengen pro Tunnelmeter [VE/lfm]
(Anm.: Die Formel ist mathematisch gesehen jedoch nicht dimensionsrein)	

Die dabei erforderlichen Bewertungsflächen des Hohlraumquerschnitts²⁷¹ werden nach den folgenden schematischen Darstellungen (siehe Abbildung 5-2) berechnet und sind im Gegensatz zu den in der ÖN festgelegten Abrechnungslinien unveränderlich²⁷². Diese Bewertungsflächen sind für jedes Untertagebauprojekt gem. Nor-



HK ... Höhe der Kalotte
 HS ... Höhe der Strosse
 BL ... Begrenzungslinie = plangemäße bergseitige Laibung der Innenschale
 HK, HS und BL werden vertraglich festgelegt²⁷⁰

Abbildung 5-2: schematische Darstellung der Bewertungsflächen (nach ÖN B 2203-1)

²⁶⁸ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.2.3, Seite 14

²⁶⁹ vgl. Ayaydin (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 413ff. sowie Lauffer (1997) in Felsbau Nr. 3, Seite 179ff.

²⁷⁰ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.2.3, Seite 14: Für die Ermittlung der Stützmittelzahl bei Abweichung der tatsächlichen von der ausgeschriebenen Kalottenhöhe sind Regelungen anzugeben.

²⁷¹ ausführlich in Kaltenhauser (2000), Diplomarbeit, Seite 8: Der quantitative Wert der Bewertungsfläche der Strosse ist im Vergleich zur Querschnittsfläche der Kalotte wesentlich geringer festgelegt (der Strossenquerschnitt hat in der Regel die doppelte Fläche pro lfm-Umfang), da bei Anwendung der querschnittsunabhängigen Bewertungsfaktoren bei gleicher Stützmittelmenge pro lfm-Hohlraum (vorausgesetzt unter selben geotechnischen Bedingungen) bei der Strosse um die Hälfte kleinere Stützmittelzahlen im Vergleich zur Anwendung derselben bei der Kalotte zu irreführenden Interpretationen geführt hätten.

²⁷² vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.3, Seite 28f.

mendefinition vom AG in den Ausschreibungsunterlagen anzugeben und dienen vorrangig, durch die Einfachheit ihrer Bestimmung, der Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Untertagebauprojekten untereinander.

Die wertmäßige Angabe der 1. und 2. Ordnungszahl (basierend auf eindeutigen und objektiv nachvollziehbaren Kriterien, wie Abschlagslänge bzw. Öffnungslänge sowie Art und Menge der Stützmaßnahmen) definiert die VKL, der Schnittpunkt aus 1. und 2. Ordnungszahl ergibt einen punktförmigen Eintrag in der Matrix, für die der Bieter eine vertraglich zu garantierende VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung je Arbeitstag bzw. Kalendertag und einen Einheitspreis z.B. je m³-Ausbruch in der zugehörigen Leistungsposition festzulegen hat (→ **1-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**). Da ein lediglich punktförmiger Eintrag in dieser Matrix unendlich viele VKL ergeben würde, ist die Größe des Gültigkeitsbereiches der 2. Ordnungszahl gemäß ÖN B 2203-1 mit den Grenzwertangaben der Tabelle 13-21 (siehe Anhang 13.2.1) festzulegen. Dadurch entsteht in der Matrix zwangsläufig ein Feld, welches den Zweck verfolgt, dass „gering-

ERSTE ORDNUNGSZAHL	KALOTTE oder KALOTTE & STROSSE	STROSSE	ZWEITE ORDNUNGSZAHL - STÜTZMITTELZAHL																				
			ABSCHLAGSLÄNGE BIS	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0										
1	keine Vorgabe	ist projektbezogen festzulegen																					
2	4,00 m																						
3	3,00 m																						
4	2,20 m					$a=0,80$ $4/a$	$a=0,60$																
5	1,70 m						$4b=a \cdot 2 \cdot 0,60$																
6	1,30 m							$n=0,80$ $5/n$															
7	1,00 m								$n=0,80$														
8	0,80 m									$5/m_{max} \cdot 2 \cdot 0,80$													
9	0,60 m										$x=1,00$ $6/x$												

Abbildung 5-3: Vortriebsklassenmatrix für zyklischen, konventionellen Vortrieb (nach ÖN B 2203-1)

fügige“, auf die tatsächlichen Verhältnisse angepasste Änderungen in der Abschlagslänge und in den Stützmittel und Zusatzmaßnahmen keinen sofortigen Vortriebsklassenwechsel bewirken und der veranschlagte Einheitspreis für den Ausbruch in der zugehörigen Leistungsposition sowie die zu garantierende VT-Geschwindigkeit der VKL ihre Gültigkeit

bewahren.

5.1.1.2.2 Ausführungsphase (tatsächliche Vortriebsklassenfestlegung)

Während des Vortriebs ist der die VT-Leistung maßgebend bestimmende Sicherheitsbedarf (neben Abschlagslänge, Übermaß, etc.) einvernehmlich zwischen AG und AN vor Ort festzulegen (Stichwort - Ausbaufestlegung), wobei der AG vornehmlich die Standsicherheit des Hohlraumes (Abschlagslänge, Bedarf an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, etc.), der AN vornehmlich die Sicherheit der Arbeitnehmer (rechtzeitiger und technisch einwandfreier Einbau der Stützmaßnahmen, Bedarf an Sicherheitsmaßnahmen, etc.) zu berücksichtigen hat. Die so gen. Ausbaufestlegungen haben daher nach dem Zustand und dem Verhalten des Gebirges vor dem jeweiligen Ausbruchvorgang und nach Wirksamwerden allenfalls gesetzter gebirgsverbessernder Maßnahmen, unter Berücksichtigung der vorhandenen Mess- und Erfahrungswerte, entsprechend den im Bauvertrag festgelegten Kriterien zu erfolgen.

Stellt sich u.a. der in der Planungsphase prognostizierte Bedarf an Stützmaßnahmen als unzureichend heraus, sind im Zuge der Ausführung zusätzliche Maßnahmen festzulegen, d.h. die einzelnen Stützmittel und Zusatzmaßnahmen können auf die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort angepasst werden. Jene zusätzlichen Stützmaßnahmen, die direkt in den Abschlagszyklus eingreifen bzw. wenn die Einbaustelle innerhalb des im Bauvertrag definierten Vortriebsbereiches zu liegen kommt, lösen eine **Neuklassifikation** aus, welche dann - vereinfacht gesagt - die Basis anhand der Zuteilung in die VKL-Matrix für die Abrechnung der VT-Leistungen und die Ermittlung der abrechenbaren Bauzeit darstellt (→ **2.-malige VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens**). Nachträglich eingebaute Stützmaßnahmen außerhalb des im Bauvertrag definierten Vortriebsbereiches verändern die VKL im Sinne der ÖN B 2203-1 nicht.

In wie weit dieser Entgeltanpassungsmechanismus eine faire, leistungsgerechte Vergütung der Leistung des potentiellen AN gewährleistet, v.a. im Hinblick auf die festgelegte Geringfügigkeit der Änderung der prognostizierten Abschlagslänge, der prognostizierten Art und Menge der zugewiesenen Stützmaßnahmen der jeweiligen VKL, wird im Zuge dieser Dissertation im Pkt. 5.1.3 ff. ausführlich behandelt.

5.1.1.3 Bewertungsfaktoren

Die zur Stützung des Gebirges und zur Sicherung des Hohlraumes notwendigen bautechnischen Maßnahmen sind eine Kombination unterschiedlicher Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, die für den Vortrieb differente Erschwernisse v.a hinsichtlich zeitlicher Aufwendungen für den Baufortschritt darstellen. Um diese den einzelnen Stützmitteln zuordenbaren, unterschiedlichen Erschwernisse in eine objektive und nachvollziehbare Klassifikation einzubinden, sind generell in der ÖN B 2203 dimensionslose Bewertungsfaktoren in Abhängigkeit der üblichen Mengeneinheit des jeweiligen Stützmittels vorgesehen. Aufgrund einfacherer Handhabung dieses Bewertungsverfahrens für die VKL-Bestimmung gilt für jedes Stützmittel bzw. für jede Zusatzmaßnahme nur ein Bewertungsfaktor; auch eine Einführung von unterschiedlichen Bewertungsfaktoren für Kalotte und Strosse ist bis jetzt aus Gründen der wesentlich fehleranfälligeren Handhabung (Verwechslungsgefahr bei der Bewertung der Stützmaßnahmen) nicht angedacht worden.

Dies setzt die Vereinfachung voraus, dass der zeitliche Aufwand anhand einer Minutenanalyse der Stützmittelherstellung (beinhaltet wie z.B. bei der Ankerherstellung mehrere Tätigkeiten – Bohren, Verlängern, Versetzen und Umsetzen) als statistischer Mittelwert resultierend aus Auswertungen von (Vor-)Kalkulations- (bzw. Nullkalkulations-) und Nachkalkulationsdaten von Untertagebauprojekten unterschiedlicher Gebirgsverhältnisse und Bauweisen eingeht.

Ursprünglich wurde die Philosophie verfolgt, anhand der Bewertungsfaktoren jenen zeitlichen Mehraufwand ohne Berücksichtigung von allfälligen unprod. Rüst- und Verteilzeiten sowie Erschwernissen zu erfassen, der durch das bloße Ersetzen einer bautechnischen Maßnahme durch eine andere entsteht²⁷³. Ziel dieser Philosophie war lediglich die Verhältnistreue objektiv zu gewährleisten. Die Bewertungsfaktoren in der ÖN B 2203 (1994) errechneten sich aus der Division der Einbauzeit des zu bewertenden Stützmittels bzw. der zu bewertenden Zusatzmaßnahme durch die Einbauzeit des Referenz- bzw. Bezugstützmittels (Swellex-Anker) unter Berücksichtigung ev. in herstellungstechnischer Hinsicht gesehener paralleler Einbauvorgänge.

²⁷³ siehe Ayaydin (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 414; vgl. Purrer u. Fischer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

$$f_{B \text{ Stützmittel}} = \frac{\frac{\sum A_B \times t_{\text{Stützmittel}}}{P_{\text{Stützmittel}}}}{\frac{\sum A_B \times t_{\text{Bezugsstützmittel}}}{P_{\text{Bezugsstützmittel}} \times f_{B \text{ Bezugsstützmittel}}}}$$

A_B ...	Bewertungsfläche
$t_{\text{Stützmittel}}$...	Herstellzeit Stützmittel
P ...	Anzahl der parallelen Vorgänge bei der Herstellung
f_B ...	Bewertungsfaktor

Neben der absoluten und relativen Größe der Bewertungsfaktoren ist jedoch auch die Aktualität, das Zustandekommen – da das mathematische Modell nicht publiziert wurde - und die starre Festlegung der selben immer wieder in Frage gestellt worden²⁷⁴.

Um die aktuellen Relationen der den jeweiligen Stützmitteln und Zusatzmaßnahmen entsprechenden Zeitbedarfe bei der Herstellung in der numerischen Bewertungsmethodik zu berücksichtigen, sieht die gegenständliche ÖN B 2203-1 bereits überarbeitete Bewertungsfaktoren gem. Tabelle 13-20 (siehe Anhang 13.2.1) – wiederum dimensionslose Größen pro üblich behafteter Mengeneinheit des jeweiligen Stützmittels bzw. der jeweiligen Zusatzmaßnahme - vor.

Hier wurde die Philosophie verfolgt, die Bewertungsfaktoren anhand der pro lfm-Hohlraum mengenmäßig abhängigen Gesamtherstellzeit der jeweiligen bautechnischen Maßnahmen in Folge einer Fixierung der Stützmittelzahl ($OZ^{II} = 1,0$) bei einem derzeit gängigem Querschnittsausmaß abzugleichen. Auf Basis eines festgelegten Zeitbedarfes für die Herstellung des jeweiligen Stützmittels bzw. der jeweiligen Zusatzmaßnahme durch die Vortriebsmannschaft (statistische Auswertung gemessener Herstellzeiten - Minutenanalyse) ergibt sich ein mengenmäßig abhängiger Zeitbedarf für das Erreichen der fixierten Stützmittelzahl 1,0. Das Ziel dieser Philosophie ist dann erreicht, wenn sich für jedes Stützmittel bzw. für jede Zusatzmaßnahme eine ungefähr gleiche Gesamtherstellzeit rechnerisch einstellt.

$$\text{Annahme: } StM_{TM} = \frac{OZ^{II} \times A_B}{f_{B \text{ Annahme}}}$$

$$Z_{Stm} = \frac{t_{\text{Stützmittel}}}{P_{\text{Stützmittel}}} \times StM_{TM}$$

heuristische Festlegung von Z_{Stm} zufolge der Auswertung $f_{B \text{ Annahme}}$ aller Stützmittel und Zusatzmaßnahmen;

$$\text{Abgleich: } f_{B \text{ Abgleich}} = \frac{t_{\text{Stützmittel}}}{P_{\text{Stützmittel}}} \times \frac{OZ^{II} \times A_B}{Z_{Stm}}$$

A_B ...	Bewertungsfläche
f_B ...	Bewertungsfaktor (Annahme und Abgleich)
OZ^{II} ...	Stützmittelzahl bzw. 2. Ordnungszahl ($OZ^{II} = 1,0$)
$t_{\text{Stützmittel}}$...	Herstellzeit Stützmittel
P ...	Anzahl der parallelen Vorgänge bei der Herstellung
StM_{TM} ...	Stützmittelmenge pro Tunnelmeter
Z_{Stm} ...	Gesamtherstellzeit des jeweiligen Stützmittels

Diese Faktoren erheben jedoch keinen Anspruch auf absolut richtige Wiedergabe des tatsächlich benötigten Zeitaufwandes hinsichtlich ihrer gebirgsneutralen Geltung, auch sind sie nicht im Sinne normativ festgelegter Aufwandswerte zu verstehen, liefern aber im Vergleich untereinander auf Basis der zeitlichen Abhängigkeit schlüssige Ergebnisse²⁷⁵.

²⁷⁴ ausführlich in Kaltenhauser (2000), Diplomarbeit, Seite 19ff.

²⁷⁵ Anm. des Verfassers: M. E. wäre die Aufnahme eines mathematischen Modells zur Ermittlung der Bewertungsfaktoren auf Basis nachvollziehbarer Grundlagen und Definitionen in die gegenständliche ÖN B 2203-1 sinnvoll,

5.1.2 Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung

Die Kategorisierung des Gebirges in Gebirgsverhaltenstypen, die Festlegung daraus ableitbarer bautechnischer Maßnahmen sowie die darauf aufbauende Vortriebsklassifikation der ÖN B 2203-1 setzen in ihrer Anwendung ein gewisses Maß an einschlägiger Erfahrung und Fachwissen voraus. Speziell für die Projektabwicklung (Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung bzw. Vergütung) ist eine Klassifikation des Vortriebs notwendig, die eine objektive und nachvollziehbare Grundlage für die Baupreisermittlung als Basis für ein, auf das Klassifizierungssystem speziell angepasstes und Bestandteil der LB²⁷⁶ werdendes, dynamisches Vergütungsmodell bildet.

5.1.2.1 Voraussetzungen für die Ausschreibung

Als Basisvoraussetzung für die Erstellung von Angeboten²⁷⁷ sind VT-Leistungen nach ihrer Beschreibung und ihrem Ausmaß lückenlos zu erfassen und so darzustellen, dass lediglich Leistungen gleicher Art (techn. Lösemethode, Ausbruchart, Längsentwicklung des Vortriebs, etc.) und Preisbildung in einer Position des LV erfasst werden.

- **Ausbruch²⁷⁸:**

Für den Ausbruch der Kalotte und der Strosse, der das Lösen des Gebirges in gebirgsschonender Technik, das Verladen, das Abtransportieren (Schuttern) und Abladen des Ausbruchmaterials bis zu einer im Portalbereich liegenden Deponie oder Umladestation umfasst, sind entweder vorzusehen:

- (a) je in der Matrix klassifizierter VKL eine Leistungsposition, getrennt nach Preisanteil Lohn und Sonstiges, mit dem Vordersatz [m³];

Wenn dieses Modell auch für die unabhängig von der Kalotte vorzutreibende Strosse angewendet wird, so ist auch für die Strosse die Abfrage von garantierten VT-Geschwindigkeiten bzw. -Leistungen vorzusehen.

- (b) siehe Pkt. 6.2.2.1/Ausbruch

Für den Ausbruch der Sohle ist in der Matrix je klassifizierter VKL eine Leistungsposition, getrennt nach Preisanteil Lohn und Sonstiges, mit dem Vordersatz [m³] oder [m] auszuschreiben.

Beim Auftreten von Mixed-Face-Bedingungen²⁷⁹ regelt die ÖN B 2203-1 die Vergütung des Ausbruchs grundsätzlich mit den VKL für Sprengarbeit. Bei Mixed-Face-Bedingungen, die aus gebirgsbedingten (zum Großteil geomechanischen) Gründen ein Lösen mit Bagger oder Teilschnittmaschine (TSM) und nachfolgender Sprengarbeit erfordern, sind projektspezifisch Positionen zur Vergütung der Mehraufwendungen²⁸⁰ (Aufzahlungspositionen auf den Regelvortrieb)

da einerseits für mehr Objektivität gesorgt wäre und andererseits dadurch auch eine ständige Anpassung der Werte an die sich zweifellos weiterentwickelnden Einbautechniken ermöglicht werden würde.

²⁷⁶ z.B. FSV - Standardisierte Leistungsbeschreibung für den Tunnelbau (LB-TU), RVS 7T Version 00 (2003)

²⁷⁷ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.2.1, Seite 9

²⁷⁸ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.3, Seite 15

²⁷⁹ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 3.21, Seite 6: Bedingungen bei einem Abschlag, in dem gleichzeitig Gesteine mit sehr unterschiedlichem Löseverhalten auftreten und ein Lösen mit Sprengarbeit einerseits und Bagger oder Teilschnittmaschine andererseits erforderlich ist.

²⁸⁰ Anm. des Verfassers: Beim Zusammentreffen der konventionellen Lösemethoden Baggerabbau und Sprengabbau – so genannte typische Mixed-Face-Bedingungen – im zyklischen Vortrieb innerhalb eines Abschlages,

vorzusehen. Hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zufolge des Erschwernis Mixed-Face-Bedingungen gelten selbige Ausführungen sinngemäß für die Geltendmachung der diesbzgl. Vortriebszeit auf Basis der vertraglich zu vereinbarenden, sich durch die Verhältnisse unterschiedlich ergebenden VT-Geschwindigkeiten.

- **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen²⁸¹:**

Da sich bekanntlich eine Änderung der Art, der Menge und des Einbauortes der Stützmaßnahmen auf die VT-Leistung auswirken, muss dies innerhalb einer leistungsabhängigen Vergütung geregelt werden:

Die in den prognostizierten VKL beinhaltenden Stützmittel und Zusatzmaßnahmen sind in eigenen Leistungspositionen unabhängig von der jeweiligen VKL auszuschreiben. Für den allfällig nachträglichen Einbau zusätzlicher Stützmittel außerhalb des in der Ausschreibung zu regelnden Vortriebsbereiches sind normenkonform Aufzählungspositionen im LV vorzusehen.

- **Mehrausbruch:**

Der Mehrausbruch²⁸², ein i.A. über das plangemäße Ausbruchprofil (im Regelquerschnitt definiertes erforderliches Ausbruchprofil zuzüglich dem Übermaß (\ddot{u}_m) – Linie 2) hinausgehender Ausbruch, wird für den Querschnitt der Kalotte und Strosse in der gegenständlichen ÖN in zwei Kategorien unterteilt. Für die nachstehend angeführten Arten des Mehrausbruchs sind im Bedarfsfall für den Sohlvortrieb²⁸³ eigene Regelungen in der Ausschreibung festzulegen.

- **Mehrausbruch für das Vorhalten des Übermaßes (\ddot{u}_m)²⁸⁴:**

Das Übermaß²⁸⁵ (\ddot{u}_m) ist ein Teil des plangemäßen Ausbruchprofils (dessen Form und Fläche aus den Regelprofilplänen hervorgeht), welches den Zweck hat, einerseits den geologisch-bedingten, **vorhersehbaren** aber unvermeidbaren Mehrausbruch (MAB)²⁸⁶ zu berücksichtigen und andererseits Deformationsraum für die zu erwartenden Gebirgsverformungen zu schaffen. Vom AG ist in der Ausschreibung anzugeben, welches Übermaß als radiale Bereichsabgrenzung für die prognostizierten VKL zu erwarten ist sowie die quantitativen Veränderungen davon abhängiger Größen (Ausmaße für Ausbruch und Stützmittel) gem. Abbildung 5-4.

können je nach Verteilung der unterschiedlichen geologischen Bereiche erhebliche Zusatzzeiten zufolge Gerätewechsels entstehen. Werden diese Mixed-Face-Bedingungen durch den Bauherrn anhand einer VKL klassifiziert und die zugehörige Vergütung nur mit einer Leistungsposition für den Ausbruch geregelt, obwohl diese Vorgehensweise nicht im Sinne der ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.2 ist, wird hier das Baugrundrisiko bereits im Zuge der Kalkulation der zugehörigen Ausbruchposition (auch in Hinblick auf die vertraglich zu vereinbarenden VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung) auf den Unternehmer überwälzt.

Es handelt sich dabei um ein Wagnis des Unternehmers, das weder beeinflussbar noch kalkulierbar ist, sodass dieses Wagnis aufgrund des ursächlichen Zusammenhangs mit dem aufzufahrenden Baugrund nicht in der Verantwortungssphäre des Unternehmers zu liegen kommen kann.

²⁸¹ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.7, Seite 20

²⁸² vgl. z.B. Fecker u. Reik (1996), Baugeologie, Seite 381ff. sowie Prinz (1997), Abriss der Ingenieurgeologie, Seite 401ff.: Mehrausbruch kann in unterschiedlicher Art auftreten und geologisch- oder verfahrenstechnisch bedingt sein und hat daher im Zuge der Vortriebsarbeiten eine große verfahrenstechnische und betriebswirtschaftliche Bedeutung.

²⁸³ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.5.4, Seite 18

²⁸⁴ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.5.1, Seite 15

²⁸⁵ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 3.37, Seite 7

²⁸⁶ Anm. des Verfassers: vorhersehbar, aber unvermeidbar - darunter werden jene Ausbrüche erfasst, die auch bei schonender und sorgfältiger Arbeitsweise über die theoretische, planlich festgelegte Ausbruchbegrenzung hinausreichen und die durch stets vorhandene Unstetigkeiten und Diskontinuitäten im Gesteinsverband verursacht werden. Sie entstehen hpts. beim konventionellen Vortrieb dadurch, dass bei der Sprengung die Lösung des Gesteins nicht von Kranzbohrloch zu Kranzbohrloch, sondern tlw. nach vorhandenen Trennflächen im Mikrogefüge erfolgt; sie sind dadurch geologisch bedingt.

gen. Weiters ist die Lage der Anker bezogen auf die übrigen Stützmittel und Zusatzmaßnahmen anzuführen, ein etwaig dafür erforderlicher MAB ist aber bereits im Überprofil enthalten.

Für einen ev. anfallenden, geologisch-bedingten, **nicht vorhersehbaren** und unvermeidbaren MAB²⁹¹ bergseitig der Grenzfläche A ist gem. ÖN B 2203-1 eine eigene von den VKL unabhängige Leistungsposition vorzusehen. Über allfällige Auswirkungen dieses MAB auf die zeitgeb. Kosten der Bst. sind in der Ausschreibung spezifische Regelungen zu treffen.

- **Bergwassererschwarnis:**

Mögliche Wasserzutritte finden in der Vortriebsklassifikation der ÖN B 2203-1 ab einer definierten, projektspezifisch festzulegenden Grenzwassermenge²⁹² direkt einfließend keine Berücksichtigung, werden aber als Erschwernisse bei den Ausbruchs- und Sicherungsarbeiten, ggf. auch bei den Innenausbauarbeiten als Folge des Zudrangs von Bergwasser aus dem umliegenden Gesteinsverband berücksichtigt und über zusätzliche Vortriebszeiten abgegolten. Dazu müssen neben den Vorhaltepositionen für zeitgeb. Kosten der Bst. auch Positionen für die Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) je Zeiteinheit (Aufzahlungspositionen auf die Basisvortriebe im LV) vorhanden sein²⁹³.

Je nach zu berücksichtigender, projektspezifisch festzulegender min. und max. Bergwasserspense in der jeweiligen Wassererschwarnisklasse gem. ÖN B 2203-1 (3 deskriptive Einflusszuordnungen des Wassers auf das Gebirge legen 4 Erschwernisklassen in Abhängigkeit des Zutrittsortes im Vortriebsquerschnitt fest. Laibung und Ortsbrust entsprechen einem Bereich ab 1,0 m über der jeweiligen tatsächlichen Sohle bis Firste, die Sohle entspricht jenem Bereich von der jeweiligen tatsächlichen Sohle bis 1,0 m darüber; siehe Anhang 13.2.1/Tabelle 13-22) werden prozentuelle Abminderungsfaktoren für die garantierten VT-Leistungen der Basisvortriebe, getrennt für steigenden oder fallenden Vortrieb, ermittelt. Dafür hat der AG eine Anzahl an Arbeitstagen mit Wassererschwarnis für die einzelnen Teilquerschnitte vorzugeben und diese nach Erschwernisklassen und Wasserspenden aufzuteilen. Die Anzahl der vergütungsfähigen Verrechnungseinheiten wird errechnet aus den vom AG vorzugebenden Arbeitstagen und den vom AN innerhalb der vom AG vorgegebenen min. und max. Grenzen anzugebenden Abminderungsfaktoren gemäß ÖN B 2203-1 (Anhang 13.2.1/Tabelle 13-23). Die vom AG hierbei vorzugebenden Arbeitstage errechnen sich aus den Vortriebsabschnitten mit Wassererschwarnissen und vom AG angenommenen (nicht anzuführenden) VT-Geschwindigkeiten ohne Wassererschwarnis.

Die Art, der Ort und die Häufigkeit der Messung der Bergwasserspense sind getrennt nach steigenden und fallenden Vortrieben für die einzelnen Arbeitsbereiche in der Ausschreibung anzugeben.

²⁹¹ Anm. des Verfassers: nicht vorhersehbar und unvermeidbar - darunter werden meist Ausbrüche verstanden, die über die theoretische, planlich festgelegte Ausbruchsbegrenzung hinausgehen und durch geologische Störungen (Dislokationen), Verwerfungen oder Harnischflächen, usw. verursacht werden können, deren Vorhandensein und Lage durch Vorauserkundung nicht erkennbar geworden ist und die nicht durch unvorsichtige oder zu grobe verfahrenstechnische Behandlung des Gesteinsverbandes entstanden sind. In deutlich geschichtetem Gebirge kann die Neigung zu diesen geologisch-bedingten MAB größer sein als in massigen Gebirgsarten; insbesondere bilden sich hier bei vorwiegend söhlicher Schichtung z.B. so gen. Sargdeckel, von der Firste herab fallende Gesteinsplatten, aus.

²⁹² vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.6.1 (2), Seite 18 u. Pkt. 5.5.2.6.1, Seite 30: min. Wasserspense (Grenzwassermenge), bis zu der allfällige Erschwernisse, Leistungsminderungen und zusätzliche Leistungen, welche direkt oder indirekt im Zusammenhang mit dem Zudrang von Bergwasser entstehen, mit dem Ausbruchspreis der zugehörigen VKL abgegolten sind.

²⁹³ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.6.1, Seite 18

• **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.)²⁹⁴:**

Für die zeitgeb. Kosten der Bst., v.a. für die zeitgeb. Gerätekosten der Bst. - die für unterschiedliche VT-Leistungen eingesetzten Leistungsgeräte²⁹⁵ werden bei zyklischem Vortrieb üblicherweise in der Kalkulation als Vorhaltegeräte definiert - sind eigene Vorhaltepositionen vorzusehen, sofern nicht vereinfachte Abrechnungsregeln²⁹⁶ zur Anwendung gelangen.

Weiters sieht die Norm vor, dass bei Untertagebauarbeiten mit größerer Längserstreckung diese Vorhaltepositionen entsprechend dem Bauablauf zu unterteilen sind:

- I. Baubeginn bis Vortriebsbeginn
- II. Vortrieb
- III. Aufzahlung auf Vortrieb bei gleichzeitiger Herstellung der Innenschale
- IV. Herstellung der Innenschale nach vertraglichem Vortriebsende
- V. Arbeiten nach dem Herstellen der Innenschale.

Für die Positionen Nr. I, V und, wenn es die Verhältnisse zulassen, für Position Nr. IV sind Festzeiten (unveränderliche Zeiten) zu vereinbaren, die in Pauschalien abgerechnet werden können.

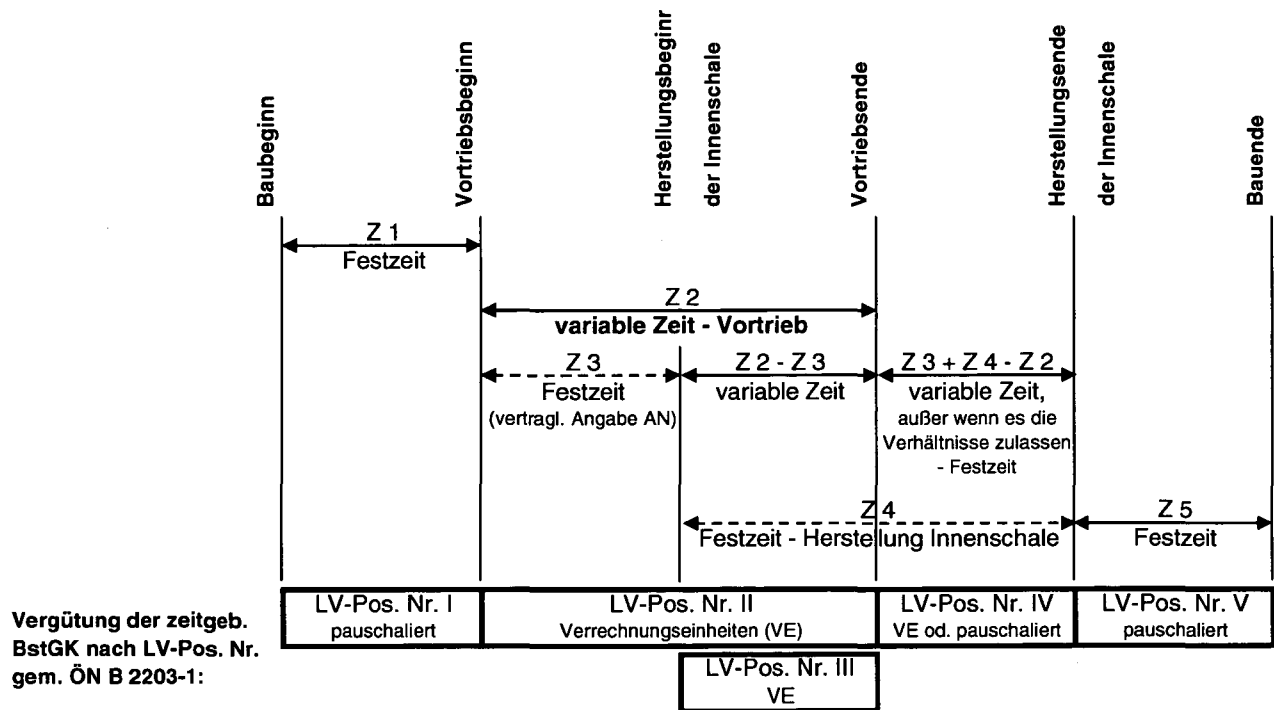


Abbildung 5-5: Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK nach LV-Pos. Nr. gem. ÖN B 2203-1

Um in diesem Fall einer leistungsabhängigen Vergütung zu entsprechen, ist für den Vortrieb die zeitkritische Dauer (Vortriebszeit) variabel anzusetzen (siehe Abbildung 5-5). Vergaberechtliche und betriebswirtschaftliche Voraussetzung hierfür ist, dass für die zeitbestimmenden Tätigkeiten des Vortriebes - das kann der Vortrieb des gesamten Querschnittes, der Kalotte allein oder andere zeitbestimmender Ausbruchsvorgänge sein - vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeiten, getrennt nach den ausgeschriebenen VKL, vereinbart werden, da dadurch einerseits für die Ermittlung der prognostizierten Vortriebszeit bzw. -dauer und andererseits für die Ermittlung der abrechenbaren Vortriebszeit bzw. -dauer eine fixe Bezugsgröße zugrunde liegt. Für die Vergü-

²⁹⁴ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.1.1, Seite 10

²⁹⁵ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.1.1, aaO.: Für unterschiedliche Leistungen eingesetzte Geräte (wie Bohrwagen) können entspr. dem Bauablauf bei den jeweiligen Gerätekosten der Bst. berücksichtigt werden.

²⁹⁶ ausführlich in ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.13, Seite 22

tung der o.a. LV-Position Nr. II sind aufgrund der unterschiedlich möglichen Anzahl an Arbeitstagen pro Monat im Vergleich zur betriebswirtschaftlich fixierten Anzahl an Kalendertagen pro Monat Verrechnungseinheiten²⁹⁷ anzugeben.

5.1.2.2 Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation

Die **Basisvoraussetzung für die Gewährleistung einer angemessenen Preisbildung** stellt die im umfassenden ÖN-Regelwerk inkludierte **ÖN B 2061**²⁹⁸ *Preisermittlung für Bauleistungen* (Verfahrensnorm) i.d.F. 01.09.1999 (siehe Pkt. 2.3.1.2) dar. Wie bereits erwähnt, regelt diese ÖN ganz allgem. das Verfahren und die Darstellung der Preisermittlung von Bauleistungen und beinhaltet Hinweise für den Aufbau der (Vor-)Kalkulation (siehe Abbildung 2-4).

Die für die Preisbestimmung bzw. Kalkulation der Herstellkosten erforderlichen und u.a. auch für die Ermittlung der zeitkritischen Vortriebszeit relevanten, vertraglich zu garantierenden VT-Geschwindigkeiten (bzw. -Leistungen) in den jeweiligen VKL, werden in der gegenständlich zu analysierenden ÖN B 2203-1 dem Bieter innerhalb des Abschlagslängenbereiches (OZ^I) der Matrix freigestellt, es sind lediglich die gemäß ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.2.3 angegebenen Stützmaßnahmen zugrunde zu legen.

Bei Bedarf kann der AG eine Begrenzung der maximalen VT-Geschwindigkeit zufolge geomechanischer Bedingungen in den Ausschreibungsunterlagen angeben.

5.1.2.3 Voraussetzungen für die Vergütung

Das Ziel während der Ausführung vor Ort ist nicht zuerst die Zuordnung zu einer VKL, sondern die Festlegung des erforderlichen Sicherungsbedarfs (Sicherheits- und Stützmaßnahmen) unter Beachtung aller maßgebenden Einflüsse. Für die angetroffenen Gebirgsverhältnisse werden unter Berücksichtigung des Gebirgsverhaltens die Abschlagslänge sowie Art, Ort und Menge der Stützmittel, das Übermaß und die erforderlichen Stützmaßnahmen festgelegt. Die Abschlagslänge und das Übermaß sind vor dem Abschlag festzulegen, die Sicherheits- und Stützmaßnahmen (Anpassung auf die jeweils vor Ort herrschenden tatsächlichen Verhältnisse) können vor, während oder nach dem Abschlag festgelegt werden²⁹⁹.

Erst nach dieser zwischen dem AG und AN einvernehmlich getroffenen Ausbaufestlegung erfolgt auf Basis einer Neuklassifikation die Zuordnung in die Vortriebsklassenmatrix und damit die Festlegung der Abrechnungsgrundlage für die Bestimmung des Vergütungsmaßes und der Vergütungshöhe. Die angebotenen Einheitspreise und VT-Geschwindigkeiten der VKL gelten ja nur für jene Bereiche, welche jeweils durch den Abschlagslängenbereich (OZ^I) und den Geltungsbereich der Stützmittelzahl (OZ^{II}) begrenzt werden (Sinngemäß gilt für die Sohle bzgl. der Öffnungslänge und der Ausbautart selbiges).

Der Umfang der Leistungen wird gem. ÖN B 2203-1 generell nach Planmaß – der Ausführungsplan bildet die Abrechnungsgrundlage – bzw. ist dies nicht möglich, auf Grundlage von Naturmaßen festgestellt.

²⁹⁷ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.1.1.(4), Seite 11: Die Zahl der im Angebot vom Bieter zu berücksichtigenden Verrechnungseinheiten wird errechnet aus der vom AG anzugebenden Vortriebsklassenverteilung und den vom Bieter anzugebenden VT-Geschwindigkeiten zuzüglich Vortriebsunterbrechungen, Vortriebs-Stillliegezeiten, allfällige Erschwerniszeiten und sonstigen Festzeiten.

²⁹⁸ ÖN B 2061 (01.09.1999)

²⁹⁹ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.3.3.1, Seite 25

- **Ausbruch³⁰⁰:**

Für die Vergütung des Ausbruchs ist die erneute Klassifikation der tatsächlichen Vortriebsarbeiten bzw. der zur Ausführung gelangten Abschlagslängen und bautechnischen Maßnahmen im Voll- oder Teilquerschnitt³⁰¹ in Zuordnung zur festgelegten VKL-Matrix relevant, denn jedes vor dem Ringschluss bzw. Teilringschluss – soweit der Zeitpunkt und der räumliche Abstand des spätestmöglichen Ringschlusses im definierten Vortriebsbereich gem. Bauvertrag zu liegen kommen - eingebaute Stützmittel oder zusetzende Zusatzmaßnahme beeinflusst die Herstellkosten des Ausbruchs. **Die Festlegung der endgültigen VKL kann also erst sinnvoller Weise mit dem Ringschluss bzw. Teilringschluss nach Vorliegen aller notwendigen Daten erfolgen.**

Die OZ^I ergibt sich anhand der festgelegten Abschlagslänge. Die OZ^{II} ergibt sich durch die ausgeführte Art und Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen innerhalb des Vortriebsbereiches unter Berücksichtigung der entsprechenden Bewertungsfaktoren gem. Anhang 13.2.1/Tabelle 13-20 geteilt durch die jeweilige Bewertungsfläche von Kalotte und/oder Strosse. Bei dieser Ermittlung sind alle in den festgelegten Querschnitten eingebauten Stützmittel, mit Ausnahme der außerhalb der Vortriebsbereiche eingebauten, aber einschließlichen der vorauseilenden Stützmittel - vorauseilende Stützmittel sind auf jene Hohlraumlänge umzulegen, welche im Schutze derselben vorgetrieben worden ist - zu berücksichtigen.

Liegt die errechnete OZ^{II} innerhalb des Geltungsbereiches einer vertraglich vereinbarten VKL, so werden die vertraglich festgelegte VT-Geschwindigkeit und der zugehörige Einheitspreis der Leistungsposition des Ausbruchs zur Abrechnung der erbrachten Leistungen geltend gemacht, liegt die errechnete OZ^{II} jedoch außerhalb des Geltungsbereiches der vertraglich vereinbarten VKL, so können die VT-Geschwindigkeit und der zugehörige Einheitspreis des Ausbruchs für diese VKL durch lineare Extrapolation ermittelt werden. Sind mehr als zwei VKL bei der jeweiligen OZ^I vorhanden, so ist nach einer normkonformen Ausgleichskurve³⁰² zu extrapolieren.

Die Feststellung der Vordersätze (mengenmäßig festzustellender Ausbruch in Bezug auf das tatsächlich ausgeführte, plangemäße Ausbruchsprofil) der Leistungspositionen für die in der Matrix zuordenbar klassifizierten VKL erfolgt entsprechend den Regelquerschnitten, Ausbaufestigungen und der tatsächlichen Vortriebsklassenverteilung.

- **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen³⁰³:**

Die Vergütung der Stützmaßnahmen selbst erfolgt nach der Ausmaßfeststellung – bezogen auf die Linie 1a (siehe Abbildung 5-4) - in verschiedensten Verrechnungseinheiten (z.B. Kubikmeter, Quadratmeter, Laufmeter, Stück usw.) und sie werden i.A. entsprechend den im LV angeführten Einheitspreisen vergütet.

Ein ev. eingetretener Mehrverbrauch an Stützmittel³⁰⁴ und anderen Zusatzmaßnahmen zufolge des angeordneten Übermaßes (\ddot{u}_m) – insbesondere jene Stützmittel die mengenmäßig bei einer Änderung des Übermaßes beeinflusst werden, wie z.B. Baustahlgitter, Bogen und Lastverteiler, Spritzbeton, etc. - fließt bei der Ermittlung der Stützmittelzahl (OZ^{II}) prinzipiell ein. Der hierbei einerseits anfallende Materialmehrverbrauch ist durch die mengenabhängige Vergütung anhand der einschlägigen Stützmaßnahmen-Leistungspositionen gewährleistet; der andererseits anfallende, ev. auch in die vertragliche Baudauer bzw. Vortriebszeit einfließenden Aufwand an Mehr-

³⁰⁰ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.3, Seite 28

³⁰¹ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.3, Seite 28: Wenn Teilquerschnitte nicht getrennt ausgeschrieben wurden, erfolgt die Einordnung des Gesamtquerschnittes in den Abschlagslängenbereich auf Basis der Kalottenabschlagslänge.

³⁰² ausführlich in ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Anhang B, Seite 33f.

³⁰³ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.5, Seite 29

³⁰⁴ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.1, Seite 28

stunden zufolge zusätzlicher Einbauzeit(en) und daraus folgender zusätzlicher Behinderung der ursprünglichen VT-Leistung ist über den Geltungsbereich der Stützmittelzahl (OZ'') bzw. über die zugehörig garantierte VT-Geschwindigkeit handhabbar.

- **Mehrausbruch:**

Zusätzliche Vergütung erfolgt nur für den geologisch-bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren Mehrausbruch; vom AN verursachter geologisch-bedingter, vorhersehbarer und vermeidbarer³⁰⁵ MAB sowie verfahrenstechnisch-bedingter, vorhersehbarer und ebenfalls vermeidbarer MAB³⁰⁶ werden nicht festgestellt und gehen zu Lasten des AN³⁰⁷.

- **Mehrausbruch für das Vorhalten des Übermaßes (\ddot{u}_m)³⁰⁸:**

Der Ausbruch für das Vorhalten des vom AG festgelegten Übermaßes (\ddot{u}_m) zufolge des plangemäßen Ausbruchsprofils (Begrenzung durch Linie 2) gem. Abbildung 5-4 ist bei der Ausmaßfeststellung bereits berücksichtigt. Zusätzlich anfallender MAB³⁰⁹ zur geforderten Einhaltung des Übermaßes (\ddot{u}_m) ist erst bei jenen Abschlägen zu berücksichtigen, bei welchen die Ausbruchfläche mit dem tatsächlich ausgeführten Übermaß die in der Ausschreibung angegebene um mehr als 3% über- oder unterschreitet. Die garantierten VT-Geschwindigkeiten werden im Verhältnis der Ausbruchflächen angepasst, sodass die dabei entstehenden, in die vertragliche Bauzeit einfließenden Auswirkungen berücksichtigbar sind.

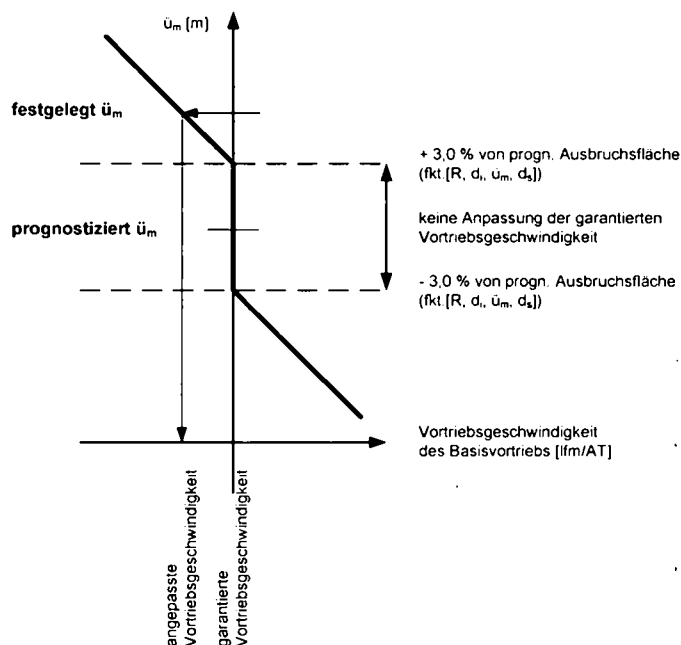


Abbildung 5-6: Anpassung der garantierten VT-Geschwindigkeit des Basisvortriebs in Abhängigkeit vom Übermaß gem. ÖN B 2203-1

- **Mehrausbruch hinsichtlich einer Abhängigkeit zur Grenzfläche A ³¹⁰:**

Ein MAB, der in der radialen Bereichsabgrenzung zufolge des festgelegten Überprofils (\ddot{u}_p) hohlraumseitig der theoretischen Grenzfläche A zu liegen kommt, ist nicht zu vergüten, da dieser Mehrausbruch in den Leistungspositionen des Ausbruchs bereits enthalten ist. Die Feststellung des geologisch bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren MAB bergseitig der Grenzfläche A erfolgt nur für jene Bereiche, für die vor Ort und vor Auftrag des Spritzbetons einvernehmlich niedergeschrieben wurde, dass trotz sachgemäßer Arbeit dieser MAB aufgrund der geologischen Gegebenheiten unvermeidbar war.

³⁰⁵ Anm. des Verfassers: vorhersehbar und vermeidbar - in Folge von Nachbrüchen durch das zeitlich bedingte Deformationsverhalten des Gebirges kann ebenfalls geologisch-bedingter MAB entstehen, der aber i.A. durch rechtzeitig eingebrachte und v.a. ausreichenden Bedarf an Stützmaßnahmen vermieden werden kann.

³⁰⁶ Anm. des Verfassers: vorhersehbar und vermeidbar - verfahrenstechnisch-bedingter MAB, der über die theoretische, planlich festgesetzte Ausbruchsbegrenzung hinausgeht und durch unachtsames oder forciertes Arbeiten, wie ungünstige Lage und Abstände der Bohrlöcher, zu stark dimensionierte Sprengladungen, ungünstiges Zündschema, zu spät oder mangelhaft eingebaute Stützmitteldmaßnahmen verursacht wird.

³⁰⁷ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.4.6, Seite 29

³⁰⁸ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.4.3, Seite 29

³⁰⁹ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.1, Seite 28

³¹⁰ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.4.2 u. Pkt. 5.5.2.4.5, Seite 29

- **Bergwassererschwarnis:**

Die Zuordnung zu Wassererschwarnisklassen erfolgt durch einvernehmliche Feststellung des Einflusses des Wassers auf das aufzufahrende Gebirge sowie der Art (tropfend, rinnend, fließend, etc.) und des Ortes des Wasserzutrittes im Vortriebsquerschnitt.

Bzgl. der Einstufung einer zur Vergütung vorgesehenen Wassererschwarnisklasse präzisiert die ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.6.1, dass die Messung der Bergwasserspense für die jeweils zuletzt aufgefahrenen 20 m Vortrieb (unabhängig ob steigender oder fallender Vortrieb) erfolgt (vgl. Pkt. 5.1.2.1). Das Ergebnis gilt auch für die der Messung folgenden Abschläge (siehe Abbildung 5-7).

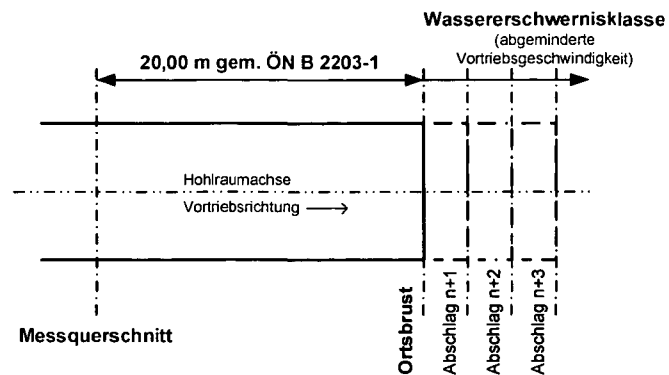


Abbildung 5-7: Einstufung der Wassererschwarnisklasse gem. ÖN B 2203-1

Bzgl. der 20 metrigen Messortvorschriftung ist bei fallenden Vortrieben anzumerken, dass durch geeignete Abschottungen verhindert werden muss, dass Wasser aus dem Bereich hinter dieser Abschottung in den Messbereich eindringen.

• **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.)³¹¹:**

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.)³¹¹:**

Hinsichtlich der Anpassung der Bauzeit auf geänderte Verhältnisse für die Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. - speziell während des Vortriebs - sind die Regelungen in der ÖN B 2203-1 für Vortriebe am zeitkritischen Weg eindeutig geregelt:

Mit Hilfe der vertraglich vereinbarten, durch den AN garantierten VT-Geschwindigkeiten der jeweils zur Ausführung gelangten VKL und der tatsächlichen Vortriebsklassenverteilung lässt sich daraus die vertragliche (abrechenbare) Vortriebszeit zuzüglich anerkannter Stilliegezeiten, Vortriebsunterbrechungen³¹² und sonstiger vertraglich vereinbarter Festzeiten nach der Zeit in Monaten (die Summation wird in der ÖN B 2203-1 als vertragliche bzw. abrechenbare Vortriebsdauer bezeichnet) bzw. in Folge in abrechenbare Verrechnungseinheiten errechnen, welche als Vordersatz für die Vergütung der allgem. zeitgeb. Kosten der Bst. und der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. herangezogen werden.

³¹¹ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.1, Seite 28

³¹² ausführlich in ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.2, Seite 28

5.1.3 Funktionalität des Modells

5.1.3.1 Vortriebsklassifikation

Es gilt in Erinnerung zu rufen, dass die Stützmaßnahmen auf die Obergrenze des Abschlaglängenbereiches – in diesem Bsp. auf die Abschlaglänge von 1,70 m in der Kalotte – festgelegt wurden und die in den gängigen österr. Ausschreibungsunterlagen ausgewiesene Angabe zur fälschlicherweise gerne bezeichneten Ausbruchfläche oder -querschnitt sich auf das plangemäße Ausbruchprofil lt. Definition der ÖN B 2203-1 bezieht. Demzufolge kann beispielhaft folgende Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1 (siehe Abbildung 5-8) unter Berücksichtigung des vorhin Erläuterten vorgenommen werden:

VORTRIEBSKLASSE

5 / 5,91

plangemäßes Ausbruchprofil [m ²]	63,94
Bewertungsfläche [m ²]	56,55
Linie 1a [m]	19,26
Übermaß ü _m	0,10
Überprofil ü _p	0,25
Abschlaglänge [m]	1,31 - 1,70

Die erste Ordnungszahl wird über die Abschlaglänge gem. ÖN B 2203-1 definiert!

1. ORDNUNGSZAHL: 5

Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Menge pro Abschlag	Menge- einheit	Menge pro m-Tunnel	Bewertungs- faktor je Mengeneinheit	Bewertung
Anker:						
Swellex-Anker	l = 2,00 m	0,0	Stk. m	0,00	0,8	0,00
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	7,0	Stk. m	16,47	1,1	18,12
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	6,0	Stk. m	21,18	1,1	23,29
Ortsbrustanker:						
Ankeranzahl im Abschlag		0,0	Stk. Stk	0,00	8,0	0,00
Vers. Ankerplatte ohne Vorspannung		0,0	Stk. Stk	0,00	1,7	0,00
Baustahlgitter:						
1. Lage	Abw. = 1,0	32,74	m ² m ²	19,26	1,0	19,26
2. Lage	Abw. = 1,0	32,74	m ² m ²	19,26	1,5	28,89
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0	0,00	m ² m ²	0,00	2,0	0,00
Bogen- und Lastverteiler:						
Ausbaubogen	Stk. = 1,0	19,26	m m	11,33	2,0	22,66
Spritzbeton:						
Kalotte	d = 0,25 m	8,18	m ³ m ³	4,81	20,0	96,29
Ortsbrust	d = 0,05 m	2,95	m ³ m ³	1,74	14,0	24,30
Spieße:						
unvermörtelt	l = 6,00 m	48,0	Stk. m	169,41	0,6	101,65
vermörtelt	l = 6,00 m	0,0	Stk. m	0,00	0,9	0,00
SUMME:						334,45
2. ORDNUNGSZAHL:						5,91
Obergrenze: + 0,80						6,71
Untergrenze: - 0,80						5,11

Die zweite Ordnungszahl ist der Quotient aus der Summe der Bewertungszahlen und der Bewertungs-fläche!

Abbildung 5-8: Ermittlung der Vortriebsklasse gem. ÖN B 2203-1

Der **Geltungsbereich der VKL 5/5,91** für die Kalotte, der durch das in der ÖN B 2203-1 enthaltene Procedere bestimmt wird, ergibt sich daher wie nachstehend angeführt zu:

- 1. Ordnungszahl (Abschlaglänge):
OZ^I [1] = 5, daher gilt $1,31 \text{ m} \leq l_{\text{ABSCHLAG}} \leq 1,70 \text{ m}$
- 2. Ordnungszahl (Stützmittelzahl):
5,11 ≤ OZ^{II} [1] = 5,91 ≤ 6,71, bei $n = \pm 0,80$ (gem. Anhang 13.2.1/Tabelle 13-21)

Die folgende Abbildung 5-9 veranschaulicht das durch die normenkonform ermittelte VKL 5/5,91 kreierte Matrixfeld in der Vortriebsklassenmatrix für konventionellen Sprengvortrieb, welche u.a.

neben der tabellarischen Auflistung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen die objektive und nachvollziehbare Grundlage der Vorkalkulation des Bieters darstellt (→ **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens).**

ERSTE ORDNUNGSZAHL	KALOTTE oder KALOTTE & STROSSE	STROSSE	ZWEITE ORDNUNGSZAHL - STÜTZMITTELZAHL									
			ABSCHLAGSLÄNGE BIS	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
4	2,20 m	ist projektbezogen festzulegen										
	1,71 m					Eckpunkt (1,70/5,11)					Eckpunkt (1,70/6,71)	
1,70 m						5,11	5,91	6,71				
1,31 m												
1,30 m						Eckpunkt (1,31/5,11)					Eckpunkt (1,31/6,71)	
1,01 m												

Bandbreite der möglichen Mengenänderung der Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen

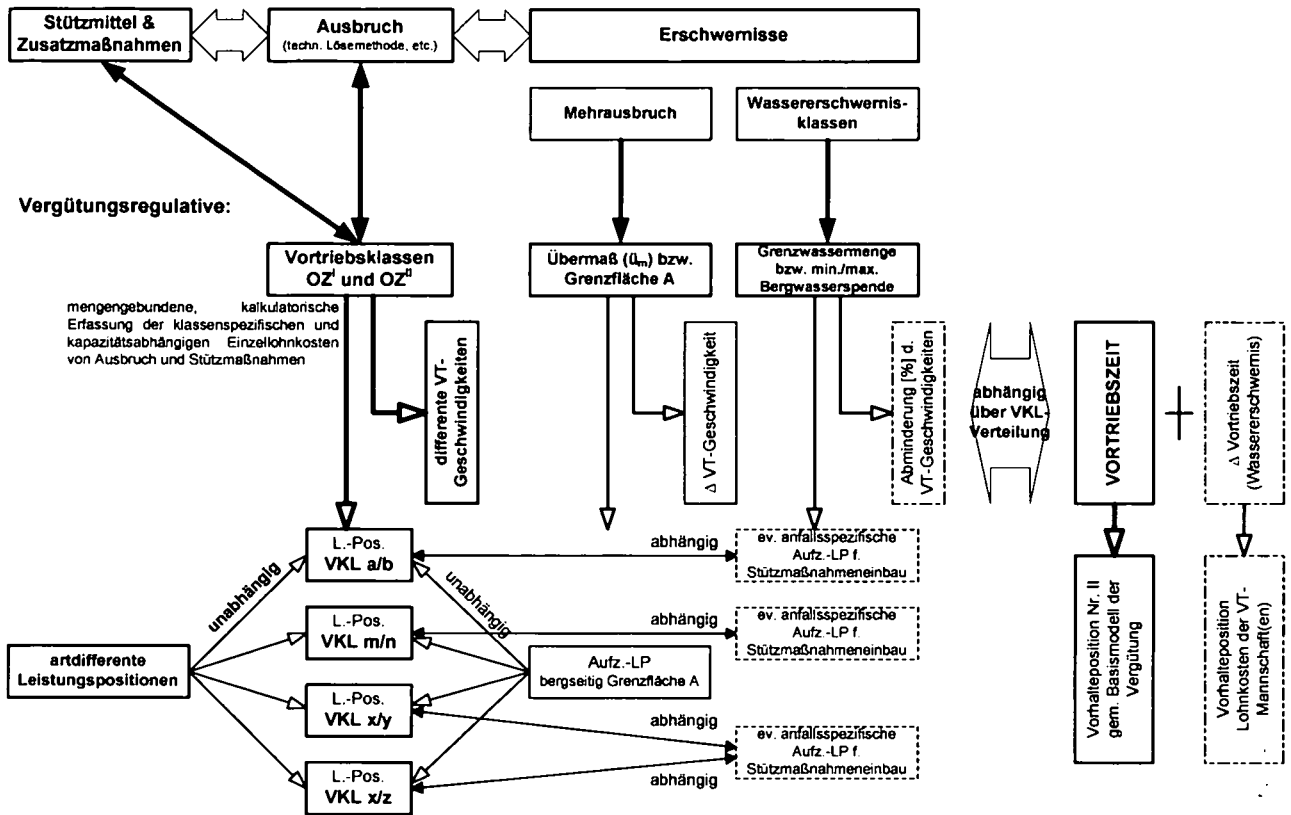
$0Z^* = 5,91 = \text{konst.}$

Abbildung 5-9: Matrixfeld der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1

5.1.3.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten

Bei der Anwendung der LV-Positionen-Variante (a) - siehe Pkt. 5.1.2.1/ad Ausbruch - sind in den derzeit üblichen Leistungsverträgen (Einheitspreisvertrag auf Basis einer konstruktiven, dynamischen LB) nur die jeweiligen Leistungspositionen der VKL (Ausbruch) für das Zuschlagen der vom Unternehmer kalkulierten Kosten des Vortriebs im verfahrenstechnischen sowie betriebswirtschaftlichen Sinn variabel anzusehen (siehe Abbildung 5-10), da die einschlägigen Leistungspositionen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen gem. ÖN B 2203-1 unabhängig von der jeweiligen VKL sowie die Leistungspositionen für Mehrausbruch und Erschwernisse zumeist als Aufzahlungen auf die Leistungspositionen der klassifizierten Regelvortriebe ausgeschrieben werden.

Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1:



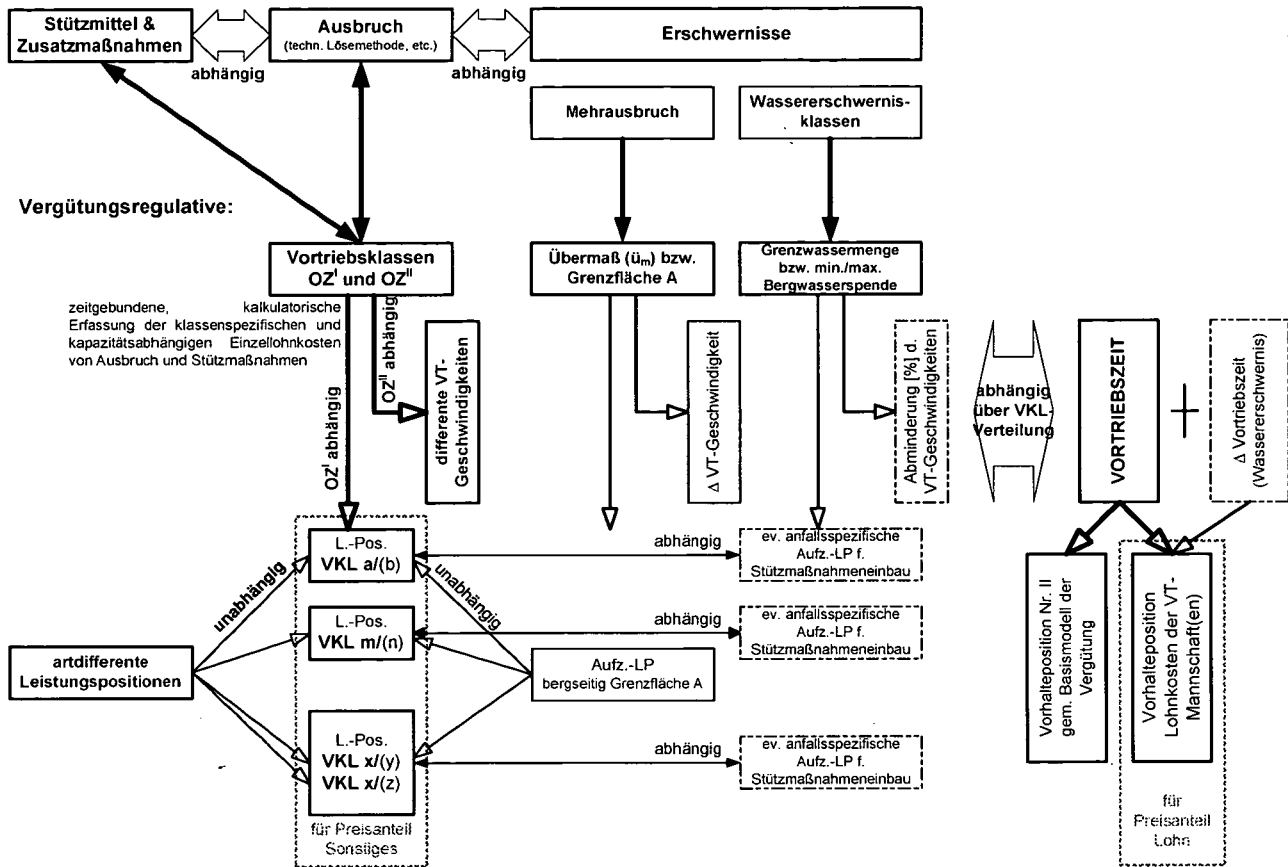
dynam. LV – Variante (a):

Leistungspositionen für Einheitspreisvertrag – gegliedert nach Preisanteile LOHN / SONSTIGES

Abbildung 5-10: LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1 / Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)

--- *Exkurs Anfang*: vergleichende Darstellung bei der Anwendung der LV-Positionen-Variante (b)
 - siehe Pkt. 5.1.2.1/ad Ausbruch:

Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1:



dynam. LV – Variante (b):

Leistungspositionen für Einheitspreisvertrag – gegliedert nach Preisanteile LOHN / SONSTIGES

Abbildung 5-11: LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1 / Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)

--- *Exkurs Ende*;

Es besteht jedoch die legitime Möglichkeit, Einzelkostenkomponenten zugewiesener Kostenarten einer LV-Position in andere LV-Positionen umzulegen bzw. einzurechnen, die a.d.S. des Unternehmers mit einer höheren Wahrscheinlichkeit und Sicherheit im Bauproduktionsfall zu vergüten sind, um dadurch v.a. die bei der Bauproduktion schlagend werdenden ausgabenwirksamen Kosten (variable Kosten) sicher abdecken zu können. Unter Vor-

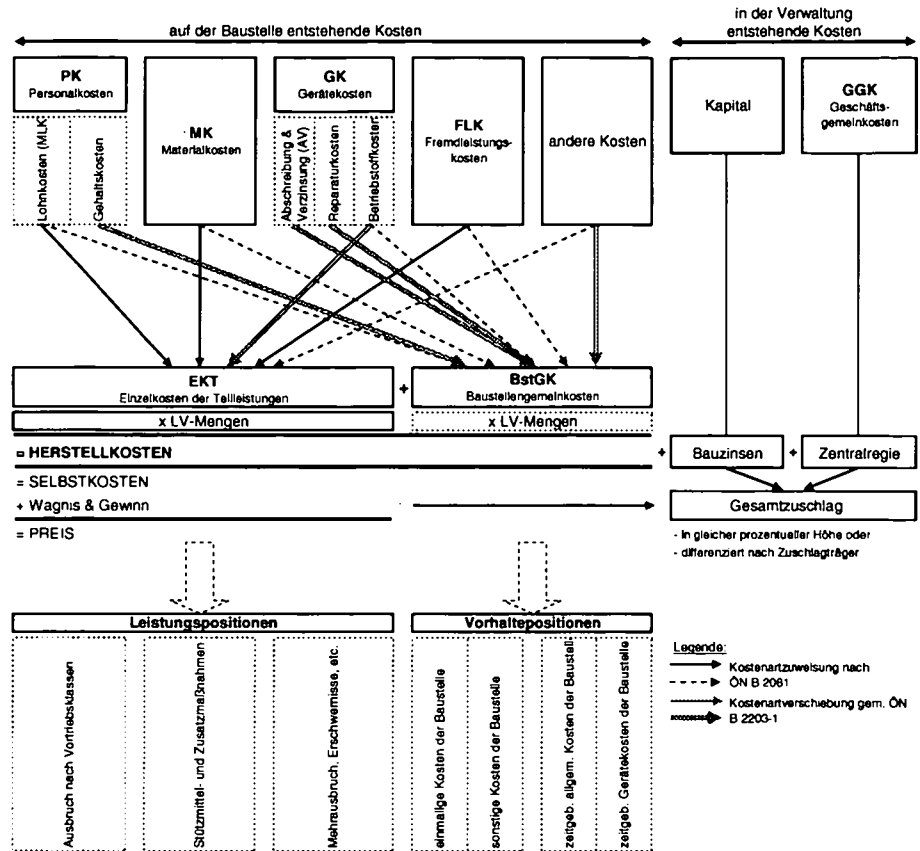


Abbildung 5-12: zulässige Kostenartverschiebung auf Grundlage der ÖN B 2203-1

aussetzung des verbindlichen Charakters der ÖN B 2203-1 infolge Vertragsbestandteil des Bauvertrags haben sich folgende Kostenartverschiebungen (siehe Abbildung 5-12 - veranschaulicht am Aufbau der Baupreisbildung nach ÖN B 2061), v.a. bei den Personal- und (Leistungs-) Gerätekosten des Vortriebs, im österreichischen Tunnelbau bei der Zuordnung zu den Einzelkosten der Teilleistungen und zu den Baustellengemeinkosten etabliert.

Die nachfolgende Tabelle 5-1 stellt die wesentlichen Umlagerungen der den Einzelkosten der Teilleistungen und der den Baustellengemeinkosten zugewiesenen Kostenarten im Zuge der (Vor-) Kalkulation zu den im LV vorzusehenden Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen im Untertagebau auf Basis der Anwendung der LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1 sowie im Vorgriff des in den folgenden Punkten erläuterten Sachverhalts zusammenfassend vereinfacht dar:

		Personalkosten (PK):		Materialkosten (MK):	Gerätekosten (GK):		
EKT:		Lohn	Gehalt		A&V ¹⁾	Rep. ¹⁾	Betriebsstoffkosten
Leistungspos. (variable Kosten)	Ausbruch nach Vortriebsklassen (OZ ^I und OZ ^{II})	X VT-Mannschaft gem. Abschlagszyklen		X Sprengmittel Verschleiß			X
	Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen	X Manipulation		X			(X)
	Mehrausbruch, Erschwernisse, etc.	X VT-Mannschaft		(X)			X

BstGK:							
Vorhaltepos. (Fixkosten)	zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten)	X unprod. Lohn	X	(X)	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Vorhaltegeräte

Tabelle 5-1: Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung der LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1

¹⁾ wertmäßige Ansätze aus österreichischer Baugeräteliste (ÖBGL) der VIBÖ

--- *Exkurs Anfang:* vergleichende Darstellung bei der Anwendung der LV-Positionen-Variante (b):

EKT:		Personalkosten (PK):		Materialkosten (MK):	Gerätekosten (GK):		
		Lohn	Gehalt		A&V¹⁾	Rep.¹⁾	Betriebsstoffkosten
Leistungspos. (variable Kosten)	Ausbruch nach Vortriebsklassen (nur OZ ¹ nach Preisanteil Sonstiges)	---	---	X Sprengmittel Verschleiß			X
	Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen	X Manipulation		X			(X)
	Mehrausbruch, Erschwernisse, etc.	X VT-Mannschaft		(X)			X
BstGK:							
Vorhaltepos. (Fixkosten)	zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten)	X unprod. Lohn	X	(X)	X VT-Geräte u. Vorhaltegeräte	X VT-Geräte u. Vorhaltegeräte	(X) Vorhaltegeräte
	zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)	X VT-Mannschaft gem. Abschlagszyklus					

Tabelle 5-2: Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1

¹⁾ wertmäßige Ansätze aus österreichischer Baugeräteliste (ÖBGL) der VIBÖ

--- *Exkurs Ende;*

5.1.3.2.1 Kommentar zu den Personalkosten (PK)

• **ad Lohnkosten:**

Die Art sowie die Menge der Stützmaßnahmen bleiben gemäß Definition innerhalb einer flexiblen Tunnelbaumethode variabel und sollen laufend an die örtlichen Gegebenheiten (inkl. allfälliger Erschwernisse) angepasst werden können. Die einzelnen Stützmaßnahmen werden bekanntlich in der gängigen Baupraxis unabhängig von den VKL, jedoch abhängig vom Ort des Einbaues während des Vortriebs anhand separater Leistungspositionen im LV ausgeschrieben und vergütet. Diese Tatsache gilt unabhängig von der gem. ÖN B 2203-1 in Option gestellten Variante (a) (siehe Abbildung 5-10) oder (b) (siehe Abbildung 5-11) der für die Vergütung des Ausbruchs vorzusehenden, VKL-behafteten Leistungspositionen in einer konstruktiv ausgeführten, dynamischen LB, was jedoch folgende Überlegungen für das „Zuschlagen“ der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen auslöst:

- Aus **bauverfahrenstechnischer Sichtweise** verbietet sich daher streng betrachtet die Kalkulation der Einzellohnkosten für den klassenbezogenen Aufwand an Stützmaßnahmen vollkommen losgelöst von jeglicher Vortriebsklasseneinteilung aus jenem Grund, da die Stützmaßnahmen in unterschiedlichen VKL grundsätzlich auch differente Aufwände hinsichtlich ihres Einbaus zur erforderlichen Stützung und Sicherung des Hohlraumes bewirken. Daher ist eine Berücksichtigung von unterschiedlichen, zwar den VKL anteilig zuteilbaren klassenspezifischen Behinderungen, die z.B. durch die beim Einbau der Stützmaßnahmen gebirgsverhaltensinduziert entstehenden Erschwernisse sowie durch die beim Einbau der Stützmaßnahmen different anfallenden unproduktiven Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. im Abschlagszyklus hervor gerufen werden, in der Kalkulation in den dafür vorgesehenen, klassenunabhängigen Leistungspositionen der einzelnen Stützmittel und Zusatzmaßnahmen nicht gewährleistet.
- Aus **betriebswirtschaftlicher Sichtweise** empfiehlt sich einerseits ein Zuschlagen von klassenunabhängigen Einzellohnkosten zu den entsprechenden Leistungspositionen der Stützmaßnahmen dahingehend nicht, da zumeist in den Vordersätzen der einschlägigen Leistungspositionen der Stützmittel eine gewisse Mengenreserve enthalten ist sowie manche Zusatzmaßnahmen - ohne Berücksichtigung einer bauwirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten von Eventual- oder Wahlpositionen³¹³ in der Ausschreibung - rein auf Verdacht ausgeschrieben werden und sich daher der Bieter aufgrund eines Einkalkulierens der diesbzgl. Einzellohnkosten in die einschlägigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen bei der Gesamtpreisbildung seines Angebotes im freien, lauterer Wettbewerb hinsichtlich eines erhofften Zuschlags schlechter stellen würde. Andererseits liegt eine a.d.S. des Bieters sehr hohe Wahrscheinlichkeit und Sicherheit in der Vergütung von zugeschlagenen ausgabenwirksamen Kosten in den klassenspezifischen Leistungspositionen des Ausbruchs, da die Leistungspositionen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen ja nur nach Erfordernis vergütet werden.
- Beide Sichtweisen würden nun aus **vergaberechtlicher Betrachtung** dem Sinn einer angemessenen Preisbildung gem. ÖN B 2061³¹⁴ sowie ÖN A 2050³¹⁵ bzw. BVergG 2002 in den einschlägigen Leistungspositionen der artdifferenten Stützmaßnahmen bei aufgegliederten Preisanteilen Lohn und Sonstiges dieser Leistungspositionen im LV verstoßen, da zumeist im zugehörigen Positionstext klar die Tätigkeit des Einbaues der beschriebenen Stützmaßnahme gefordert wird. Um trotzdem der angemessenen Preisbil-

³¹³ siehe Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 64: Eventualposition - eine Eventualposition beschreibt eine zusätzliche Leistung, die nur auf besondere Anordnung des AG zur Ausführung kommt.
siehe Oberndorfer u. Jodl et al (2001), aaO., Seite 155: Wahlposition - eine Wahlposition beschreibt eine Leistung, die vom Ausschreiber als Teil einer Variante zur Normalausführung vorgesehen ist.

Eine Eventual- oder Wahlposition im Vergabe-LV bringt insofern Klarheit, da nämlich der Einheitspreis ebenfalls dem Wettbewerb unterstellt ist, jedoch spekulative Einflüsse auf den Gesamtpreis des Angebotes bzw. auf die Ermittlung des Bestbieters durch den AG keine Auswirkungen haben. Weiters ist auch eine Eventual- bzw. Wahlposition gem. ÖN A 2050 vertieft zu prüfen, wenn sie geeignet ist, eine als wesentlich gekennzeichnete Position zu ersetzen.

³¹⁴ vgl. ÖN B 2061 (01.09.1999), Pkt. 9.1.2, Seite 13

³¹⁵ ausführlich in ÖN A 2050 (01.03.2000), Pkt. 7.3ff., Seite 22

derung in den Leistungspositionen der artdifferenten Stützmaßnahmen in gewisser Art und Weise zu entsprechen, werden vom Bieter dem Preisanteil Lohn geringe Manipulationseinzellohnkosten zugerechnet (vgl. Pkt. 5.1.3.2/Tabelle 5-1) und es muss aus seiner zugrunde liegenden Detailkalkulation zugleich eindeutig kalkulatorisch nachweisbar abzuleiten sein, welche Einzel(lohn)kosten der artdifferenten Stützmaßnahmen sodann welcher klassenspezifischen Leistungsposition des Ausbruchs zugewiesen wurden³¹⁶.

Daher werden die gesamten, zufolge eines Regelabschlags in einer VKL anfallenden **klassenbehafteten, mengenabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en)** (variable Kosten), verursacht durch die Ausbruchstätigkeit, den Einbau der Stützmaßnahmen sowie durch etwaige klassenspezifisch einzukalkulierende Erschwernisse, bei der Anwendung der LV-Positionen-Variante (a) lt. ÖN B 2203-1 vollständig in die einschlägige klassenspezifische Leistungsposition des Ausbruchs umgelegt und damit direkt in die entsprechende VKL miteinbezogen, um den prognostizierten Aufwand an Lohnstunden infolge der gewählten Bau- und Betriebsweise in der zu-

gehörigen VKL vereinfacht korrekt erfassen zu können (→ **mengengebundene kalkulatorische Erfassung und Verknüpfung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** - siehe Abbildung 5-13). Dadurch ist auch gewährleistet, dass der in der Detailkalkulation in den klassenspezifischen Leistungspositionen des Ausbruchs auszuweisende klassenunterschiedliche Aufwand an Einzellohnstunden (beinhaltet die Ausbruchstätigkeit, den Einbau der progn. Stützmaßnahmen, die klassenbezogene Behinderung zufolge der durch den Einbau der progn. Stützmaßnahmen allfällig gebirgsverhaltensinduziert entstehenden Erschwernisse sowie der durch den Einbau der progn. Stützmaßnahmen etwaig erforderlichen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc.)

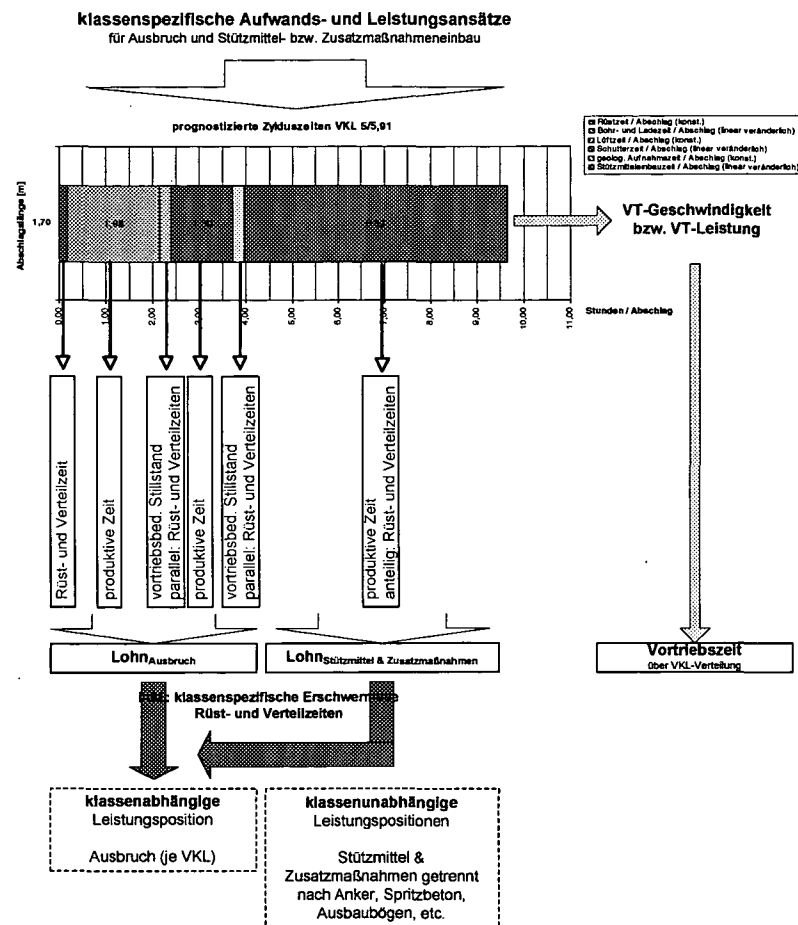


Abbildung 5-13: mengengebundene kalkulatorische Erfassung und Verknüpfung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch, die Stützmittel und die Zusatzmaßnahmen

³¹⁶ vgl. Kullack (2004) in Baupraktik + Bauwirtschaft Nr. 11, Seite 24; vorübergehende Diskussion siehe z.B. Werner (2004) in Baupraktik + Bauwirtschaft Nr. 6, Seite 17ff., in Heiermann (2004) sowie Werner (2004) in Baupraktik + Bauwirtschaft Nr. 9, Seite 17ff. bzw. Seite 20ff.

zufolge gewählter klassenabhängiger Bau- und Betriebsweise ohne augenscheinlichem Widerspruch zur ermittelten VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung, die im Weiteren die anteilig prognostizierbare Vortriebszeit über die zugehörig prognostizierte VKL-Verteilung bildet, steht (siehe Tabelle 5-3).

Im Vergleich dazu, werden bei der Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) die entstehenden klassenunterschiedlichen, vorerst mengenabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en) vollständig auf Basis der den anteiligen Vordersatz der systemimmanenten Vorhalteposition „zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)“ regelnden VT-Geschwindigkeit je VKL zeitgeb. umgelegt (→ *zeitgeb. kalkulatorische Erfassung bzw. Verknüpfung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen* - vgl. Abbildung 6-13).

- **ad Gehaltskosten:**

Der während dem Vortrieb anfallende zeitgeb. Kostenanteil Gehalt der PK (Fixkosten) wird aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise – da die gegenständliche ÖN B 2203-1 hierfür die Möglichkeit eines Modells zur leistungsabhängigen Vergütung zeitgeb. Kosten bietet (siehe Abbildung 5-5) - in den zeitgeb. Kostenanteil der Bst. (zeitgeb. Baustellengemeinkosten) umgelegt, und der Vorhalteposition II (Z2 – variable Vortriebszeit; Vergütung als Monatspauschale) gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK zugerechnet.

5.1.3.2.2 Kommentar zu den Gerätekosten (GK)

Die Leistungsgeräte des zyklisch konventionellen Vortriebs der jeweiligen VKL werden im Zuge der Kalkulation generell aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise vereinfacht als Vorhaltegeräte adaptiert, um einerseits einer diesbzgl. versimplifizierten Kostenwahrheit von im zyklischen konventionellen Vortrieb eingesetzten Leistungsgeräten besser zu entsprechen und um andererseits die Vergleichbarkeit und die Objektivität in der Angebotsprüfung für den AG nicht zu erschweren, da das vollständige Zuweisen von im Schichtbetrieb eingesetzten Leistungsgeräten mit theoretisch unterschiedlich behafteten Einsatzstunden pro Vorhaltemonat zufolge zyklischem Betrieb zu den einschlägigen Leistungspositionen des Ausbruchs oder der Stützmaßnahmen die Kostentransparenz risikosphärenbehaftet verzerren würde.

Die Komponenten der Kostenart Gerät der adaptierten Vorhaltegeräte - Abschreibungs- & Verzinsungs- (Fixkosten) sowie Reparaturkosten (variable Kosten), entsprechen in Summe der Gerätemiete – werden daher dem zeitgeb. Kostenanteil der Bst. zugewiesen, welcher ebenfalls der Vorhalteposition II (Z2 – variable Vortriebszeit; Vergütung als Monatspauschale) gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK der ÖN B 2203-1 (siehe Abbildung 5-5) zuzurechnen ist.

Diese Gerätekosten des vortriebsklassenbezogenen Geräteparks werden in der Vorhalteposition II der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. wie folgt in eine Pauschale pro zu vergütender Verrechnungseinheit erfasst, z.B.:

monatl. Gerätemiete x [€/VM] der VKL X mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_x [m/VM]
 monatl. Gerätemiete y [€/VM] der VKL Y mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_y [m/VM]
 monatl. Gerätemiete z [€/VM] der VKL Z mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_z [m/VM]
 usw.

$$\frac{\frac{l_{fm_{VKL X}}}{V_x} \times X + \frac{l_{fm_{VKL Y}}}{V_y} \times Y + \frac{l_{fm_{VKL Z}}}{V_z} \times Z}{\frac{l_{fm_{VKL X}}}{V_x} + \frac{l_{fm_{VKL Y}}}{V_y} + \frac{l_{fm_{VKL Z}}}{V_z}} = \sum_{i=1}^j \frac{\frac{l_{fm_{VKL i,j}}}{V_{i,j}} \times i,j}{\frac{l_{fm_{VKL i,j}}}{V_{i,j}}} = \text{Pauschale/VE}$$

Die Kostenkomponente Betriebsstoffkosten (variable Kosten) der Kostenart Gerät wird aus betriebswirtschaftlichen Gründen den einschlägigen Leistungspositionen des Ausbruchs zugewiesen, da ausgabenwirksame Betriebsstoffkosten nur bei tatsächlicher Leistungserbringung des jeweiligen Geräts in Abhängigkeit der VKL mehr oder weniger stark verbraucht werden.

5.1.3.3 Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. VT-Leistungen

Nun hat der Bieter auf Basis der in den Ausschreibungsunterlagen ersichtlich gemachten Vortriebsklassenfestlegungen (veranschaulicht in der VKL-Matrix), denen im LV je eine Leistungsposition für die Vergütung des Ausbruchs direkt zuordenbar ist, über die Ermittlung der VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung die jeweiligen Einzelkosten der VKL zu kalkulieren. Für eine dem prognostizierten Sachverhalt entsprechende Ermittlung der VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung der VKL sind angemessene, projektspezifisch festzulegende Aufwands- und Leistungswerte für den Ausbruch und den Einbau des jeweiligen Stützmittels oder der jeweiligen Zusatzmaßnahme unter zu beachtenden Randbedingungen (techn. Lösemethode, Ausbruchsart, max. Abschlagslänge, Ringschlusszeiten bzw. -distanzen, etc.) als verbindliche Kalkulationsannahmen eindeutig und vollständig - in der Hinsicht einer nachvollziehbaren Preisermittlung bei Zusatzangeboten - festzulegen.

Sämtliche nachfolgenden Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf die Anwendung der LV-Positionen-Variante (a), da es sich hier um das klassische Vergütungsmodell im Zuge der Vortriebsklassifikation mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) gem. ÖN B 2203-1 handelt. Die Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) wird im Zuge der alternativen Modelle zur Vortriebsklassifikation und leistungsgerechten Vergütung (siehe Pkt. 6) ausführlich erörtert, was jedoch nicht eine ausschließliche Anwendung bei den letztgenannten Modellen bedeutet³¹⁷.

Die Berechnung der Zykluszeit für den prognostizierten Regelabschlag mit $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70$ m der VKL 5/5,91 erfolgt auf Grundlage EDV-gestützter Tabellenkalkulation; die dafür kalkulatorisch angesetzten Aufwands- und Leistungswerte sind im Anhang 13.2.3/Tabelle 13-25 dargestellt. In weiterer Folge ist besonderes Augenmerk auf die kalkulierte VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung und den damit direkt zusammenhängenden Einzellohnkosten pro m-VT bzw. pro m³-VT der VT-Mannschaft(en) zu legen.

Folgende Situation lässt sich daher für den prognostizierten Regelvortrieb der VKL 5/5,91 hinsichtlich markanter Vortriebsdaten (VT-Geschwindigkeit, VT-Leistung, Aufwand in Lohnstunden pro m-VT bzw. m³-VT sowie Einzellohnkosten pro m-VT bzw. m³-VT) in der Tabelle 5-3 veranschaulichen:

³¹⁷ siehe z.B. HL-AG Ausschreibungsunterlagen - Neubaustrecke Wien - St. Pölten, Abschnitt West, Baulos 3 Tunnelkette Perschling

	Abschlagslänge (m)	Stunden / Abschlag (h/Absch.)	Vortriebs- geschw.-Zeit (l/mAT)	Δ% auf Regel-VT- Geschw. (%)	Lohnstd. / m-VT (Mahl/m)	Lohnstd. / m ³ -VT (Mahl/m ³)	Δ% auf Regel-VT (%)	Δ Mah / m-Ausbruch (Mahl/m)	Δ Mah / Stützmaßn. (Mahl/m)	Δ Mah / m ³ -Ausbruch (Mahl/m ³)	Δ Mah / Stützmaßn. (Mahl/m ³)	Lohnkosten / m-VT (€/m)	Δ Regel-VT (€/m)	Δ% auf Regel-VT (%)	Lohnkosten / m ³ -VT (€/m ³)	Δ Regel-VT (€/m ³)	LK _{progn.} / m ³ (€/m ³)
Regelabschlag:																	
VKL 5 / 5,91 Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	1.701,38	0,00	0,00%	24,64	0,00	26,61
Abweichung plangem. Ausbruchprofil	1,70	9,40	4,34	2,55%	33,1827	0,4806	-2,48%	13,1008	20,0819	0,1897	0,2908	1.659,13	-42,25	-2,48%	24,03	-0,61	25,95

Tabelle 5-3: Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91

Anhand einer prognostizierten Längenverteilung für die VKL 5/5,91 geteilt durch die ermittelte, vertraglich zu garantierende VT-Geschwindigkeit von $v_{VKL5/5,91} = 4,23$ lfm/AT würde sich nun eine anteilig prognostizierbare, zeitkritische Vortriebszeit errechnen und somit die dynamisch anpassbare Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs über die tatsächliche Längenverteilung der VKL 5/5,91 im Sinne der ÖN B 2203-1 steuern lassen.

Des weiteren zeigt die Tabelle 5-3 auch die Auswirkungen bei Fehlinterpretation der in den Ausschreibungsunterlagen gerne fälschlicherweise als Begriff angegebenen Ausbruchfläche bzw. -querschnitt mit dem Begriff des plangemäßen Ausbruchprofils lt. ÖN B 2203-1 (plangem. Ausbruchprofil = 63,94 m², Ausbruchfläche bzw. -querschnitt bei Einrechnung von $\ddot{u}_p = 69,05$ m²; Auflockerungs- und Überprofilfaktoren wurden in beiden Berechnungen im gleichen Ausmaß angesetzt).

5.1.3.4 Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse

Die Voraussetzung für die Durchführung einer diesbzgl. Simulation im normkonformen Geltungsbereich der VKL ist, dass einerseits die der VT-Klassifikation zugrunde liegende techn. Lösemethode sowie andererseits die objektspezifisch gewählte Ausbruchart trotz Änderung des spezif. Gebirgsverhaltens im Sinne der Basisvoraussetzung für die Erstellung von Angeboten der ÖN B 2203-1 (vgl. Pkt. 5.1.2.1) konstant bleiben. Auch die Bewertungsfläche (A_B) des Kalottenquerschnitts wird nicht verändert.

Unter Bezugnahme auf das eingangs gewählte Beispiel entsteht nun auf Grundlage der ÖN B 2203-1 im Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 folgender Bezugssachverhalt:

- **VT-Geschwindigkeit $v_{VKL 5/5,91} = 4,23$ lfm/AT = konst.** für die Ermittlung der anteiligen kritischen Vortriebszeit (prognostizierbare sowie vertragliche bzw. abrechenbare Vortriebszeit)
- **Lohnkosten 1.701,38 €/lfm-VT bzw. 26,61 €/m³-VT = konst.** für die Vergütung des Ausbruchs und der progn. Stützmaßnahmen (in klassenspezif. LP verknüpft)

ERSTE ORDNUNGSZAHL	KALOTTE oder KALOTTE & STROSSE	STROSSE	ZWEITE ORDNUNGSZAHL - STÜTZMITTELZAHL											
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0			
	ABSCHLAGSLÄNGE BIS													
4	2,20 m	ist projektbezogen festzulegen	Bandbreite der reinen Mengenänderung der Stützmaßnahmen											
	1,71 m													
5	1,70 m					5 / 4,31		5 / 5,91		5 / 7,51				
	1,31 m													
6	1,30 m													
	1,01 m													

Bandbreite der Änderung der Abschlagslänge

V_{VKL 5/5,91} = 4,23 lfm/AT = konst.
LK = 1.701,38 €/lfm-VT
bzw. 26,61 €/m²-VT = konst.

VKL-Wechsel = Leistungsänderung

OZ¹ = 5,91 = konst.

Abbildung 5-14: Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1 in Bezug auf spezielle Leistungsänderungen

Im Anschluss ist auf theoretischer Ebene zu untersuchen, welche Auswirkungen eintretende Leistungsänderungen im vorrangigen Bezug auf die mengenabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen aufgrund verändertem spezif. Gebirgsverhalten, die im gegenständlichen Fall in die **Änderung der Abschlagslänge** - die eine Änderung der Art der Leistung bzw. der Umstände der Leistungserbringung je nach betrachtetem Detaillierungsgrad auslöst - und in eine (bloße) **Mengenänderung der Stützmaßnahmen** (differenzierbar in artrein bzw. artdifferent) spezifiziert werden, innerhalb des Matrixfeldes der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1 bewirken.

Die allfällige Änderung der Einheitspreise bei Vorliegen einer bloßen Mengenänderung in den klassenspezifisch ausgeschriebenen Leistungspositionen des Ausbruchs sowie in den klassenunabhängig ausgeschriebenen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen regelt die ÖN B 2203-1/Pkt. 5.1.2³¹⁸ eindeutig.

5.1.3.4.1 Änderung der Abschlagslänge

- **Ursache: Änderung des spezifischen Gebirgsverhaltens**
Wirkung: Änderung der Abschlagslänge
 → Simulation innerhalb des zulässigen Abschlagslängenbereiches der VKL gem. ÖN B 2203-1:

Die Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1 kann nur in der zulässigen Abschlagslängenbandbreite zufolge der klassifizierten 1. Ordnungszahl erfolgen, d.h. im gegenständlichen Bsp. OZ¹ [1] = 5, daher gilt 1,31 m ≤ l_{ABSCHLAG} ≤ 1,70 m.

³¹⁸ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.1.2, Seite 24: Die Bestimmungen der ÖNORM B 2110 über die Änderungen von Preisen infolge Abweichungen von Mengen werden wie folgend abgeändert:
 Bei Überschreitung der im Vertrag angegebenen Menge einer Position mit Einheitspreis um mehr als 100 % oder Unterschreitung um mehr als 50 % ist über Verlangen eines Vertragspartners ein neuer Einheitspreis (Mischpreis) für die tatsächlich ausgeführte Menge unter Berücksichtigung der Mehr-/Minderkosten zu vereinbaren, wenn dies kalkulationsmäßig auf bloße Mengenänderung zurückzuführen ist.
 Bei Über- oder Unterschreitung des Gesamtpreises einer Gruppe von Positionen gleicher Art und Preisbildung um mehr als 20 %, sind über Verlangen eines Vertragspartners neue Einheitspreise (Mischpreise) für die Positionen dieser Gruppe für die tatsächlich ausgeführte Menge unter Berücksichtigung der Mehr-/Minderkosten zu vereinbaren, wenn dies kalkulationsmäßig auf bloße Mengenänderung zurückzuführen ist.

Unter der Sichtweise eines rein bauwirtschaftlichen Aspektes löst die Änderung der Abschlagslänge aufgrund der sich resultierend ändernden geomechanischen Situation streng betrachtet eine Änderung in der Art der Leistung bzw. eine Änderung in den Umständen der Leistungserbringung aus, was gem. ÖN B 2110 zu berechtigten Mehrkostenforderungen des AN im Sinne einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des Ausbruches gegenüber dem AG führen würde.

- **Ursache: Änderung der Abschlagslänge**
Wirkung: Änderung der VT-Leistung und v.a. der VT-Lohnkosten
→ Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie des im Zusammenhang stehenden Aufwandswertes und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Abschlagslängenbereiches der VKL gem. ÖN B 2203-1:

Mengenabhängige Komponente:

Das Eintreten einer Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 beeinflusst eine ev. mitunter eintretende Änderung der Gesamtausbruchsmenge in der VKL gegenüber des prognostizierten Vordersatzes durch zeitl. Verschiebung des VKL-Wechsels. Diese **Mehr- oder Mindergesamtmengen an Ausbruchmassen in der zugehörigen VKL** berücksichtigen durch Vordersatzanpassung der zugrunde liegenden klassenspezifischen Leistungsposition dadurch die **leistungsabhängige Vergütung der mengen gebundenen Lohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen direkt proportional**; eine diesbzgl. Anpassung der in der klassenspezifischen Leistungsposition angemessen einzukalkulierenden Einzellohnkosten kann nur über das allgem. Mengenänderungs-Regulativ der ÖN B 2203/Pkt. 5.1.2 in Abweichung zur ÖN B 2110 erfolgen.

Kapazitätsabhängige Komponente:

Bei Eintreten einer Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 **ändert sich jedoch die in einer Zeiteinheit auszubrechende Kubatur eines Abschlags**, welche eine Änderung der VT-Leistung und damit zusammenhängend eine Änderung der - nun als zu betrachtende - kapazitätsabhängige Lohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen im Abschlagszyklus der gegenständlichen VKL verursacht.

Im Zuge der folgenden Simulation ist besonderes Augenmerk auf die Veränderung der VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung und den damit abhängig zu kalkulierenden Lohnstunden pro m-VT bzw. m³-VT sowie der daraus resultierenden Einzellohnkosten pro m-VT bzw. m³-VT unter Bezugnahme auf den prognostizierten Regelvortrieb der VKL 5/5,91 zufolge der noch konstant gehaltenen Stützmaßnahmen im normkonformen Geltungsbereich zu legen.

Unter strikter Bezugnahme auf Pkt. 5.1.3.1 lässt sich im Zuge der Variation der Abschlagslänge bei konstant gehaltener Stützmittelzahl (OZ^{II}) innerhalb des Geltungsbereiches folgende Situation tabellarisch darstellen:

	Abschlagslänge	Stunden / Abschlag	Vortriebsgeschw.-keit	Δ-% auf Regel-VT-Geschw.	Lohnstd. / m-VT	Lohnstd. / m ² -VT	Δ-% auf Regel-VT	Δ Mah / m-Ausbruch	Δ Mah / Stützmaßn.	Δ Mah / m ² -Ausbruch	Δ Mah / Stützmaßn.	Lohnkosten / m-VT	Δ	Δ-% auf Regel-VT	Lohnkosten / m ² -VT	Δ	LK _{progn.} / m ²
	[m]	[h/Absch.]	[l/m ² AT]	[%]	[Mahl/m]	[Mahl/m ²]	[%]	[Mahl/m]	[Mahl/m]	[Mahl/m ²]	[Mahl/m ²]	[€/m]	[€/m]	[%]	[€/m ²]	[€/m ²]	[€/m ²]
Regelabschlag:																	
VKL 5 / 5,91 Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	1.701,38	0,00	0,00%	24,64	0,00	26,61
Variation der Abschlagslänge (OZ ^{II} = 5,91 = konst.):																	
VKL 5 / 5,91	1,31	7,88	3,99	-5,71%	36,0871	0,5226	6,05%	16,0053	20,0819	0,2318	0,2908	1.804,36	102,97	6,05%	26,13	1,49	28,22
+ 0,04 m	1,35	8,06	4,02	-5,01%	35,8211	0,5188	5,27%	15,7393	20,0819	0,2279	0,2908	1.791,06	89,67	5,27%	25,94	1,30	28,01
+ 0,05 m	1,40	8,29	4,06	-4,17%	35,5100	0,5143	4,36%	15,4282	20,0819	0,2234	0,2908	1.775,50	74,12	4,36%	25,71	1,07	27,77
+ 0,06 m	1,45	8,51	4,09	-3,39%	35,2204	0,5101	3,51%	15,1385	20,0819	0,2192	0,2908	1.761,02	59,63	3,51%	25,50	0,86	27,54
+ 0,05 m	1,50	8,74	4,12	-2,64%	34,9500	0,5062	2,71%	14,8682	20,0819	0,2153	0,2908	1.747,50	46,12	2,71%	25,31	0,67	27,33
+ 0,06 m	1,55	8,96	4,15	-1,93%	34,6971	0,5025	1,97%	14,6153	20,0819	0,2117	0,2908	1.734,86	33,47	1,97%	25,13	0,48	27,13
+ 0,05 m	1,60	9,19	4,18	-1,25%	34,4600	0,4991	1,27%	14,3782	20,0819	0,2082	0,2908	1.723,00	21,82	1,27%	24,95	0,31	26,95
+ 0,05 m	1,65	9,42	4,21	-0,61%	34,2373	0,4959	0,62%	14,1554	20,0819	0,2050	0,2908	1.711,87	10,48	0,62%	24,79	0,15	26,77
+ 0,05 m	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	1.701,38	0,00	0,00%	24,64	0,00	26,61

Tabelle 5-4: Übersicht markanter Daten bei Änderung der Abschlagslänge des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91

Anm.: Spalte Δ-% auf Regel-VT entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - max. bzw. min. Abweichung +/- 11% bis +/- 12%)

Bei genauer Begutachtung der prognostizierten Zykluszeiten (Spalte Stunden/Abschlag) fällt auf, dass mit zunehmender Abschlagslänge pro Abschlag sich diese annähernd linear³¹⁹ verändert (siehe Abbildung 5-15), da im direkt proportionalen Verhältnis zur Abschlagslänge mehr Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen eingebaut werden müssen, um die OZ^{II} = 5,91 = konst. zu halten.

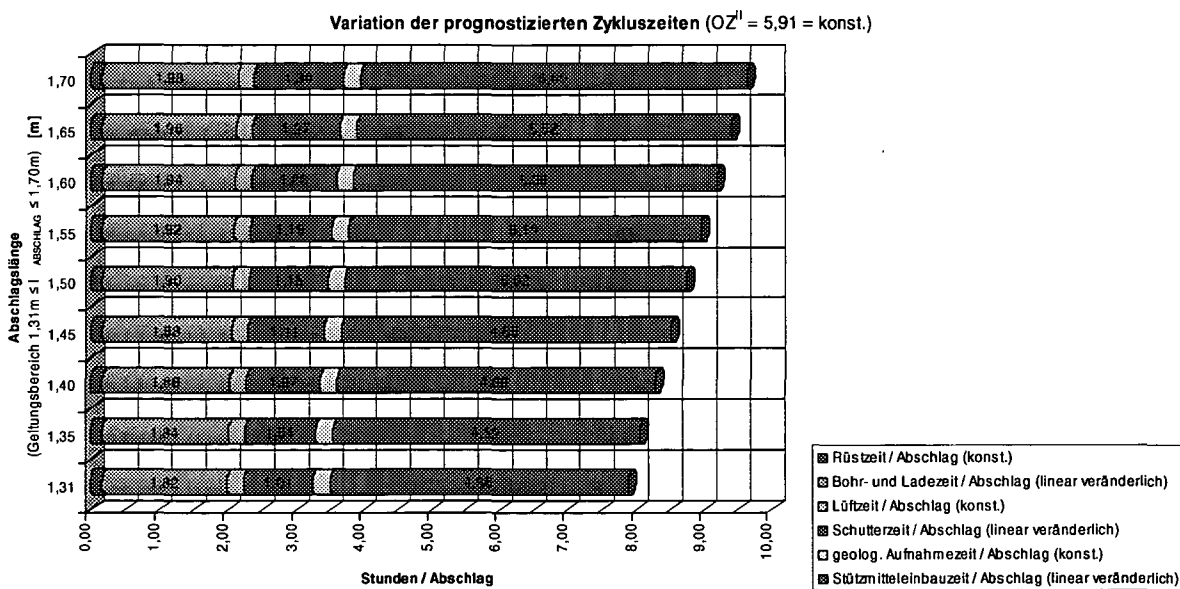


Abbildung 5-15: Zykluszeiten des progn. Regelvortriebs der VKL 5/5,91 in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite lt. ÖN B 2203-1

Dementsprechend würde auch die Auswirkung einer konstanten Änderung der Stützmittelzahl innerhalb des selben Abschlagslängenbereiches auf die Zykluszeit im angenähert direkt proportionalen Verhältnis zunehmen. Um den Einfluss der Abschlagslänge (Faktor zwischen normgem. Abschlagslängenbereichen ca. 1,3) bei der Festlegung des klassenbezogenen Streubereiches der OZ^{II} auszuschalten, wurde dieser richtigerweise reziprok zur Abschlagslänge (Faktor zwischen den Grenzwerten für den Geltungsbereichen der OZ^{II} ca. 1 : 1,3) festgelegt (Geltungsbe-

³¹⁹ Anm. des Verfassers: Im Abschlagszyklus, speziell im Teilzyklus des Ausbruchs, sind unveränderliche Zeiten - wie z.B. Rüst- und Verteilzeiten, Zeiten für verordnete Bewetterung, etc. - enthalten, die nicht im direkt proportionalen Verhältnis einer Änderung der Abschlagslänge mit gleiten, sondern konst. bleiben.

reiche der VKL werden daher im gleichen Abschlagslängenbereich unabhängig der OZ^{II} konstant festgelegt³²⁰).

Weiters zeigt die Simulation die gegenseitige Abhängigkeit der VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung mit dem behafteten Aufwand an Lohnstunden in Bezug zur klassifizierten Abschlagslängenbandbreite gem. ÖN B 2203-1 des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91 deutlich auf. Bei Reduktion der Abschlagslänge verringert sich die VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung (siehe Abbildung 5-16) und es steigt der Aufwand an Lohnstunden (siehe Abbildung 5-17) im Bezug zum progn. Regelvortrieb im nicht zu unterschätzenden Ausmaß, wobei vorerst nur der Einfluss der „direkt proportionalen Mengenreduktion“ der Stützmaßnahmen zur Abschlagslänge berücksichtigt wird ($OZ^{II} = 5,91 = \text{konst.}$). Dieser bei der Reduktion der Abschlagslänge begleitende theoretische Ansatz der direkt proportionalen Mengenreduktion der Stützmaßnahmen widerspricht z.T. der Baupraxis, da speziell bei allen Stützmaßnahmen, deren Mengen bzw. Stückzahlen pro Abschlag über die Abschlagslänge ermittelt werden, rein theoretische, von einer praktisch auszuführenden Stückzahl abweichende Mengen pro Abschlag errechnet werden. Für das Ziel der gegenständlichen Ausführungen ist diese Tatsache aber von untergeordneter Bedeutung.

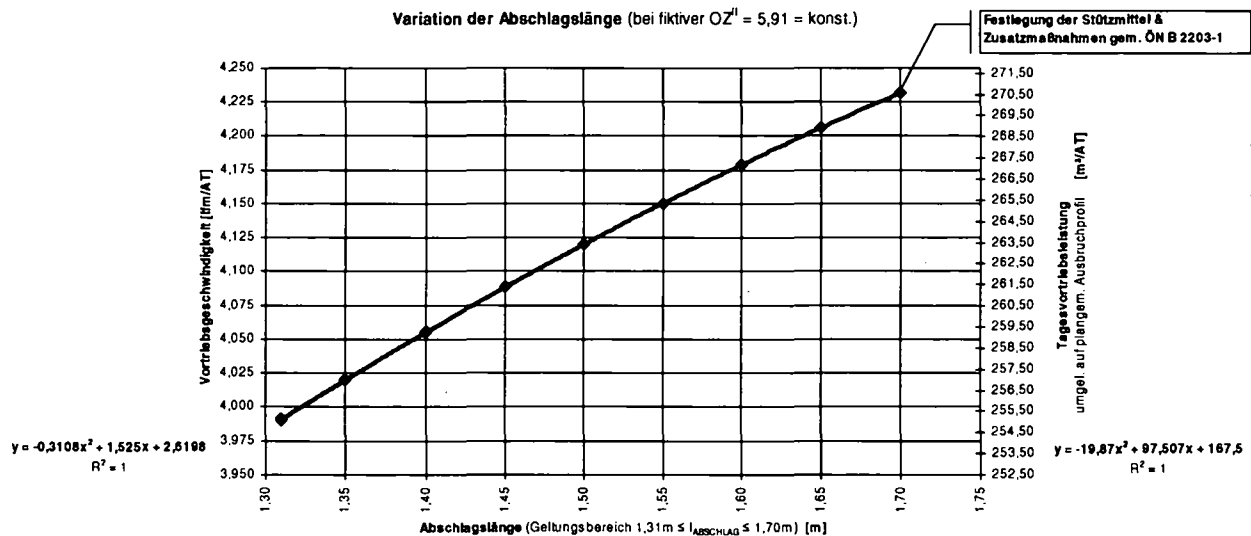


Abbildung 5-16: VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite lt. ÖN B 2203-1 der VKL 5/5,91

Anm.: die jeweilige Funktion ist in Abhängigkeit der Abschlagslänge mit einem Polynom 2. Grades angenähert

320

Anm. des Verfassers: Der Geltungsbereich der OZ^{II} war in der ÖN B 2203 (01.10.1994) generell mit 20% (mind. jedoch um den Wert 0,5) definiert, sodass dieser Geltungsbereich innerhalb eines Abschlagslängenbereiches mit zunehmender OZ^{II} sich veränderte und somit die Stabilität der Matrix innerhalb eines Abschlagslängenbereiches in Abhängigkeit der OZ^{II} stark variierte. Dieser Problematik wurde mit der neuen Regelung für die Festlegung der Geltungsbereiche der OZ^{II} gem. ÖN B 2203-1 (01.12.2001) entgegen gehalten.

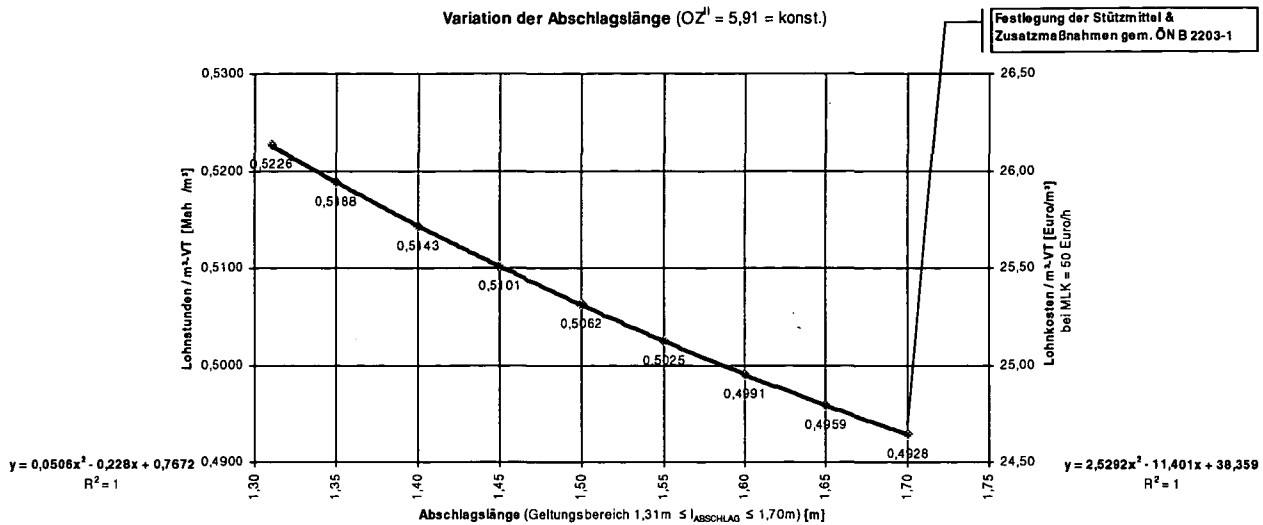


Abbildung 5-17: Lohnstunden des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite lt. ÖN B 2203-1 der VKL 5/5,91

Anm.: die jeweilige Funktion ist in Abhängigkeit der Abschlagslänge mit einem Polynom 2. Grades angenähert

Mehr- oder Mindermengen an Ausbruchmassen im Abschlagszyklus zufolge der Änderung der Abschlagslänge im Zusammenhang mit der „direkt proportionalen Mengenreduktion“ der Stützmaßnahmen im Abschlagslängenbereich einer VKL **beeinflussen diese kapazitätsabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen beschränkt degressiv** (= *beschränkt degressiv mengenabhängige Lohnkosten³²¹ des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen*); eine Anpassung dieser in der klassenspezifischen Leistungsposition angemessen einzukalkulierenden Einzellohnkosten erfolgt gemäß den Vertragsbestimmungen der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 nicht.

Zeitabhängige Komponente:

Eine daraus resultierende zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs anhand einer Abänderung der VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung erfolgt ebenfalls gemäß den Vertragsbestimmungen der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 nicht.

5.1.3.4.2 (Mengen-)Änderung der Stützmaßnahmen

- **Ursache: Änderung des spezifischen Gebirgsverhaltens**
Wirkung: artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Stützmaßnahmen
 → Simulation der jeweils möglichen (Einzel-)Mengenänderung innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL gem. ÖN B 2203-1:

Im Anschluss wird nun verdeutlicht, welche Mehr- bzw. Mindermengen an Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen dem jeweiligen Eckpunkt des Matrixfeldes aufgrund der Vortriebsklassifikation (VKL 5/5,91) bei theoretischer Ausnutzung des max. Geltungsbereiches zu zuweisen sind.

In diesem Zusammenhang ist vorauszusetzen, dass in einem ersten Schritt die Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m} = \text{konst.}$) und das Übermaß ($\ddot{u}_m = 10 \text{ cm} = \text{konst.}$) konstant gehalten werden. Bei der Ermittlung der möglichen Veränderungsmenge der Stützmaßnahmen wird von einer gewichteten prozentuellen Hochrechnung der der VKL 5/5,91 zugrunde liegenden Austeilung der-

³²¹ vgl. Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 32f.

selben Abstand genommen und der Weg der Variation der Einzelmengende des jeweiligen Stützmittels und der jeweiligen Zusatzmaßnahme eingeschlagen. Diese Vorgehensweise zeigt daher die denkbaren Bandbreiten der maximal möglichen Einzelmengen (unabhängig vom Einfluss übriger Stützmittel und Zusatzmaßnahmen der betrachteten VKL), die zur Anpassung der prognostizierten bautechnischen Maßnahmen – unter Ausschluss einer Änderung der Art der Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen - an die tatsächlich vorherrschenden Gebirgsverhältnisse in dieser VKL zur Verfügung stehen, besser auf.

Ausgehend von der Ermittlung der Stützmittelzahl ($OZ'' [1] = \Sigma (\text{StM}_{\text{TM}} \times f_B) : A_B = 5,91$) erfolgt ja bekanntlich in diesem Fall durch die Abgrenzung $n = \pm 0,80$ die Festlegung der Ober- und Untergrenze des Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 zu $OZ''_{\text{OG}} = 6,71$ bzw. $OZ''_{\text{UG}} = 5,11$. Für die maximal denkbare Veränderungsmenge der jeweiligen Stützmaßnahme in den Eckpunkten des durch die VKL 5/5,91 erzeugten Matrixfeldes lässt sich folgende Gleichung aufstellen:

$$OZ'' \pm n = \Sigma (\text{StM}_{\text{TM}} \times f_B) : A_B \pm \Delta \Sigma (\text{StM}_{\text{TM}} \times f_B) : A_B$$

... für die maximal mögliche Veränderungsmenge gilt:

$$(OZ'' \times A_B + n \times A_B) - OZ'' \times A_B = \Sigma (\text{StM}_{\text{TM}} \times f_B) + \Delta \Sigma (\text{StM}_{\text{TM}} \times f_B) - \Sigma (\text{StM}_{\text{TM}} \times f_B)$$

$$n \times A_B = \Delta \Sigma (\text{StM}_{\text{TM}} \times f_B)$$

d.h. die max. Änderung der jeweiligen Einzelmengende pro Abschlag errechnet sich daher, beispielhaft für die nachfolgend angeführten Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, wie folgt:

- SN-Anker-Anzahl [Stk./Abschlag] = $(n \times A_B \times I_{\text{ABSCHLAG}}) : (f_B \times I_{\text{SN-Anker}})$
- Bst.-Gitter-Abwicklung [Stk./Abschlag] = $(n \times A_B \times I_{\text{ABSCHLAG}}) : (f_B \times I_{\text{ABSCHLAG}} \times U_{\text{Linie 1a}}) = (n \times A_B) : (f_B \times U_{\text{Linie 1a}})$
- Bogen-Anzahl [Stk./Abschlag] = $(n \times A_B \times I_{\text{ABSCHLAG}}) : (f_B \times U_{\text{Linie 1a}})$
- SpBet.-Dicke Kalotte [m/Abschlag] = $(n \times A_B \times I_{\text{ABSCHLAG}}) : (f_B \times I_{\text{ABSCHLAG}} \times U_{\text{Linie 1a}}) = (n \times A_B) : (f_B \times U_{\text{Linie 1a}})$
- SpBet.-Dicke OB [m/Abschlag] = $(n \times A_B \times I_{\text{ABSCHLAG}}) : (f_B \times A_{\text{Linie 1a}})$
- Spieß-Anzahl [Stk./Abschlag] = $(n \times A_B \times I_{\text{ABSCHLAG}}) : (f_B \times I_{\text{Spieß}})$

Diese Ausführungen gelten sinngemäß für alle übrigen, in der ÖN B 2203-1 angeführten Stützmittel und Zusatzmaßnahmen. Der Absolutwert der Einzelmengenänderung der jeweiligen Stützmaßnahme pro Abschlag ist direkt von n , A_B , I_{ABSCHLAG} und f_B sowie tlw. auch indirekt von \ddot{u}_m abhängig.

In einem zweiten Schritt wird zuzüglich zum ersten Schritt die Abschlagslänge ($I_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70$ m) gem. dem Geltungsbereich der 1. Ordnungszahl auf das Minimum $I_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ reduziert, das Übermaß ($\ddot{u}_m = 10$ cm = konst.) bleibt weiterhin konstant. Bei gleichbleibender Stützmittelzahl ($OZ'' = 5,91 = \text{konst.}$ bzw. Stützmittel und Zusatzmaßnahmen pro m-VT = konst.) wird wie schon in Pkt. 5.1.3.4.1 vorausgesetzt, dass mit abnehmender Abschlagslänge pro Abschlag im direkt proportionalen Verhältnis auch weniger Stützmaßnahmen pro Abschlag eingebaut werden müssen (siehe Abbildung 5-18).

plangemäßes Ausbruchsprofil [m²]		63,94				
Bewertungsfläche [m²]		56,55				
Linie 1a [m]		19,26				
Übermaß \bar{u}_m		0,10				
Überprofil \bar{u}_p		0,25				
Abschlagslänge [m]		1,31 - 1,70		1. ORDNUNGSZAHL: 5		

Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Menge pro Abschlag	Mengen-einheit	Menge pro m-Tunnel	Bewertungs-faktor je Mengeneinheit	Bewertung
Anker:						
Swellex-Anker	l = 2,00 m	0,0 Stk.	m	0,00	0,8	0,00
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	5,4 Stk.	m	16,47	1,1	18,12
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	4,6 Stk.	m	21,18	1,1	23,29
Ortsbrustanker:						
Ankeranzahl im Abschlag		0,0 Stk.	Stk	0,00	8,0	0,00
Vers. Ankerplatte ohne Vorspannung		0,0 Stk.	Stk	0,00	1,7	0,00
Baustahlgitter:						
1. Lage	Abw. = 1,0	25,23 m²	m²	19,26	1,0	19,26
2. Lage	Abw. = 1,0	25,23 m²	m²	19,26	1,5	28,89
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0	0,00 m²	m²	0,00	2,0	0,00
Bogen- und Lastverteiler:						
Ausbaubogen	Stk. = 0,8	14,84 m	m	11,33	2,0	22,66
Spritzbeton:						
Kalotte	d = 0,25 m	6,31 m³	m³	4,81	20,0	96,29
Ortsbrust	d = 0,04 m	2,27 m³	m³	1,74	14,0	24,30
Spieße:						
unvermörtelt	l = 6,00 m	37,0 Stk.	m	169,41	0,6	101,65
vermörtelt	l = 6,00 m	0,0 Stk.	m	0,00	0,9	0,00
SUMME:						334,45
2. ORDNUNGSZAHL:						5,91
Obergrenze: + 0,80						6,71
Untergrenze: - 0,80						5,11

Abbildung 5-18: Ermittlung der linear angesetzten Mengenreduktion der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen pro Abschlag bei Abminderung der Abschlagslänge auf $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ m in der VKL 5/5,91 ($OZ^{\text{II}} = 5,91 = \text{konst.}$)

Für die Berechnung der maximal möglichen Mengenveränderung bzw. Einzel-Mengenänderung der jeweiligen Stützmaßnahme auf Basis der reduzierten Abschlagslänge innerhalb der zulässigen Bandbreite der VKL 5/5,91 gelten wiederum sinngemäß die zuvor festgehaltenen mathematischen Ansätze.

Die somit erhaltenen, max. denkbaren (Einzel-)Mengenänderungen in den jeweiligen Stützmitteln und Zusatzmaßnahmen sind für die vier Eckpunkte des Matrixfeldes der VKL 5/5,91 in der Tabelle 5-5 dargestellt, die abgeleitete prozentuelle Veranschaulichung (siehe Abbildung 5-19) dieser Veränderung – unter Ausschluss der Änderung der Art der Stützmaßnahmen - gilt generell für das durch die VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1 erzeugte Matrixfeld in der VKL-Matrix:

Eckpunkt (1,70/5,11)

bzw. (1,70/6,71):

Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Einzel-Mindermengen:			Einzel-Mehrmengen:		
		Menge pro Abschlag	Menge pro m-Tunnel	Prozent:	Menge pro Abschlag	Menge pro m-Tunnel	Prozent:
Anker:							
Swellex-Anker	l = 2,00 m	-48,1 Stk.	-56,55 m		48,1 Stk.	56,55 m	
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	-17,5 Stk.	-41,13 m	-249,7%	17,5 Stk.	41,13 m	249,7%
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	-11,7 Stk.	-41,13 m	-194,2%	11,7 Stk.	41,13 m	194,2%
Ortsbrustanker:							
OB-Ankeranzahl im Abschlag		-9,6 Stk.	-5,65 Stk.		9,6 Stk.	5,65 Stk.	
vers. OB-Ankerplatte ohne Vorsp.		-45,2 Stk.	-26,61 Stk.		45,2 Stk.	26,61 Stk.	
Baustahlgitter:							
1. Lage (Bst.-Gitter)	Abw. = -2,3	-76,91 m²	-45,24 m²	-234,9%	76,91 m²	45,24 m²	234,9%
2. Lage (Bst.-Gitter)	Abw. = -1,6	-51,27 m²	-30,16 m²	-156,6%	51,27 m²	30,16 m²	156,6%
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = -0,7	-38,45 m²	-22,62 m²		38,45 m²	22,62 m²	
Bogen- und Lastverteiler:							
Ausbaubogen	Stk. = -2,0	-38,45 m	-22,62 m	-199,7%	38,45 m	22,62 m	199,7%
Spritzbeton:							
SpBet. Kalotte	d = -0,12 m	-3,85 m³	-2,26 m³	-47,0%	3,85 m³	2,26 m³	47,0%
SpBet. Ortsbrust	d = -0,09 m	-5,49 m³	-3,23 m³	-186,1%	5,49 m³	3,23 m³	186,1%
Spieße:							
Spieße unvermörtelt	l = 6,00 m	-21,4 Stk.	-75,40 m	-44,5%	21,4 Stk.	75,40 m	44,5%
Spieße vermörtelt	l = 6,00 m	-14,2 Stk.	-50,27 m		14,2 Stk.	50,27 m	

Eckpunkt (1,31/5,11)

bzw. (1,31/6,71):

Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Einzel-Minderungen:			Parameter:	Einzel-Mehrmengen:		
		Menge pro Abschlag	Menge pro m-Tunnel	Prozent:		Menge pro Abschlag	Menge pro m-Tunnel	Prozent:
Anker:								
Swellex-Anker	l = 2,00 m	-37,0 Stk	-56,55 m		l = 2,00 m	37,0 Stk	56,55 m	
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	-13,5 Stk	-41,13 m	-249,7%	l = 4,00 m	13,5 Stk	41,13 m	249,7%
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	-9,0 Stk	-41,13 m	-194,2%	l = 6,00 m	9,0 Stk	41,13 m	194,2%
Ortsbrustanker:								
OB-Ankeranzahl im Abschlag		-7,4 Stk	-5,65 Stk			7,4 Stk	5,65 Stk	
vers. OB-Ankerplatte ohne Vorsp.		-34,9 Stk	-26,61 Stk			34,9 Stk	26,61 Stk	
Baustahlgitter:								
1. Lage (Bst.-Gitter)	Abw. = -2,3	-59,26 m ²	-45,24 m ²	-234,9%	Abw. = 2,3	59,26 m ²	45,24 m ²	234,9%
2. Lage (Bst.-Gitter)	Abw. = -1,6	-39,51 m ²	-30,16 m ²	-156,6%	Abw. = 1,6	39,51 m ²	30,16 m ²	156,6%
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = -0,5	-29,63 m ²	-22,62 m ²		Abw. = 0,5	29,63 m ²	22,62 m ²	
Bogen- und Lastverteiler:								
Ausbaubogen	Stk. = -1,5	-29,63 m	-22,62 m	-199,7%	Stk. = 1,5	29,63 m	22,62 m	199,7%
Spritzbeton:								
SpBet. Kalotte	d = -0,12 m	-2,96 m ³	-2,26 m ³	-47,0%	d = 0,12 m	2,96 m ³	2,26 m ³	47,0%
SpBet. Ortsbrust	d = -0,07 m	-4,23 m ³	-3,23 m ³	-186,1%	d = 0,07 m	4,23 m ³	3,23 m ³	186,1%
Spieße:								
Spieße unvermörtelt	l = 6,00 m	-16,5 Stk	-75,40 m	-44,5%	l = 6,00 m	16,5 Stk	75,40 m	44,5%
Spieße vermörtelt	l = 6,00 m	-11,0 Stk	-50,27 m		l = 6,00 m	11,0 Stk	50,27 m	

Tabelle 5-5: Einzel-Minder- und -Mehrmengen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen im Geltungsbereich der VKL 5/5,91

prozentuale Bandbreiten der möglichen Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmittel bezogen auf einen Abschlag der VKL 5/5,91 (n = ± 0,80)

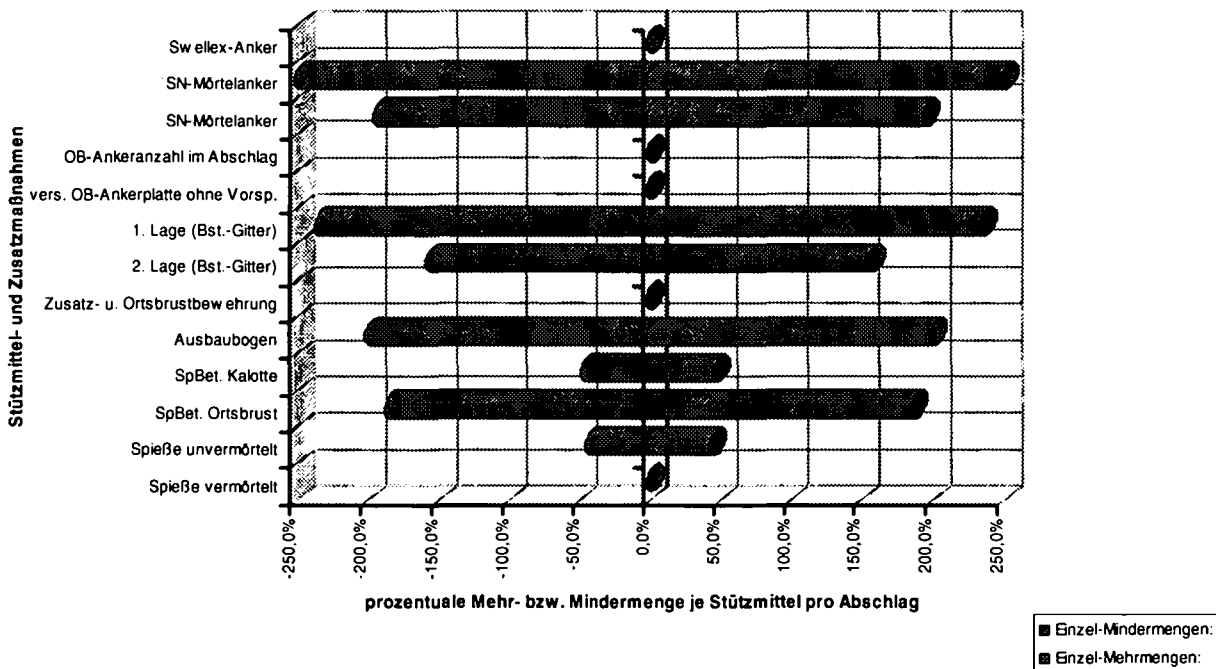


Abbildung 5-19: prozentuelle Bandbreiten der jeweils möglichen Einzel-Mehr- bzw. Einzel-Minderungen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen in der VKL 5/5,91

- Ursache:** artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Stützmaßnahmen

Wirkung: Änderung der VT-Leistung und v.a. der VT-Lohnkosten

→ Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie des im Zusammenhang stehenden Aufwandswertes und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL gem. ÖN B 2203-1:

Mengenabhängige Komponente:

Bei Eintreten von bloßen Mengenänderungen in einer VKL werden diese Mehr- oder Mindermengen an Stützmaßnahmen durch Vordersatzveränderung in den einschlägigen Leistungsposi-

tionen bei der **leistungsabhängigen Vergütung mengenabhängiger Kosten** (Manipulationslohn- und Materialkosten) ebenso **direkt proportional** berücksichtigt; eine Anpassung der in die jeweilige Leistungsposition der VKL angemessen umgelegten Einzellohnkosten der Stützmaßnahmen (auf Basis der Prognose) erfolgt gemäß den Vertragsbestimmungen der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 nicht.

Zeitabhängige Komponente:

In der folgenden Simulation wird nun wieder verdeutlicht, welche VT-Geschwindigkeiten bzw. -leistungen und Aufwandswerte dem jeweiligen Eckpunkt des Matrixfeldes aufgrund der Vortriebsklassifikation (VKL 5/5,91) bei theoretischer Ausnutzung der jeweils möglichen Mengenänderung in den Stützmaßnahmen innerhalb der Bandbreite der klassifizierten OZ^{II} zu zuweisen sind. Es werden nur jene Auswirkungen der Veränderung der Einzelmengen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen dargestellt, die in der VKL 5/5,91 keine Änderung der Art der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen hervorrufen. Bei den veranschaulichten Auswirkungen zufolge Mindermengen des Bedarfs an Stützmaßnahmen ist anzumerken, dass für die max. Mengenreduktion das jeweilige Stützmittel bzw. die jeweilige Zusatzmaßnahme bei Nichterreichen des max. möglichen Mengenreduktionsansatzes gem. dem Geltungsbereich - bezogen auf die Eckpunkte (1,70/5,11) bzw. (1,31/5,11) - aufgrund einer negativen Ansatzmenge pro Abschlag daher höchstens auf Null gesetzt wird (ausgenommen hiervon sind die Stützmittel Spritzbeton Kalotte - eine komplette Reduktion der Ansatzmenge ist jedoch in der praktischen Umsetzung auszuschließen - und Spieße unvermörtelt).

Differenz-Darstellungen der Mengenänderung in den Stützmaßnahmen zufolge der o.a. Aspekte zum progn. Regelvortrieb der VKL 5/5,91 für die Eckpunkte (1,70/5,11) und (1,70/6,71):

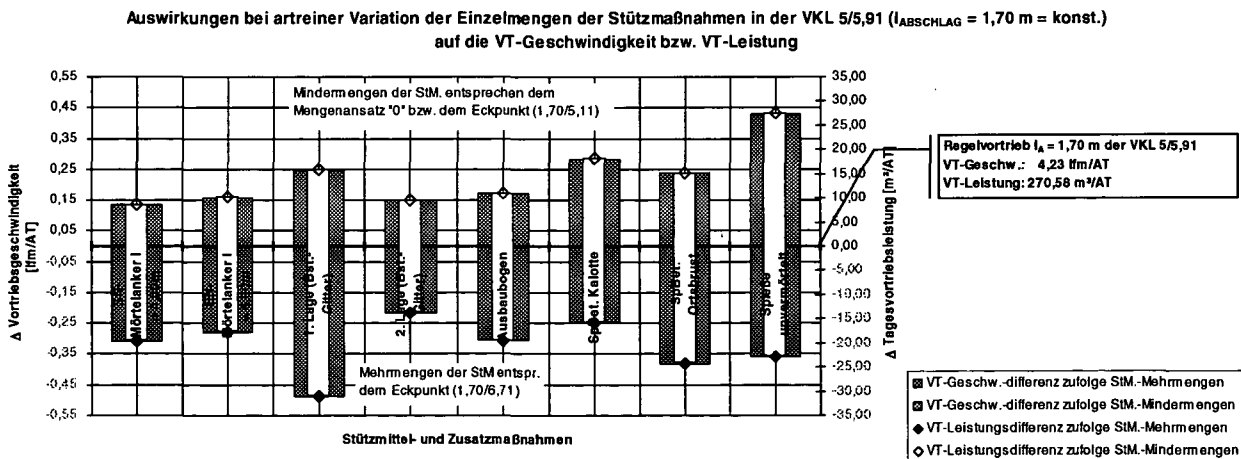


Abbildung 5-20: Differenzen der VT-Geschwindigkeit bzw. VT-Leistung zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,70 m

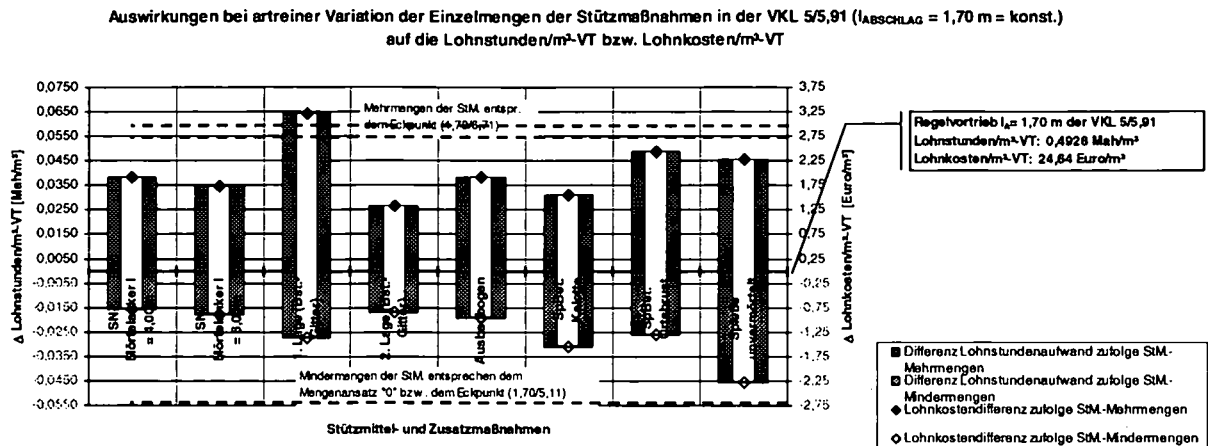


Abbildung 5-21: Differenzen der Lohnstunden/m³-VT bzw. Lohnkosten/m³-VT zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,70 m

Anm.: strichlierte Linien entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - max. bzw. min. Abweichung +/- 11% bis +/- 12%)

Es wird demonstriert, dass durch Hinzufügen von weiteren Stützmaßnahmen die VT-Geschwindigkeit und damit verbunden die Tagesausbruchsleistung sinkt und der Aufwand an Lohnstunden sowie die damit zusammenhängenden Lohnkosten aufgrund zunehmender Behinderung des Vortriebs zufolge des Einbaues der Stützmaßnahmen steigen.

Bei einer realitätsnahen Ausnutzung der Veränderung der Einzelmengen in der jeweils möglichen Bandbreite des Stützmittels bzw. der Zusatzmaßnahme zeigt sich weiters, dass die Mengenerhöhungen der jeweiligen bautechnischen Maßnahme ohne Einschränkungen bis zum Eckpunkt (1,70/6,71) des Matrixfeldes schlagend werden können, jedoch die Mengenreduktion derselbigen bis zum Eckpunkt (1,70/5,11) im gleichen Ausmaß in den seltensten Fällen aufgrund des dadurch bedingten negativen Mengenansatzes pro Abschlag bzw. Tunnelmeter eintreten können sowie auch eine komplette Reduktion des Mengenansatzes auf Null kritisch zu hinterfragen ist. Im ersteren Fall verringert sich die VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung (z.B. beim Spritzbeton OB um -8,99%) und es erhöht sich im abhängigen Verhältnis der Aufwand an Lohnstunden bzw. die daraus resultierenden Einzellohnkosten (z.B. Spritzbeton OB +9,87%) gegenüber dem prognostizierten Regelvortrieb.

Die weitere Simulation befasst sich mit der theoretischen Ausnutzung der Mengenänderung der Stützmaßnahmen bei min. Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31 \text{ m}$) für den max. Geltungsbereich der OZ^{II}. Das Ergebnis zeigt, dass trotz Einzel-Mengenminderung des jeweiligen Stützmittels bzw. der jeweiligen Zusatzmaßnahme – mit den selben Einschränkungen wie oben – die VT-Geschwindigkeit bzw. die Tagesausbruchsleistung im Vergleich zum Regelvortrieb mit der Abschlagslänge von 1,70 m in den meisten Arten der Stützmaßnahmen abnimmt und der Aufwandswert sowie die daraus abhängigen Einzellohnkosten ebenfalls steigen. Es stellt sich in den meisten Fällen der Mengenveränderung der Stützmaßnahmen, unabhängig ob es sich um eine Mengenerhöhung oder Mengenreduktion handelt, eine für den Bieter bzw. AN im Vergleich zum prognostizierten Regelvortrieb nachteilige Situation ein.

Wären die Darstellungen auf den mit min. möglicher Abschlagslänge modifizierten Regelvortrieb gem. normkonformen Abschlagslängenbereich bezogen, würden sich natürlich die zuvor aufgezeigten adäquaten Auswirkungen wieder einstellen.

Differenz-Darstellungen der Mengenänderung in den Stützmaßnahmen zufolge der o.a. Aspekte zum progn. Regelvortrieb der VKL 5/5,91 für die Eckpunkte (1,31/5,11) und (1,31/6,71):

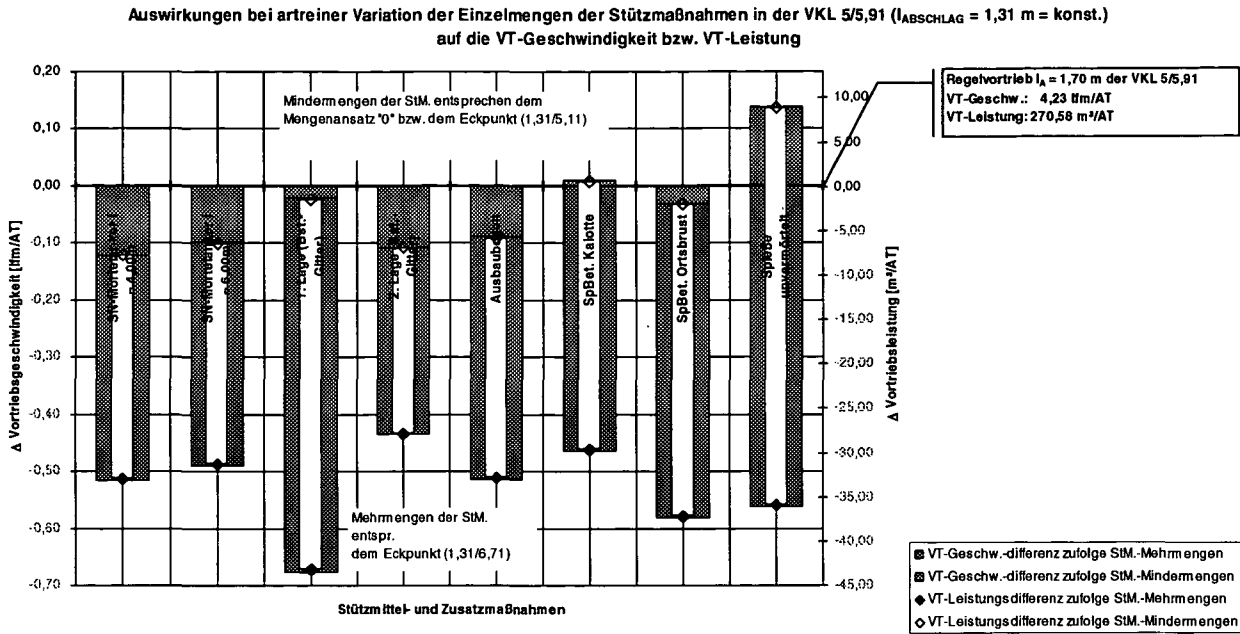


Abbildung 5-22: Differenzen der VT-Geschwindigkeit bzw. VT-Leistung zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,31 m

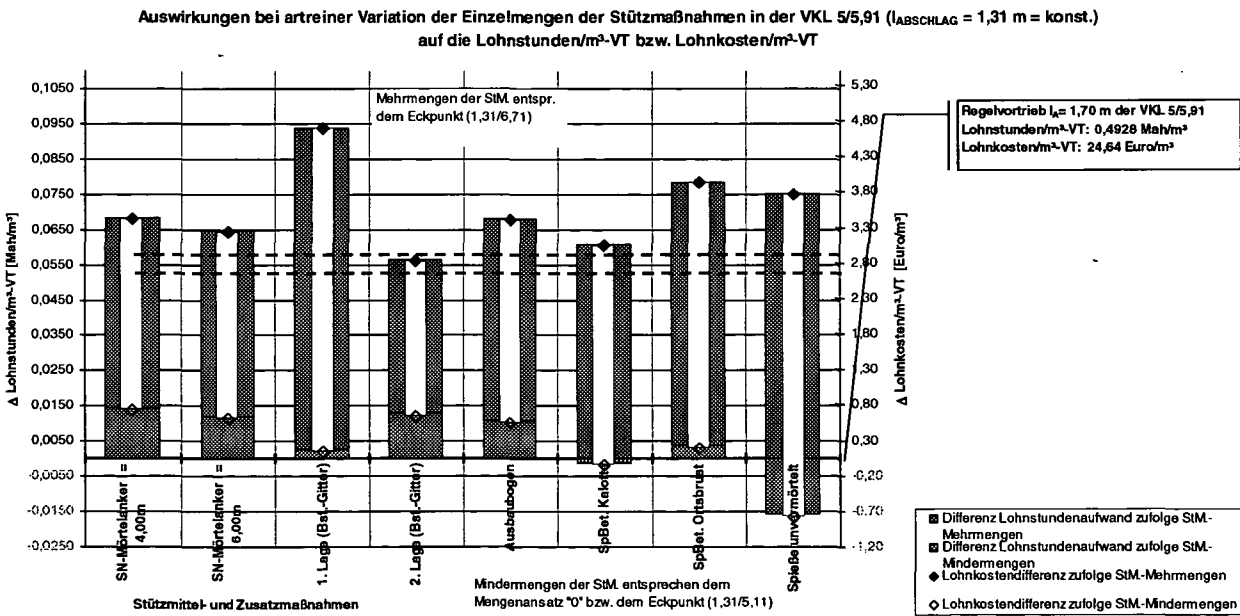


Abbildung 5-23: Differenzen der Lohnstunden/m³-VT bzw. Lohnkosten/m³-VT zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,31 m

Anm.: strichlierte Linien entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - max. bzw. min. Abweichung +/- 11% bis +/- 12%)

Eine daraus resultierende zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs anhand einer Abänderung der VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung erfolgt ebenfalls gemäß den Vertragsbestimmungen der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 nicht.

5.1.3.5 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN

Um im Wettbewerb als Bestbieter mit erteiltem Zuschlag hervorzugehen, hat der Unternehmer bzw. Bieter ein technisch einwandfreies und v.a. wirtschaftliches Angebot zu legen. Dies bedingt neben der Ausarbeitung einer optimalen Bau- und Betriebsweise (sofern nicht durch einen Amtsentwurf³²² bereits erheblich eingeschränkt) auch die Optimierung des Herstellaufwandes, was zweifellos zu geringen Herstellkosten führen muss und sich somit in einem günstigen Angebotspreis für den AG äußert. Bei genauerer Betrachtung der prognostizierten Klassenfestlegungen eines Untertagebauprojekts, deren aufzuwendender Bedarf an Stützmaßnahmen durch Normenvorgabe für die Obergrenze des jeweiligen Abschlaglängenbereiches festgelegt wurde, lässt sich anhand der Abbildung 5-16 und Abbildung 5-17 relativ schlüssig zeigen, dass die **klassenspezifisch geringsten Lohnkosten** (bzw. i.a. Sinn, die Herstellkosten) **bei niedrigstem Aufwandswert und maximal möglicher VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung** für den Bieter bzw. AN zu erzielen sind. Die **maximal mögliche VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung**, im Bauvertrag meist als garantierte VT-Geschwindigkeit festzulegen, **ermöglicht durch ihren zeitkritischen Einfluss daher auch die zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu minimieren**.

5.1.3.5.1 Problematik der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung

- **Bau- und Betriebsweise:**

Bereits im Zuge der Vortriebsklassifikation sollten geomechanisch- sowie baubetrieblich-bedingte Abstandskriterien (max. Ringschlussdistanz³²³, min. Vortriebsbereich, usw.) zur Gewährleistung eines wirtschaftlichen Vortriebs, die unerlässlich infolge der Optimierung der Bau- (= *technischer Ablauf des Vortriebs an der Ortsbrust im Ausbruchsquerschnitt; u.a. Ausbruchsort*) und insbesondere der Betriebsweise (= *betrieblicher Ablauf des Vortriebs in Längsentwicklung*) sind, bei der Wahl der zugrunde liegenden Bewertungsfläche von Kalotte und Strosse als getrennter Querschnitt (unterschiedliche VKL in ein und derselben Stationierung des Hohlraumbauwerks bei gleichem Gebirgsverhalten möglich) oder von Kalotte und Strosse als ein gemeinsamer Querschnitt berücksichtigt werden.

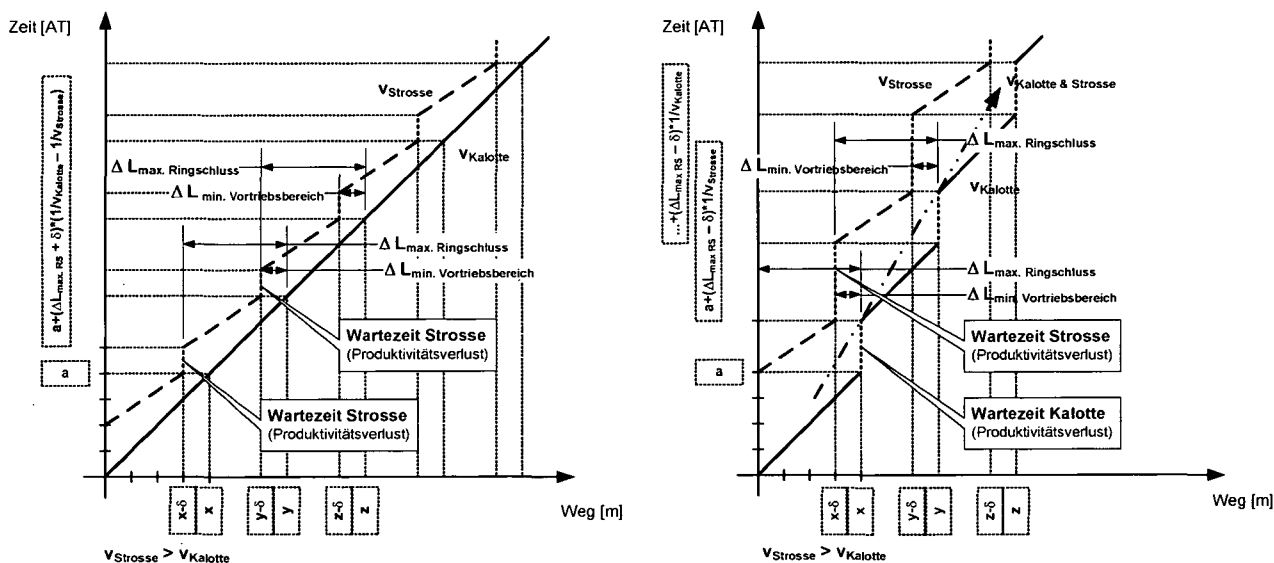
Wird im Zuge der VT-Klassifikation eine unterschiedliche Bewertung von Kalotte und Strosse in Betracht gezogen, so muss folglich davon ausgegangen werden, dass die bieterseitige Kalkulation der VT-Leistungen nur auf Annahme einer entkoppelten Herstellung von Kalotte und Strosse aufbauen kann³²⁴, da eigentlich zwei unterschiedliche, querschnittsbezogene VKL in gleichem Gebirgsverhalten mit unterschiedlichen VT-Geschwindigkeiten bzw. -leistungen kreiert werden. Die gängige Praxis zeigt jedoch, dass im Bauvertrag, spätestens jedoch bei der Ausführung, v.a. in Fällen bei VKL mit schlechter werdendem Gebirgsverhalten, immer wieder Rückkoppelungen in Form von einzuhaltenden Abstandskriterien (max. Ringschlussdistanzen, etc.) gefordert sind. Hierbei entstehen für den AN zwei Probleme:

³²² Anm. des Verfassers: Der Vortrieb ist innerhalb eines Abschlages eine Taktfertigung, wobei die Besonderheit darin besteht, dass die Tätigkeiten innerhalb eines Taktes, nicht in Form einer vorher bestimmten, eindeutig definierten Reihenfolge - im Gegensatz zu dem der Kalkulation zugrunde liegenden Regelabschlagszyklus - abgewickelt werden. Je nach Notwendigkeit unterschiedlicher Ausbruchsorten und Stützmaßnahmen innerhalb des Abschlages der gleichen Klasse ergeben sich auch unterschiedliche technische und betriebliche Abläufe. Die technische Art und Weise des Ablaufes innerhalb des Abschlages unter Berücksichtigung der erforderlichen Ausbruchsorten und Stützmaßnahmen (Bauweise) und die betriebliche Art und Weise des Ablaufes im Zusammenspiel mit anderen Betriebspunkten (Betriebsweise) muss daher der Wahl des Unternehmers obliegen.

³²³ Anm. des Verfassers: Ringschlussdistanz – Abstand zwischen Ortsbrust und dem effektiven Ringschluss des Hohlraumprofils;

³²⁴ vgl. Krammer (2000) in Felsbau Nr. 5, Seite 73ff.

Erstens kann es durch die Entkoppelung von Kalotte und Strosse in der Klassifikation zu einem „stop and go“-Vortrieb in der Leistungserbringung bei der Strosse kommen, wenn einerseits der Abstand zwischen Kalotten- und Strossenortsbrust fixiert ist (erforderliches Abstandskriterium zufolge max. Ringschlussdistanz zur Gewährleistung der Hohlraumstabilität und benötigtes Abstandskriterium für min. Vortriebsbereich zur Gewährleistung eines uneingeschränkten Kalottenvortriebs) und andererseits aber der Vortrieb der Strosse aufgrund der getrennten Klassifikation schnellere VT-Geschwindigkeiten erlauben würde als wie in der Kalotte zugelassen (siehe Abbildung 5-24/links). Für den im Wettbewerb stehenden Bieter ergibt sich daraus die Problematik der einzukalkulierenden, dem Ausmaß des Eintretens nach unbekanntem Wartezeit der VT-Mannschaft (Produktivitätsverlust³²⁵) im Strossenvortrieb bei unbekanntem Ausmaß der Teilvortriebslängen (z.B. im Falle von Störzonen durch Hörerungen) aufgrund zweier unterschiedlicher, querschnittsbezogener VKL mit unterschiedlichen Geltungsbereichen der Matrixfelder und behafteter VT-Geschwindigkeiten bzw. VT-Leistungen. Im für den AN ungünstigsten Fall kann sich die maßgebende VT-Geschwindigkeit der Strosse für die diesbzgl. abrechenbare Vortriebszeit und somit für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten d. Bst. während des Vortriebs nur an der garantierten VT-Geschwindigkeit der Kalotte orientieren.



„stop and go“-Vortrieb bei getrennter Klassifikation von Kalotte und Strosse:

Problem: Auftreten von im Ausmaß des Eintretens unbekanntem Wartezeiten bzw. Produktivitätsverlusten im Strossenvortrieb bei max. VT-Geschwindigkeit in der Kalotte

Einsatzmittel: 2 VT-Mannschaften, 2 VT-Gerätegruppen
 Bauzeit: garantierte VT-Geschwindigkeit der Kalotte

„intermittierender“ Vortrieb bei gemeinsamer Klassifikation von Kalotte und Strosse:

Problemlösung: Auftreten von im Ausmaß des Eintretens bekannten Wartezeiten (Produktivitätsverlusten) bzw. „VT-Stillliegezeiten“ intermittierend im Kalotten- und Strossenvortrieb;

Einsatzmittel: 1 VT-Mannschaft, 1 VT-Gerätegruppe
 Bauzeit: gemittelte, garantierte VT-Geschwindigkeit $V_{Kalotte \& \text{ Strosse}}$

Abbildung 5-24: Vergleich der Auswirkungen bei der VT-Klassifikation von Kalotte und Strosse getrennt bzw. gemeinsam anhand von Zeit/Weg-Diagrammen

³²⁵ ausführlich in Oberdorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 124: Unter Produktivitätsverlust wird die Tatsache verstanden, dass zufolge von Behinderungen zusätzliche unproduktive Stunden anfallen und sich das Verhältnis zwischen unproduktiven und produktiven Stunden verschlechtert. Die dadurch ausgelöste Erhöhung der Gesamtzahl an Leistungsstunden ist im einzelnen v.a. durch erhöhte Verteil- und Verlustzeiten und verlorene Einarbeitungseffekte erklärbar. Durch diese zusätzlichen unproduktiven Zeiten kann die Leistung nicht mit den tatsächlich möglichen Aufwandswerten erstellt werden, obwohl, im Gegensatz zur Situation bei den Erschwernissen, die produktive Leistung an sich wie vorgesehen abgewickelt werden kann.

Zweitens kommt es durch die Vorgabe eines fixen Abstandes zwischen Kalotte und Strosse bei einem VKL-Wechsel bzw. daraus resultierend einen VT-Geschwindigkeitswechsel entweder zu unerwünschten Wartezeiten in der Kalotte oder zur Nichteinhaltung des geforderten Abstandskriteriums unter Beibehaltung der optimierten Bau- und v.a. Betriebsweise.

Wie in Abbildung 5-25 veranschaulicht, entsteht bei einer Erhöhung der VT-Geschwindigkeit im Zuge eines VKL-Wechsels der Umstand, dass entweder die Vortriebsmannschaft in der Kalotte einen Produktivitätsverlust durch zusätzliche Wartezeit erleidet oder das vorgeschriebene Abstandskriterium zwischen Kalotte und Strosse nicht eingehalten werden kann. Diese Tatsache könnte vom Bieter bzw. AN zwar kalkulatorisch erfasst werden, es müsste jedoch die Anzahl derartiger VKL-Wechsel zum Zeitpunkt der Angebotserstellung bekannt sein. Voraussetzung wären daher entsprechende Angaben im Bauvertrag (siehe Pkt. 8.1.2.1).

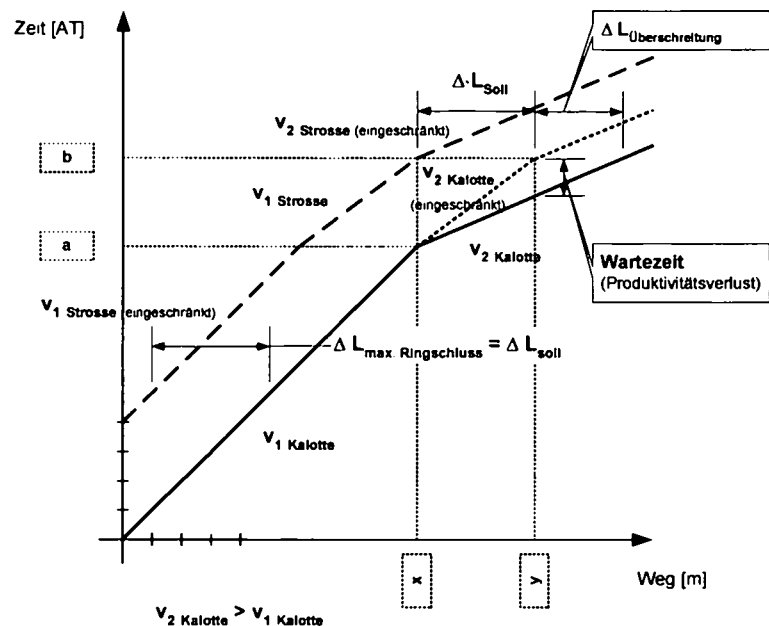


Abbildung 5-25: Wartezeit (Produktivitätsverlust) zufolge getrennter Querschnittsklassifikation und Überbestimmung der VKL-Rückkoppelung bei VKL-Wechsel

- **VKL-Wechsel:**

Da bekanntlich schon im Zuge des prognostizierten Festlegens von VKL gem. der Prognose des Gebirgsverhaltens (Baugrund) ein Wechseln von VKL während der Vertragsabwicklung nicht auszuschließen ist, tendiert auch die damit zusammenhängende Problematik der Nichtvorhersehbarkeit einer Häufigkeit dieses Wechsels thematisch in dieselbe Richtung.

Die **ÖN B 2203-1 bezieht mit keinem Regulativ zu diesem Thema Stellung**, sodass in den die allgem. Baupraxis widerspiegelnden Bauverträgen das Risiko der Häufigkeit einer Wechselhaftigkeit des tatsächlichen Gebirgsverhaltens bzw. des Baugrunds durch die Vertragsklausel³²⁶ „... die Einheitspreise gelten unabhängig von der Anzahl der Vortriebsklassenwechsel ...“ auf den AN abgewälzt wird.

Bauwirtschaftlich betrachtet verursacht jedoch jeder VKL-Wechsel einen Arbeitstaktwechsel (resultierend aus der unterschiedlichen Dauer des klassenspezifischen Regelabschlags; differente Zykluszeiten), der einen kleinen **Wiedereinarbeitungseffekt**³²⁷ der VT-Mannschaft(en) auslöst und

³²⁶ vgl. z.B. ZTV-ING – Teil 5 Tunnelbau (Jänner 2003), Abschnitt 1, Pkt. 6.3: Mit mehrfachen Wechsel der Vortriebsklassen, der projektbezogenen Untergliederungen, usw. ist zu rechnen; für diese Wechsel erfolgt keine gesonderte Vergütung.

³²⁷ vgl. Vygen et al (2002), Bauverzögerung und Leistungsänderung, Seite 356ff.: Die Einarbeitung ist das Überwinden des Anlaufwiderstandes bei einer bestimmten Tätigkeit auf der Bst.. Dieser Widerstand kommt durch die technischen, insbesondere geometrischen und organisatorischen Bauwerksrandbedingungen zustande. Neben der Verkürzung der Ausführungszeiten ergeben sich für die Arbeitskräfte außerdem auch eine Verringerung der Anstrengung und eine Verbesserung der Arbeitsqualität, die leistungsfördernd wirkt. sowie ausführlich in Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 60: Der (Wieder-)Einarbeitungseffekt tritt bei wiederholtem Bearbeiten gleicher Fertigungsabschnitte (v.a. Takt- oder Fließferti-

die optimierte Bau- und Betriebsweise beeinflusst. D.h., dass die VT-Mannschaft(en) durch den Arbeitstaktwechsel im Zuge eines VKL-Wechsels, aufgrund der Zuordnung einer nichtvorhersehbaren Häufigkeit der Wechselhaftigkeit des tatsächlichen Gebirgsverhaltens bzw. des Baugrunds als Baugrundrisiko, einen dadurch in der AG-Sphäre zu verantwortenden Produktivitätsverlust erleidet, der nicht vergütet wird. In diesem Fall handelt es sich um ein ungewöhnliches Wagnis³²⁸, das, wenn es nicht im Vertrag beschrieben wurde, vom Bieter bzw. AN weder beeinflussbar - die Festlegung der VKL wird in der Regel zwar „einvernehmlich“ vom AG und AN durchgeführt - noch im Vorhinein kalkulierbar ist. Die Ursache des oft leichtfertig durchgeführten Wechsels der VKL lässt sich unter anderem mit der überaus einfachen Charakteristik bzw. der Modalität des klassischen Vergütungsmodells mittels Stützmittelzahl, welche die ÖNORM B 2203-1 bietet, begründen.

5.1.3.5.2 Problematik der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl im Zuge der leistungsgerechten Vergütung

Die Erfahrungen mit der Anwendung der Vortriebsklassenmatrix haben gezeigt, dass die Klassifikation mit der Stützmittelzahl (OZ^{II}) zur Folge hat, dass die VKL nicht bereits mit der Ausbaufestlegung bestimmt ist, sondern erst im Nachhinein, u.a. nach Vorliegen der tatsächlich eingebauten Stützmaßnahmen innerhalb des Vortriebsbereiches, errechnet werden kann (→ **2-malige VT-Klassifikation jedes einzelnen Abschlags für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens**). Dies deswegen, weil bei den Ausbaufestlegungen z.B. das Übermaß (\ddot{u}_m) für den Ausbruch und einige Stützmaßnahmen „nach Erfordernis“ definiert werden, d.h. es wird bewusst den Ausführenden vor Ort die in beiderseitigem Einvernehmen zu treffende Entscheidung übertragen.

Treten nun Abweichungen bzw. Änderungen von den prognostizierten Angaben im Bauvertrag ein - z.B. Änderung (Reduktion) der Abschlagslänge vom Maximum des jeweils gültigen Abschlagslängenbereiches und/oder Änderung der ausgeschriebenen Art und Menge der einzubauenden Stützmaßnahmen - so liegt die Ursache dieser Leistungsänderungen in der Regel in einem geänderten spezif. Gebirgsverhalten (u.a. eine Abänderung der Stützmittelzahl) und würde eigentlich die **Anpassung der mengen gebundenen kalkulatorischen Verknüpfung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** in den abrechenbaren Ausbruchskosten des AN, erfordern. Die daraus zu ziehenden Konsequenz sind mehr oder minder heftige, v.a. wirtschaftlich geprägte Diskussionen zwischen den Vertragsparteien, aufgrund der durch die Vergütungsregulative der ÖN B 2203-1 folgend entstehenden Szenarien für die Abrechnung bzw. Vergütung der VT-Leistungen:

A.) Vergütungssituation bei neuklassifizierter Stützmittelzahl (OZ^{II}) innerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix

- **Ausbruch:**

In den Szenarien 1 – 4 wird vorausgesetzt, dass die Bewertungsfläche (A_B), das Übermaß (\ddot{u}_m) und das Überprofil (\ddot{u}_p) konstant sind und **Änderung in der Abschlagslänge sowie keine Änderungen der Art sondern nur Änderungen in der Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen eintreten**. Die Auswirkungen auf die vertraglich abrechenbare Vortriebszeit werden in Abhängigkeit vom Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes aufgezeigt.

gung) auf. Durch den Einarbeitungseffekt sinkt der Zeitaufwand je Produktionseinheit mit der Anzahl der produzierten Einheiten.

³²⁸ siehe Oberndorfer - Teil 1 (2003), Claim Management, Seite 69ff.; vgl. Krejci (1995), Bauvertrag: Wer trägt das Baugrundrisiko?, Seite 37ff.

Erst das Szenario 5 befasst sich mit der Änderung der Art der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen.

- **Szenario 1 (Idealfall):**
 - **A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. keine Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
 - **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengenänderung der Stützmaßnahmen

In diesem Szenario 1 ist die Höhe der leistungsabhängigen Vergütung der einschlägigen klassenspezifischen Ausbruchssposition sowie der Erlös aus den zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs adäquat mit den dafür kalkulierten Herstellkosten (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,91
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM_{TM}	gem. Pkt. 5.1.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	konst.
\ddot{u}_m [m]	0,10	konst.
\ddot{u}_p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	unverändert
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	unverändert
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	unverändert
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	unverändert
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	unverändert

- **Szenario 2:**
 - **A: effektive Abschlagslänge \neq prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
 - **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengenänderung der Stützmaßnahmen
(vorausgesetzt wird bei dieser Betrachtung, dass die OZ^I = konst. bzw. die Stützmittel und Zusatzmaßnahmen pro m-VT konst. bleiben, denn alles andere würde einer versteckten Mengenänderung anteiliger Stützmittel und Zusatzmaßnahmen pro m-VT entsprechen)

ad 2A/1 - effektive Abschlagslänge < prognostizierte Abschlagslänge:

Das vorhandene Gebirgsverhalten erzwingt eine Reduktion der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. VKL gem. Abschlagslängenbereich (OZ^I gem. ÖN B 2203-1) prognostizierend festgelegt wurde. Hier entsteht das Problem, dass sich die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (entspricht der garantierten VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag) verringert und sich daher der Aufwandswert bzw. die daraus resultierenden Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) aufgrund der an Gewichtung gewinnenden anteiligen unprod. Rüst- und

Verteilzeiten, etc. sowie beim konventionellen Sprengvortrieb verordnet durchzuführender Bewetterung³²⁹ nach der Sprengung (vortriebsbedingte Stillstandszeit) innerhalb des Abschlagszyklus ungünstiger auf den m-VT bzw. m³-VT umlegen. Dies führt in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN, den dieser mit einem Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig höherer 1. Ordnungszahl (Wechsel des Abschlagslängenbereichs – OZ¹ >>) abzuwenden versucht (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

Im gegenständlichen Sachverhalt verringert sich die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag), was ebenfalls in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN führt (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,91
l _{ABSCHLAG} [m]	1,70	1,31 ≤ l _{ABSCHLAG} ≤ 1,70
StM _{TM}	gem. Pkt. 5.1.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchprofil [m ²]	63,94	konst.
ü _m [m]	0,10	konst.
ü _p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	3,99 ≤ v _{VKL} ≤ 4,23
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	≤ 28,22
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	≤ 1.804,36
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	26,61
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	1.701,38

ad **2A/2** - **effektive Abschlagslänge > prognostizierte Abschlagslänge:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt eine Vergrößerung der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. VKL gem. Abschlagslängenbereich (OZ¹ gem. ÖN B 2203-1) prognostizierend festgelegt wurde. In diesem Fall bewirkt dies einen Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig kleinerer 1. Ordnungszahl (Wechsel des Abschlagslängenbereichs - OZ¹ <<).

o **Szenario 3:**

- **A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. keine Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
- **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen ≠ prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. Mengenänderung der Stützmaßnahmen

ad **3B/1** - **tatsächliche Menge der Stützmaßnahmen < prognostizierte Menge der Stützmaßnahmen:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt vor Ort den Einbau einer reduzierten Menge an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, als für die entspr. VKL prognostiziert wurde. Durch die Einrechnung der Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) vom gesamten ursprünglich prognos-

³²⁹ ausführlich in BauV (2005) des BMWA, §96; sowie in SprengV (2004) des BMWA, §22 (2)

tizierten Abschlagszyklus in die zugrunde liegende Ausbruchposition wird anhand dieser leistungsabhängigen Ausbruchposition mehr vergütet, als an effektiven Lohnkosten durch den tatsächlichen Einbau der Stützmaßnahmen entstanden sind (siehe Abbildung 5-20 und Abbildung 5-21), da die in der Vertragskalkulation ausgewiesenen Lohnkosten den prognostizierten Einbau der Stützmaßnahmen widerspiegeln. Eine Änderung des Einheitspreises für diese klassenspezifisch zugrunde liegende Ausbruchposition ist aufgrund des definierten Geltungsbereiches der VKL in der VKL-Matrix gem. ÖN B 2203-1 nicht möglich. Dies führt in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition zu einem Nachteil des AG und zu einem Vorteil des AN, den erst genannter mit einem Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig kleinerer Stützmittelzahl (OZ^{II}) (wenn möglich, kein Wechsel des Abschlagslängenbereichs – $OZ^I = \text{konst.}$) abzuwenden versucht (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

Im gegenständlichen Sachverhalt wird auch die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag) erhöht, was ebenfalls in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. zu einem Nachteil des AG und zu einem Vorteil des AN führt (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,11
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM_{TM}	gem. Pkt. 5.1.3.1	artrein verändert
plangem. Ausbruchprofil [m ²]	63,94	konst.
\ddot{u}_m [m]	0,10	konst.
\ddot{u}_p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	$4,23 \leq v_{VKL} \leq 4,66$
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	$\geq 24,15$
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	$\geq 1.544,30$
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	26,61
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	1.701,38

ad 3B/2 - tatsächliche Menge der Stützmaßnahmen > prognostizierte Menge der Stützmaßnahmen:

Das vorhandene Gebirgsverhalten erzwingt vor Ort den Einbau einer erhöhten Menge an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, als für die entspr. VKL prognostiziert wurde. Hier tritt das Problem auf, dass mit den einkalkulierten Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) vom gesamten ursprünglich prognostizierten Abschlagszyklus in die zugrunde liegende Ausbruchposition anhand dieser leistungsabhängigen Ausbruchposition weniger vergütet wird, als an effektiven Lohnkosten für den Einbau der Stützmaßnahmen entstanden sind (siehe Abbildung 5-20 und Abbildung 5-21), da die in der Vertragskalkulation ausgewiesenen Lohnkosten den prognostizierten Einbau der Stützmaßnahmen widerspiegeln. Eine Änderung des Einheitspreises für diese klassenspezifisch zugrunde liegende Ausbruchposition ist aufgrund des definierten Geltungsbereiches der VKL in der VKL-Matrix gem. ÖN B 2203-1 nicht möglich. Dies führt daher in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN, den letztgenannter mit einem Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig größerer Stützmittelzahl

(OZ^{II}) (wenn möglich, kein Wechsel des Abschlagslängenbereichs – OZ^I = konst.) abzuwenden versucht (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

Im konkreten Fall wird auch die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag) verringert, was ebenfalls in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN führt (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/6,71
l _{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM _{TM}	gem. Pkt. 5.1.3.1	artrein verändert
plangem. Ausbruchprofil [m ²]	63,94	konst.
ü _m [m]	0,10	konst.
ü _p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	3,75 ≤ v_{VKL} ≤ 4,23
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	≤ 30,06
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	≤ 1,922,21
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	26,61
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	1.701,38

o **Szenario 4:**

- **A: effektive Abschlagslänge ≠ prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
- **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen ≠ prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. Mengenänderung der Stützmaßnahmen

Dieses Szenario 4 entsteht aus der Verknüpfung der Szenarien 2 und 3, wobei im gegenständlichen Sachverhalt eine verallgemeinerte Aussage bzgl. der eintretenden Auswirkungen auf die leistungsabhängige Vergütung nur mehr tendenziell auf Grund der zahlreich einfließenden Parameter getroffen werden kann.

Bei genauer Betrachtung und Analyse der Abbildung 5-21 und der Abbildung 5-23 zeigt sich, dass v.a. zufolge der Reduktion der Abschlagslänge und trotz zusätzlich überlagernder Reduktion der Mengen an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen die leistungsabhängige Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition gegenüber der prognostizierten Situation für den AG tendenziell zum Vorteil und für den AN tendenziell zum Nachteil ausfällt, weil einerseits sich schon eine alleinige Reduktion der Abschlagslänge in der VKL für den AN gegenüber der prognostizierten Situation in der leistungsgerechten Vergütung nachteilig auswirkt und andererseits eine Reduktion der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen-Einzelmenen innerhalb der VKL nicht im gleichen Ausmaß wie eine Erhöhung selbiger ausgenutzt werden kann. D.h. eine Reduktion der Mengen an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen bei bereits reduzierter Abschlagslänge innerhalb einer VKL im Vergleich zu den prognostizierten Verhältnissen der Lohnkosten bewirken trotzdem eine nachteilig Tendenz in der leistungsgerechten Vergütung des AN (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

An dieser Stelle ist zusätzlich anzumerken, dass auch die durch dieses Szenario vorstellbar entstehende Häufigkeit einer abweichenden Lage der Abschlagslänge von der möglichen Obergrenze und einer Exzentrizität der Stützmittelzahl (OZ^{II} gem. ÖN B 2203-1) innerhalb des festgelegten Matrixfeldes einer VKL gem. Bauvertrag lt. ÖN-Vorgabe nicht zur Änderung des Ausbruchspreises berechtigt („... **die Häufigkeit einer exzentrischen Lage der Abschlagslänge und der Stützmittelzahl innerhalb des Geltungsbereiches der VKL berechtigen nicht zur Änderung der angebotenen VT-Geschwindigkeit ...**“).

In den meisten Fällen verringert sich auch die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag), was ebenfalls in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN führt (**≠ faire, leistungsge-rechte Vergütung**).

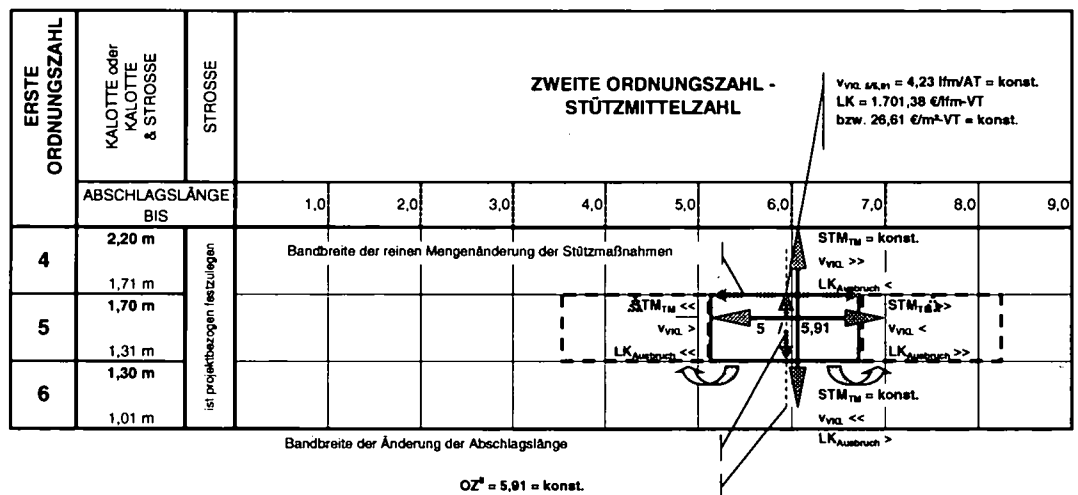


Abbildung 5-26: tendenzielle Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen auf die VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung und auf die Lohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen innerhalb des Geltungsbereiches des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1

- o **Szenario 5:**
 - **A:** ---
 - **B:** ---
 - **C: Leistungsänderung in den Stützmittel und Zusatzmaßnahmen**, d.h. Art und Menge der Stützmaßnahmen vor Ort ≠ Art und Menge der Stützmaßnahmen gem. Bauvertrag

Das vorhandene Gebirgsverhalten erzwingt v.a. eine Änderung der Art der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen gegenüber jenen, die für die entspr. VKL prognostizierend zur Vortriebsklassifikation herangezogen wurden. Durch die zuvor erwähnte Festlegung im Bauvertrag, ist der AN bei einer Änderung der Art der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen jedoch zur möglichen Neuklassifikation nicht berechtigt, was m.E. nicht im Sinne der ÖN B 2203-1 ist. Anhand einer simplen Artänderung der Stützmaßnahmen – ist dann gegeben, wenn ein anderer Bewertungsfaktor gem. ÖN B 2203-1 (vgl. Aufwandswert in der Vorkalkulation) in der Klassifikation verwendet werden muss - kann bei dieser Simulation (vermörtelte Spieße anstatt der ursprünglich prognostizierten unvermörtelten Spieße) über diesen Sachverhalt mehr Aufschluss gewonnen werden.

ad 5C/1 - unvermörtelte Spieße → vermörtelte Spieße unter Beibehaltung OZ^{II} = 5,91 = konst.:

(diese Änderung der Art eines Stützmittels beinhaltet auch eine daraus hervorgehende Mengenänderung, die durch die unterschiedlichen Bewertungsfaktoren gem. ÖN B 2203-1 in der Vortriebsklassifikation hervorgerufen wird. Die Stützmittelmenge der vermörtelten Spieße pro m-VT bzw. pro Abschlag reduziert sich gegenüber der ursprünglich prognostizierten Menge der unvermörtelten Spieße, die OZ^{II} = 5,91 bleibt jedoch konst.)

ad 5C/2 - unvermörtelte Spieße → vermörtelte Spieße unter Beibehaltung der gleichen Menge/Abschlag:

(diese Änderung der Art des Stützmittels bedingt keine daraus hervorgehende Mengenänderung, allerdings eine Änderung der OZ^{II} aufgrund der unterschiedlichen Bewertungsfaktoren gem. ÖN B 2203-1 in der Vortriebsklassifikation, was schlussendlich zu einem VKL-Wechsel führen würde. Die Stützmittelmenge der vermörtelten Spieße entspricht der ursprünglich prognostizierten Menge der unvermörtelten Spieße pro m-VT bzw. pro Abschlag, die daraus resultierende neue OZ^{II} errechnet sich zu 6,81 > Obergrenze von 6,71 der VKL 5/5,91.)

	Abschlagslänge [m]	Stunden/Abschlag [h/Absch.]	Vortriebsgeschw.-keil [km/h]	Δ-% auf Regel-VT-Geschw. [%]	Lohnstd./m-VT [Meh/VT]	Lohnstd./m ³ -VT [Meh/m ³]	Δ-% auf Regel-VT [%]	Δ Mah/m-Ausbruch [Meh/VT]	Δ Mah/Stützmaßn. [Meh/VT]	Δ Mah/m ³ -Ausbruch [Meh/m ³]	Δ Mah/Stützmaßn. [Meh/m ³]	Lohnkosten/m-VT [€/VT]	Δ Regel-VT [€/VT]	Δ-% auf Regel-VT [%]	Lohnkosten/m ³ -VT [€/m ³]	Δ Regel-VT [€/m ³]	LK _{gesamt} /m ³ [€/m ³]
Regelabschlag:																	
VKL 5 / 5,91 Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4826	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	1.701,38	0,00	0,00%	24,64	0,00	26,61
Änderung der Art der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen (OZ = 5,91):																	
VKL 5 / 5,91	1,70	9,72	4,20	-0,82%	34,3100	0,4969	0,83%	13,9458	20,3642	0,2020	0,2949	1.715,50	14,12	0,83%	24,85	0,20	26,83
Änderung der Art der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen (Menge/Abschlag = konst.):																	
VKL 5 / 6,81	1,70	10,76	3,79	-10,41%	37,9606	0,5501	11,82%	13,9458	24,0348	0,2020	0,3481	1.899,03	197,65	11,62%	27,50	2,86	29,70

Tabelle 5-6: Übersicht markanter Daten bei der Änderung der Art und Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen im Vergleich zum progn. Regelvortrieb der VKL 5/5,91

In beiden Fällen zeigen sich vom Prinzip her dieselben Auswirkungen, die VT-Geschwindigkeit wird verringert, der Aufwandswert sowie die abhängigen Lohnkosten pro m-VT bzw. m³-VT erhöhen sich gegenüber dem prognostizierten Regelvortrieb der VKL 5/5,91. Dies führt in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN, den letztgenannter mit einem Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig größerer Stützmittelzahl (OZ^{II}) (wenn möglich, kein Wechsel des Abschlagslängenbereichs – OZ^I = konst.) abzuwenden versucht (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

Im gegenständlichen Sachverhalt verlangsamt die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag), was ebenfalls in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN führt (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

Gemäß Fall 5C/1 wird deutlich, dass auf Basis einer VT-Klassifikation mit vermörtelten Spießeln (unter Beibehaltung der OZ^{II} = 5,91 = konst.) der Bieter bzw. AN hinsichtlich der diesbzgl. behafteten VT-Geschwindigkeit und der Lohnkosten pro m-VT bzw. m³-VT differente Angaben ausgewiesen hätte, wenn auch wie hier veranschaulicht, nur geringfügige Unterschiede in den markanten Daten aufgetreten wären. Der Fall 5C/2 widerspiegelt – natürlich nur bis zur Grenze des Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 – die gängige Praxis, in der die resultierende Mengenänderung aus der Änderung der Art und Menge der Stützmaßnahmen theoretisch vom AG bis zur Abgrenzung des Geltungsbereiches der VKL vor

Ort - gezielt im Widerspruch zur Prognose und somit nachträglich vergaberechtlich beeinflussend - ausgenutzt werden könnte, woraus sich aus den in der Tabelle 5-6 veranschaulichten Auswirkungen der Schluss ziehen lässt, dass **eine Änderung der Art der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen eine Neuklassifikation** (Generierung einer fiktiven VKL inkl. einer Neuermittlung der VT-Geschwindigkeit und -Leistung sowie der Herstellkosten der zugehörigen Leistungsposition für Ausbruch) **bzgl. einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN auslösen sollte.**

- **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:**

Da die Stützmittel innerhalb einer VKL auf das spezif. Gebirgsverhalten abgestimmt werden müssen, jedoch die einschlägigen Leistungspositionen unabhängig von der jeweiligen VKL im LV ausgeschrieben sind, enthalten diese Leistungspositionen nur mehr die Kostenarten Material und - lediglich im sehr beschränkten Ausmaß für die Manipulation der Stützmaßnahmen - Lohn³³⁰ (angemessenen Preisbildung gem. ÖN B 2061³³¹). Die leistungsabhängige und zu gleich auch „leistungsgerechte“ Vergütung erfolgt nach Aufmaßfeststellung³³² unabhängig zur VKL.

- **Mehrausbruch:**

- **Mehrausbruch für das Vorhalten des Übermaßes (\ddot{u}_m):**

Das Übermaß ist neben dem lichten Profilradius und der Dicke der Innenschale einschließlich des allfälligen Abdichtungsuntergrunds inklusive der Abdichtung die dritte bestimmende Variable für die Bezugslinie 1a. Dieses Maß fließt einerseits in die Bestimmung der theoretischen, der Klassifikation zugrunde liegenden Mengenangaben für die Stützmittel und daher in die normenkonforme Vortriebsklassenfestlegung sowie andererseits in die Ermittlung der VT-Geschwindigkeiten ein.

Das Übermaß (\ddot{u}_m) ist im Sinne der ÖN B 2203-1 durch den Bieter bzw. AN in die Ermittlung der VT-Geschwindigkeiten zufolge des plangemäßen Ausbruchprofils einzubeziehen, da es u.a. Bestandteil der Vortriebsklassenfestlegung ist. Das Übermaß \ddot{u}_m ist daher eine Variable, die sich auf die Bestimmung der Stützmittelzahl (OZ'') auswirkt.

Unter Bezugnahme auf das in der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 festgelegte Abrechnungsregulativ erfolgt in einem weiteren Schritt die Rückrechnung des grenzwertabhängigen Übermaßes (\ddot{u}_m 3%), ab welchem der dann zur Einhaltung bedungene MAB Auswirkungen auf die vertraglich garantierten VT-Geschwindigkeiten bzw. -Leistungen zulässt. Diesbzgl. Auswirkungen auf die leistungsabhängige Vergütung der VKL anhand der spezifischen Ausbruchposition werden explizit angeführt.

Da diese Regelung erst greift, wenn das durch das prognostizierte Übermaß beeinflusste ursprüngliche (plangemäße) Ausbruchprofil um mehr als $\pm 3,00\%$ von dem mit dem effektiv ausgeführten Übermaß ($\ddot{u}_{m \text{ eff.}}$) beeinflussten Ausbruchprofil über- oder unterschritten wird, können demzufolge nachstehende Gleichungen formuliert werden:

$$\ddot{u}_{m \text{ eff.}} = \ddot{u}_{m \text{ progn.}} + \Delta \ddot{u}_m$$

$$A_{\text{AUSBRUCH progn.}} \times (1 \pm 3,00\% : 100) = (R + d_i + \ddot{u}_{m \text{ progn.}} + \Delta \ddot{u}_m + d_s)^2 \times \alpha \times \pi : 360$$

$$\ddot{u}_{m \text{ 3\%}} = \ddot{u}_{m \text{ progn.}} + \Delta \ddot{u}_m$$

³³⁰ siehe ÖN B 2061 (01.09.1999), Pkt. 9ff., Seite 13: erforderliche Aufgliederung der Herstellkosten einer Leistungsposition in die Kostenanteile Lohn (Einzellohncosten) und Sonstiges (Einzelmaterial- und Einzelgerätekosten) für die zutreffende Leistung.

³³¹ siehe ÖN B 2061 (01.09.1999), Pkt. 9.1.2, Seite 13

³³² siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 5.5.2.5, Seite 29

Gemäß der Interpretation des Regulativs ist zu beachten, dass bis zum normgemäßen 3,00%-igen Grenzwert keine Anpassung der garantierten VT-Geschwindigkeiten zufolge des zur Einhaltung des Übermaßes bedungenen MAB erfolgen darf. Erst ab dem grenzwertabhängigen Über- oder Unterschreiten werden die VT-Geschwindigkeiten im Verhältnis der Ausbruchflächen angepasst. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass bis zum Erreichen des 3,00%-igen Grenzwertes die Stützmittelzahl (OZ^{II}) konstant bleibt; d.h. die Auswirkungen der Mengenänderungen der querschnittsabhängigen Verbrauchsmengen der bautechnischen Maßnahmen auf die prognostizierten bzw. garantierten VT-Geschwindigkeiten des Regelvortriebs der VKL 5/5,91 werden nicht beachtet.

Die Ermittlung der aus dem Geltungsbereich der VKL 5/5,91 resultierenden Bandbreite des Übermaßes erfolgt somit unter dem vereinfachten Ansatz³³³ der Beibehaltung der prognostizierten Stützmaßnahmenausteilung gem. Regelvortrieb. Es werden nur jene Verbrauchsmengen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen berücksichtigt, die Abhängigkeiten zu dem sich durch das variierende Übermaß verändernden Ausbruchprofil ab einem Über- oder Unterschreiten des 3,00%-igen Grenzwertes aufweisen (wie z.B. Bogen- und Lastverteiler, Baustahlgitterlagen, Spritzbeton in der Kalotte, etc.), um die Auswirkungen auf die Ermittlung der VT-Geschwindigkeiten aufgrund des variierenden Übermaßes zufolge der „Neuklassifikation“ gem. ÖN B 2203-1 im Vergleich zu der prozentuellen Abminderung im Verhältnis der Ausbruchprofile besser aufzeigen zu können.

Variation des Übermaßes (ü_m) bei l_{ABSCHLAG} = 1,70 m = konst.:

plangemäßes Ausbruchprofil [m ²]:	61,95	62,01	63,94	65,86	91,57
Bewertungsfläche [m ²]	56,55	56,55	56,55	56,55	56,55
Linie 1a [m]:	18,94	18,95	19,26	19,56	23,20
Übermaß ü _m :	0,000	0,003	0,100	0,195	1,355
Überprofil ü _p :	konst.		0,25		konst.
Abschlagslänge [m]:	konst.		1,70		konst.

Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	5,85		5,85		5,91		5,97		6,71	
		Prozent:	Menge pro m-Tunnel	Prozent:	Menge pro m-Tunnel	Menge pro Abschlag	Menge pro m-Tunnel	Menge pro m-Tunnel	Prozent:	Menge pro m-Tunnel	Prozent:
Anker:											
Swellex-Anker	l = 2,00 m		0,00 m		0,00 m	0,0 Stk.	0,00 m	0,00 m		0,00 m	
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	100,0%	16,47 m	100,0%	16,47 m	7,0 Stk.	16,47 m	16,47 m	100,0%	16,47 m	100,0%
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	100,0%	21,18 m	100,0%	21,18 m	6,0 Stk.	21,18 m	21,18 m	100,0%	21,18 m	100,0%
Ortsbrustanker:											
Ankeranzahl im Abschlag			0,00 Stk.		0,00 Stk.	0,0 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.		0,00 Stk.	
Vers. Ankerplatte ohne Vorspannung			0,00 Stk.		0,00 Stk.	0,0 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.		0,00 Stk.	
Baustahlgitter:											
1. Lage	Abw. = 1,0	98,4%	18,94 m ²	98,4%	18,95 m ²	32,74 m ²	19,26 m ²	19,56 m ²	101,6%	23,20 m ²	120,5%
2. Lage	Abw. = 1,0	98,4%	18,94 m ²	98,4%	18,95 m ²	32,74 m ²	19,26 m ²	19,56 m ²	101,6%	23,20 m ²	120,5%
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0		0,00 m ²		0,00 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²	0,00 m ²		0,00 m ²	
Bogen- und Lastverteiler:											
Ausbaubogen	Stk. = 1,0	98,4%	11,14 m	98,4%	11,15 m	19,26 m	11,33 m	11,50 m	101,6%	13,65 m	120,5%
Spritzbeton:											
Kalotte	d = 0,25 m	98,4%	4,74 m ³	98,4%	4,74 m ³	8,18 m ³	4,81 m ³	4,89 m ³	101,6%	5,80 m ³	120,5%
Ortsbrust	d = 0,05 m	96,8%	1,68 m ³	96,9%	1,68 m ³	2,95 m ³	1,74 m ³	1,79 m ³	103,1%	2,52 m ³	145,1%
Spieße:											
unvermörtelt	l = 6,00 m	100,0%	169,41 m	100,0%	169,41 m	48,0 Stk.	169,41 m	169,41 m	100,0%	169,41 m	100,0%
vermörtelt	l = 6,00 m		0,00 m		0,00 m	0,0 Stk.	0,00 m	0,00 m		0,00 m	

333 Anm. des Verfassers: Wenn davon ausgegangen wird, dass die geomechanischen Parameter und die Überlagerungshöhe des Hohlrumbauwerks konstant sind und die Konvergenzen im selben Ausmaß wie der Hohlraumradius (R) zunehmen, lässt dies die Aussage zu, dass der Ausbauwiderstand (P) annähernd linear vom Hohlraumradius abhängt (P = fkt.(R)). D.h. mit zunehmendem Hohlraumradius nimmt auch der Ausbauwiderstand zu, was zur Folge hat, dass die Stützmittel und Zusatzmaßnahmen in Relation ebenfalls mehr werden müssten. Diese simplifizierte Aussage berücksichtigt jedoch nicht das zeitabhängige Verhalten des Gebirges in Interaktion mit dem Ausbauwiderstand.

Variation des Übermaßes (\ddot{u}_m) bei $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31 \text{ m} = \text{konst.}$:

plangemäßes Ausbruchprofil [m²]:	61,95	62,01	63,94	65,88	91,57
Bewertungsfläche [m²]	56,55	56,55	56,55	56,55	56,55
Linie 1a [m]:	18,94	18,95	19,26	19,56	23,20
Übermaß \ddot{u}_m :	0,000	0,003	0,100	0,195	1,355
Überprofil \ddot{u}_m :	konst.		0,25		konst.
Abchlagslänge [m]:	konst.		1,31		konst.

Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Prozent:		Menge pro m-Tunnel		Menge pro Abschlag		Menge pro m-Tunnel		Prozent:		Menge pro m-Tunnel		Prozent:	
Anker:															
Swell-Anker	l = 2,00 m		0,00 m	0,00 m	0,00 Stk.	0,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m		0,00 m	0,00 m	0,00 m		
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	100,0%	16,47 m	100,0%	16,47 m	5,4 Stk.	16,47 m	16,47 m	16,47 m	100,0%	16,47 m	16,47 m	100,0%	16,47 m	100,0%
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	100,0%	21,18 m	100,0%	21,18 m	4,6 Stk.	21,18 m	21,18 m	21,18 m	100,0%	21,18 m	21,18 m	100,0%	21,18 m	100,0%
Ortsbrustanker:															
Ankeranzahl im Abschlag			0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.		0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	
Vers. Ankerplatte ohne Vorspannung			0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.		0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	0,00 Stk.	
Baustahlgitter:															
1. Lage	Abw. = 1,0	98,4%	18,94 m²	98,4%	18,95 m²	25,23 m²	19,26 m²	19,56 m²	101,6%		23,20 m²	120,5%	23,20 m²	120,5%	
2. Lage	Abw. = 1,0	98,4%	18,94 m²	98,4%	18,95 m²	25,23 m²	19,26 m²	19,56 m²	101,6%		23,20 m²	120,5%	23,20 m²	120,5%	
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0		0,00 m²		0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²	0,00 m²			0,00 m²		0,00 m²		
Bogen- und Lastverteiler:															
Ausbaubogen	Stk. = 0,8	98,4%	11,14 m	98,4%	11,15 m	14,84 m	11,33 m	11,50 m	101,6%		13,65 m	120,5%	13,65 m	120,5%	
Spritzbeton:															
Kalotte	d = 0,25 m	98,4%	4,74 m³	98,4%	4,74 m³	6,31 m³	4,81 m³	4,89 m³	101,6%		5,80 m³	120,5%	5,80 m³	120,5%	
Ortsbrust	d = 0,04 m	98,9%	1,68 m³	98,9%	1,68 m³	2,27 m³	1,74 m³	1,79 m³	103,1%		2,52 m³	145,1%	2,52 m³	145,1%	
Spieße:															
unvernörtelt	l = 6,00 m	100,0%	169,41 m	100,0%	169,41 m	37,0 Stk.	169,41 m	169,41 m	100,0%		169,41 m	100,0%	169,41 m	100,0%	
vernörtelt	l = 6,00 m		0,00 m		0,00 m	0,0 Stk.	0,00 m	0,00 m			0,00 m		0,00 m		

2. ORDNUNGSZAHL:	5,65	5,65	5,91	5,97	6,71
-------------------------	------	------	------	------	------

Tabelle 5-7: theoretische Bandbreite des Übermaßes im Geltungsbereich der VKL 5/5,91 auf Basis der prognostizierten Stützmittel und Zusatzmaßnahmen

Nach Berechnung der maßgebenden Daten unter Beibehaltung aller Kalkulationsgrundlagen und -annahmen lässt sich für das in der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 festgehaltene Regulativ folgende Situation darstellen:

Variation des Übermaßes (\ddot{u}_m) bei prognostizierter Stützmittel- und Zusatzmaßnahmenverteilung:		Abchlagslänge [m]	%-plangem. Ausbruch [%]	plangem. Ausbruchprofil [m²]	Vortriebsgeschwindigkeit [m/AT]	Vortriebsgeschwindigkeit kat II, ÖN [m/AT]	Vortriebsleistung / Arbeitstag [m³/AT]	VL _{plangem.} / m³/AT	Lohnstunden / m-VT [Meh/m³]	Lohnstunden / m³-VT [Meh/m³]	Lohnkosten / m-VT [€/m³]	Δ Regel-VT [€/m³]	Δ-% auf Regel-VT [%]	Lohnkosten / m³-VT [€/m³]	Δ Regel-VT [€/m³]	UK _{plangem.} / m³ [€/m³]
VKL 5 / 5,91	$\ddot{u}_m = 0,100 \text{ m}$	1,70	0,00%	63,94	4,23	4,23	292,20	270,58	34,0277	0,4928	1.701,38	0,00	0,00%	24,84	0,00	26,61
	$\ddot{u}_m = + 0,195 \text{ m}$	1,70	3,01%	65,88	4,18	4,10	296,65	275,00	34,4880	0,4854	1.724,40	23,02	1,35%	24,27	-0,37	26,18
	$\ddot{u}_m = + 0,250 \text{ m}$	1,70	4,76%	66,98	4,14	4,03	298,66	277,04	34,8148	0,4822	1.740,74	39,36	2,31%	24,11	-0,53	25,99
	$\ddot{u}_m = + 0,500 \text{ m}$	1,70	12,93%	72,21	3,97	3,68	308,49	286,94	36,2374	0,4668	1.811,97	110,49	6,49%	23,34	-1,30	25,09
	$\ddot{u}_m = + 0,750 \text{ m}$	1,70	21,41%	77,63	3,82	3,33	318,17	296,69	37,6782	0,4526	1.883,91	182,53	10,73%	22,63	-2,01	24,27
	$\ddot{u}_m = + 1,000 \text{ m}$	1,70	30,20%	83,25	3,68	2,95	327,70	306,31	39,1372	0,4394	1.956,86	255,48	15,02%	21,97	-2,67	23,51
	$\ddot{u}_m = + 1,355 \text{ m}$	1,70	43,21%	91,57	3,49	2,40	340,63	319,37	41,2864	0,4228	2.064,32	362,94	21,33%	21,14	-3,50	22,54
	$\ddot{u}_m = - 0,003 \text{ m}$	1,70	-3,01%	62,01	4,30	4,36	288,26	266,82	33,4932	0,4995	1.674,66	-26,73	-1,57%	24,98	0,34	27,00
	$\ddot{u}_m = - 0,000 \text{ m}$	1,70	-3,11%	61,95	4,30	4,36	288,06	266,43	33,4825	0,4999	1.674,13	-27,26	-1,60%	24,98	0,35	27,02
VKL 5 / 5,91	$\ddot{u}_m = 0,100 \text{ m}$	1,31	0,00%	63,94	3,99	4,23	275,52	255,14	36,0871	0,5226	1.804,36	102,97	6,05%	26,13	1,49	28,22
	$\ddot{u}_m = + 0,195 \text{ m}$	1,31	3,01%	65,86	3,94	4,10	279,72	259,31	36,5755	0,5148	1.828,78	127,39	7,46%	25,74	1,10	27,77
	$\ddot{u}_m = + 0,250 \text{ m}$	1,31	4,76%	66,98	3,90	4,03	281,55	261,17	36,9303	0,5115	1.848,52	145,13	8,53%	25,57	0,93	27,57
	$\ddot{u}_m = + 0,500 \text{ m}$	1,31	12,93%	72,21	3,74	3,68	290,62	270,32	38,4650	0,4955	1.923,25	221,86	13,04%	24,77	0,13	26,64
	$\ddot{u}_m = + 0,750 \text{ m}$	1,31	21,41%	77,63	3,60	3,33	299,57	279,34	40,0178	0,4807	2.000,89	299,51	17,60%	24,03	-0,61	25,77
	$\ddot{u}_m = + 1,000 \text{ m}$	1,31	30,20%	83,25	3,48	2,95	308,39	288,25	41,5889	0,4669	2.079,45	378,06	22,22%	23,35	-1,29	24,98
	$\ddot{u}_m = + 1,355 \text{ m}$	1,31	43,21%	91,57	3,28	2,40	320,30	300,31	43,9063	0,4496	2.195,31	493,93	29,05%	22,48	-2,16	23,97
	$\ddot{u}_m = - 0,003 \text{ m}$	1,31	-3,01%	62,01	4,06	4,36	271,88	251,47	35,5106	0,5296	1.775,53	74,15	4,36%	26,48	1,84	28,63
	$\ddot{u}_m = - 0,000 \text{ m}$	1,31	-3,11%	61,95	4,06	4,36	271,69	251,29	35,5000	0,5300	1.775,00	73,61	4,33%	26,50	1,86	28,65

Tabelle 5-8: Übersicht maßgebender Daten bei Variation des Übermaßes auf Basis des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91

Anm.: Spalte Δ-% auf Regel-VT entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - Abweichungsbandsbreite ± 6%)

Eine Analyse der Situation zufolge des variierenden Übermaßes zeigt, dass hier nur die Lohnstunden pro m-VT bzw. die Lohnkosten pro m-VT den richtigen Vergleich zum prognostizierten Regelvortrieb wiedergeben, da die Lohnstunden pro m³-VT bzw. die Lohnkosten pro m³-VT durch ein vom variierenden Übermaß abhängiges plangem. Ausbruchprofil und der daraus resultierend beeinflussten, höheren VT-Leistung/AT scheinbar günstiger auf den m³-VT umgelegt werden können.

Jegliche Erhöhung des prognostizierten Übermaßes wirkt sich in der Leistungserbringung eigentlich, wie in Tabelle 5-8 dargestellt, für den AN in Bezug auf den prognostizierten Regelvortrieb nachteilig aus. Dies führt jedoch in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition unter Beachtung des zuvor gemachten, vereinfachten Ansatzes weitgehend zu einem Vorteil des AN und zu einem Nachteil des AG, wie das nachfolgende Bsp. zeigt:

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb (+ 3,00% $A_{\text{AUSBRUCH prog.}}$):
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,91
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM _{TM}	gem. Pkt. 5.1.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchprofil [m ²]	63,94	≥ 65,86
\ddot{u}_m [m]	0,10	≥ 0,195
\ddot{u}_p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	≤ 4,10 (bzw. 4,18)
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	≤ 26,18
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	≥ 1.724,40
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	26,61
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	≥ 1.752,53

(die gleichen Auswirkungen stellen sich beim modifizierten Regelvortrieb $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ m bei der Erhöhung des Übermaßes erst bei einem neuen $\ddot{u}_m \geq 0,750$ m ein)

Bei der Gegenüberstellung der VT-Geschwindigkeiten (siehe Abbildung 5-27) unter Beachtung des zuvor gemachten, vereinfachten Ansatzes fällt auf, dass bei zunehmenden Übermaß das Regulativ tendenziell geringere „abrechenbare“ VT-Geschwindigkeiten für die Bauzeitermittlung und damit zusammenhängend für die Abgeltung der zeitgeb. Kosten der Bst. zulässt als der tatsächliche Zustand mit den effektiven VT-Geschwindigkeiten vorgeben würde. Hier stellt sich i.A. ebenfalls ein Vorteil für den AN hinsichtlich der zur Vergütung gelangenden zeitgeb. Kosten der Bst. ein (Ausnahme: bei geringer \ddot{u}_m -Erhöhung des modifizierten Regelvortriebs bei min. $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ m).

Variation des Übermaßes \ddot{u}_m (Entwicklung der VT-Geschwindigkeit zufolge Erhöhung des Übermaßes)

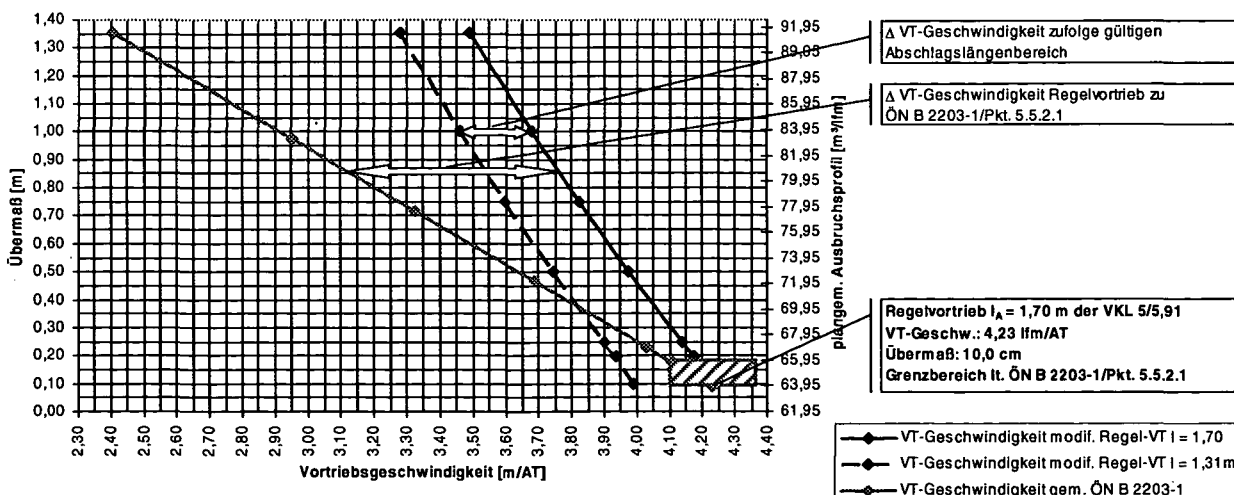


Abbildung 5-27: Einfluss des prognostizierten Übermaßes bei Erhöhung auf die „abrechenbare“ VT-Geschwindigkeit

Bei Abminderung des Übermaßes in der Leistungserbringung sinken die Lohnstunden pro m-VT bzw. die Lohnkosten pro m-VT gegenüber den prognostizierten Vorgaben des Regelvortriebs. Dies wirkt sich aber in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition unter Beachtung des zuvor gemachten, vereinfachten Ansatzes zum Nachteil des AN und zum Vorteil des AG aus, wie das nachfolgende Bsp. zeigt:

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb (- 3,00% A _{AUSBRUCH prog.}):
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,91
l _{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM _{TM}	gem. Pkt. 5.1.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchprofil [m ²]	63,94	≤ 62,01
ū _m [m]	0,10	≤ 0,003
ū _p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	≥ 4,36 (bzw. 4,30)
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	≥ 27,00
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	≤ 1.674,66
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	26,61
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	≤ 1.650,09

(die gleichen Auswirkungen stellen sich beim modifizierten Regelvortrieb l_{ABSCHLAG} = 1,31 m bei der Abminderung des Übermaßes ein)

Die zur Bauzeitermittlung heranzuziehenden, adaptierten „abrechenbaren“ VT-Geschwindigkeiten gem. Normenregulativ (siehe Abbildung 5-28) unter Beachtung des zuvor gemachten, vereinfachten Ansatzes stellen aber hier eine nachteilige Situation für den AN gegenüber dem tatsächlichen Zustand mit den effektiven VT-Geschwindigkeiten dar.

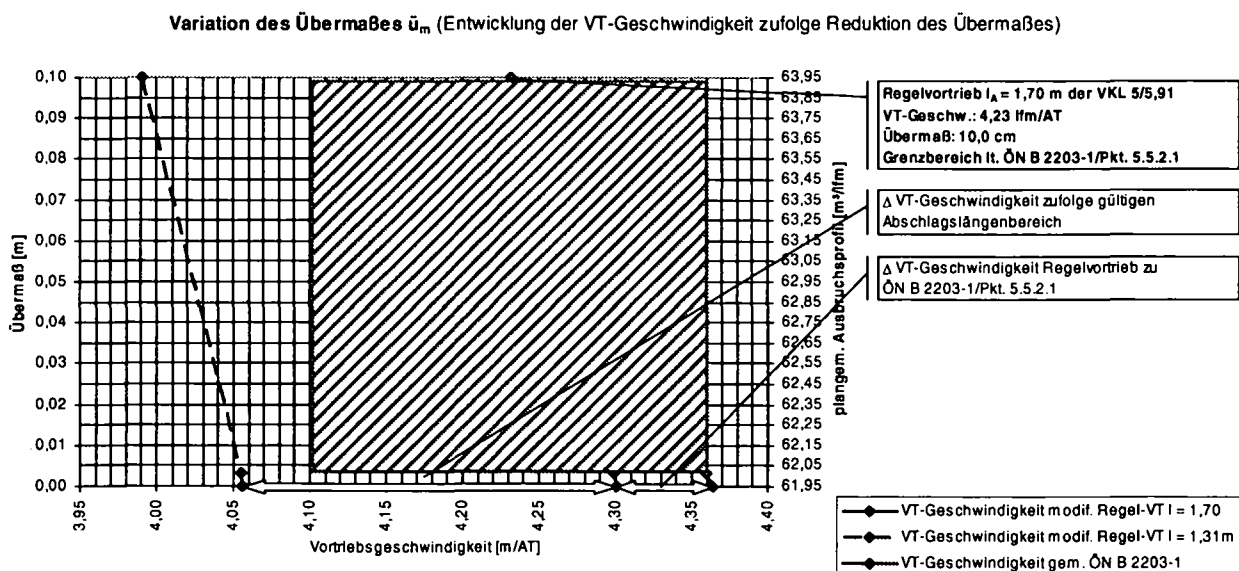


Abbildung 5-28: Einfluss des prognostizierten Übermaßes bei Abminderung auf die „abrechenbare“ VT-Geschwindigkeit

- **Mehrausbruch hinsichtlich einer Abhängigkeit zur Grenzfläche A:**

Das Überprofil (\bar{u}_p) kann im Sinne der ÖN B 2203-1 durch den Bieter in die Ermittlung der VT-Geschwindigkeiten zufolge des verfahrenstechnisch erforderlichen Ausbruchprofils einfließen. Das Überprofil \bar{u}_p ist daher keine Variable, die sich auf die Bestimmung der Stützmittelzahl (OZ^{II}) auswirkt.

- **Bergwassererschwernis:**

Bei der Vergütung eines Wassererschwernis ist stille Voraussetzung, dass Bohr- und Betriebswässer aus der Messung der für die Einstufung der Wassererschwernisklassen notwendigen Bergwasserspense auszuschließen sind.

Die ÖN B 2203-1 enthält weiters keine Bestimmungen bzgl. eines definierten Zeitpunktes im Abschlagszyklus für eine aussagekräftige Wassermessung (z.B. kurz vor oder nach dem geschüttelten Abschlag), auch ist eine stetige abschlagsbezogene Messung nicht vorgesehen. D.h., eine Messung ist nur dann vorgesehen, wenn sich augenscheinlich die Wasseranfallsmenge ändert (keine Quantifizierung, wie vglb. in der SN SIA 198).

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.):**

Die zeitgeb. Kosten der Bst. werden in allen Vergütungsszenarien des Ausbruchs nach dem selben Prinzip anhand der LV-Position II (Vorhalteposition) lt. Bauzeitmodell gem. ÖN B 2203-1 (siehe Abbildung 5-5), durch die vertraglich ermöglichte Dynamik anhand der Steuerung des Vordersatzes unter Einfluss der tatsächlichen VKL-Verteilung mit den entsprechend vertraglich garantierten VT-Geschwindigkeiten, anpassbar vergütet³³⁴. Die Grundvoraussetzung einer diesbzgl. fairen, leistungsgerechten Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs ist genau dann erfüllt, wenn die prognostizierten bzw. vertraglich garantierten VT-Geschwindigkeiten genau den effektiven VT-Geschwindigkeiten entsprechen; ansonsten treten die zuvor beschriebenen Differenzen aufgrund der simulierten Leistungsänderungen ein.

Beim Zusammentreffen von **unterschiedlichen VKL getrennt beinhaltender, konventioneller techn. Lösemethoden** Bagger- und Sprengabbau im zyklischen Vortrieb zeigt diese Kombination Auswirkungen auf die (Vor-)Kalkulation und faire, leistungsgerechte Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst., v.a. der zeitgeb. Gerätekosten während des Vortriebs aufgrund des veränderlichen Baugrunds - zur Erläuterung des Sachverhalts dienen nachfolgende Ausführungen.

Hinsichtlich der möglichen Änderung in der Längenverteilung der VKL gegenüber der Prognose (aufgrund des veränderlichen Baugrunds) ist anhand der möglichen Kombination an Lösemethoden wie folgt zu unterscheiden:

- **Szenario A: artreine techn. Lösemethoden**

Die zur Vorhaltung erforderlichen Gerätekosten des vortriebsklassenbezogenen Gerätekonzepts bei artreinen techn. Lösemethoden – die Gerätedisposition unterscheidet sich wesentlich im konventionellen Spreng- bzw. Baggervortrieb sowie im Teilschnittmaschinenvortrieb voneinander – können aufgrund der prognostizierten VKL der Höhe nach identisch angesetzt werden. Diese Vorhaltekosten werden in der LV-Position Nr. II (Vorhalteposition) der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs gem. Bauzeitmodell (siehe Abbildung 5-5) in eine Pauschale pro zu vergütenden Verrechnungseinheiten umgelegt:

³³⁴ Anm. des Verfassers: An dieser Stelle ist noch anzumerken, dass die zeitgebundenen Kosten der Bst., insbesondere die zeitgeb. Gerätekosten während des Vortriebs, projektabhängig nicht nur durch die vertraglich ermöglichte Dynamik der entspr. VT-Geschwindigkeiten über die Kalotte, sondern auch über die Strosse und Sohle zu steuern sind, da z.B. beim Ausbruch speziell im quellenden Gebirge von Strosse und Sohle in Abweichung zur VKL-Verteilung der Kalotte ebenfalls zeitaufwendige Maßnahmen erforderlich werden können.

monatl. Gerätemiete x [€/VM] der VKL X (konventioneller Sprengvortrieb) mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_x [m/VM]

monatl. Gerätemiete y [€/VM] der VKL Y (konventioneller Sprengvortrieb) mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_y [m/VM]

monatl. Gerätemiete z [€/VM] der VKL Z (konventioneller Sprengvortrieb) mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_z [m/VM]

usw.

es gilt daher: $x = y = z = a = \text{konst.}$

$$L_{\text{HOHLRAUM}} = \text{lfm}_{\text{VKL X}} + \text{lfm}_{\text{VKL Y}} + \text{lfm}_{\text{VKL Z}}$$

$$\frac{\frac{\text{lfm}_{\text{VKL X}}}{v_x} \times a + \frac{\text{lfm}_{\text{VKL Y}}}{v_y} \times a + \frac{\text{lfm}_{\text{VKL Z}}}{v_z} \times a}{\frac{\text{lfm}_{\text{VKL X}}}{v_x} + \frac{\text{lfm}_{\text{VKL Y}}}{v_y} + \frac{\text{lfm}_{\text{VKL Z}}}{v_z}} = a \times \sum_{i=1}^n \frac{\frac{\text{lfm}_{\text{VKL } i, j}}{v_{i, j}}}{v_{i, j}} = a_{\text{progn.}} / VE$$

Eine diesbzgl., von der Prognose abweichende effektive Längenverteilung der VKL bzw. ein Entfall einer oder mehrerer VKL besitzt keine Auswirkungen auf die faire, leistungsge-rechte Vergütung der zeitgeb. Gerätekosten.

VKL Z entfällt;

$$L_{\text{HOHLRAUM}} = \text{lfm}_{\text{VKL X}} + \text{lfm}_{\text{VKL X neu}} + \text{lfm}_{\text{VKL Y}} + \text{lfm}_{\text{VKL Y neu}}, \text{ wenn } \text{lfm}_{\text{VKL Z}} = \text{lfm}_{\text{VKL X neu}} + \text{lfm}_{\text{VKL Y neu}}$$

$$\frac{\frac{(\text{lfm}_{\text{VKL X}} + \text{lfm}_{\text{VKL X neu}})}{v_x} \times a + \frac{(\text{lfm}_{\text{VKL Y}} + \text{lfm}_{\text{VKL Y neu}})}{v_y} \times a}{\frac{(\text{lfm}_{\text{VKL X}} + \text{lfm}_{\text{VKL X neu}})}{v_x} + \frac{(\text{lfm}_{\text{VKL Y}} + \text{lfm}_{\text{VKL Y neu}})}{v_y}} = a / VE = a_{\text{progn.}} / VE$$

o Szenario B: artdifferente techn. Lösemethoden

Die zur Vorhaltung notwendigen Gerätekosten des vortriebsklassenbezogenen Geräte-konzepts können in Hinblick auf eine erforderliche wirtschaftliche Optimierung bei artdiffe-renten techn. Lösemethoden aufgrund der prognostizierten VKL der Höhe nach unter-schiedlich angesetzt werden (z.B. Baggervortrieb - unter besonderen Umständen, wenn die Bagger-VKL verstärkt am Portalbereich eines Untertagebauprojekts zu liegen kommen - Reduktion der Schutter- und Spritzbetongeräte sowie der Sprengmittellager, Zündma-schine, Zündkreisprüfer, etc.). Diese Vorhaltekosten werden ebenfalls in der LV-Position Nr. II (Vorhalteposition) der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs gem. Bauzeit-modell (siehe Abbildung 5-5) in eine Pauschale pro zu vergütenden Verrechnungseinhei-ten umgelegt:

monatl. Gerätemiete x [€/VM] der VKL X (konventioneller Sprengvortrieb) mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_x [m/VM]

monatl. Gerätemiete y [€/VM] der VKL Y (konventioneller Sprengvortrieb) mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_y [m/VM]

monatl. Gerätemiete z [€/VM] der VKL Z (konventioneller Baggervortrieb) mit der garantierten VT-Geschwindigkeit v_z [m/VM]

usw.

es gilt daher: $x = y = a = \text{konst.}; z < x, y \text{ bzw. } a$

$$L_{\text{HOHLRAUM}} = \text{lfm}_{\text{VKL X}} + \text{lfm}_{\text{VKL Y}} + \text{lfm}_{\text{VKL Z}}$$

$$\frac{\frac{l_{\text{fm VKL X}}}{V_x} \times X + \frac{l_{\text{fm VKL Y}}}{V_y} \times Y + \frac{l_{\text{fm VKL Z}}}{V_z} \times Z}{\frac{l_{\text{fm VKL X}}}{V_x} + \frac{l_{\text{fm VKL Y}}}{V_y} + \frac{l_{\text{fm VKL Z}}}{V_z}} = \sum_{i=1}^j \frac{\frac{V_{i,j}}{l_{\text{fm VKL i,j}}} \times i,j}{V_{i,j}} = \text{Pauschale}_{\text{progn.}} / \text{VE}$$

Eine diesbzgl., von der Prognose abweichende effektive Längenverteilung der VKL bzw. ein Entfall einer oder mehrerer VKL (z.B. Entfall des Baggervortriebs) besitzt hingegen Auswirkungen auf die faire, leistungsgerechte Vergütung der zeitgeb. Gerätekosten.

VKL Z entfällt;

$L_{\text{HOHLRAUM}} = l_{\text{fm VKL X}} + l_{\text{fm VKL X neu}} + l_{\text{fm VKL Y}}$, wenn $l_{\text{fm VKL Z}} = l_{\text{fm VKL X neu}}$

$$\frac{\left(\frac{l_{\text{fm VKL X}} + l_{\text{fm VKL X neu}}}{V_x}\right) \times X + \frac{l_{\text{fm VKL Y}}}{V_y} \times Y}{\frac{l_{\text{fm VKL X}} + l_{\text{fm VKL X neu}}}{V_x} + \frac{l_{\text{fm VKL Y}}}{V_y}} = a_{\text{neu}} / \text{VE} > \text{Pauschale}_{\text{progn.}} / \text{VE}$$

Dies führt im gegenständlichen Fall (monatl. Gerätemiete pro VM in den konventionellen Spreng-VKL > monatl. Gerätemiete pro VM in den konventionellen Bagger-VKL) der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Gerätekosten des Vortriebs beim Entfall der Bagger-VKL zu einem Vorteil des AG und einem Nachteil des AN; beim Entfall einer Spreng-VKL verhalten sich die Auswirkungen umgekehrt (\neq faire, leistungsgerechte Vergütung).

In diesem Zusammenhang lässt sich jedoch m.E. schlussfolgern, dass bei nur einer vorhandenen LV-Position II (Vorhalteposition) - zwar gem. normkonformen Bauzeitmodell - für den Vortrieb zufolge getrennt klassifiziertem Bagger- und Sprengabbau das Baugrundrisiko anhand der Längenverteilung der VKL versteckt auf den Bieter bzw. AN im Zuge der Vorkalkulation überwältigt wird, da er sich zu diesem Zeitpunkt im Zuge der Preisfindung für die zeitgeb. Gerätekosten nur auf die prognostizierte Verteilung der VKL beziehen kann, was aber der im deutschsprachigen Raum gängigen Rechtsprechung widersprechen würde.

Eine Änderung der Einheitspreise (Vergütungspauschale pro VM) der zeitgeb. Gerätekosten des Vortriebs ist hierbei anstandslos über die Änderung der Art der Leistung bzw. die Änderung der Umstände der Leistungserbringung gem. ÖN B 2110 (subsidiär gilt ABGB §1168 (1) oder §1170a (2)) in Abhängigkeit des zu betrachtenden Detaillierungsgrades argumentierbar.

B.) Vergütungssituation bei neuklassifizierter Stützmittelzahl (OZ^{II}) außerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix

Da eine flexible Tunnelbaumethode eine Fülle von Möglichkeiten bietet, den Vortrieb in Bezug auf den Ausbruch und den Sicherheitsbedarf auf die auftretenden vielfältigen Verhaltensformen des Gebirges anzupassen, die Vortriebsklassifikation inkl. dem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) gem. ÖN B 2203-1 diese Flexibilität nur mit diversen Festlegungen von mit diesbzgl. starr wirkenden Entgeltanpassungsmechanismen versehenen VKL gestattet, hat sich die Anzahl der für die Projektabwicklung erforderlichen VKL bei den in den letzten Jahren durchgeführten Projekten um ein Vielfaches erhöht³³⁵.

³³⁵ ausführlich in Purrer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

Üblicher Weise werden **zwei bis drei VKL je Abschlagslängenbereich in kontinuierlich angrenzender Abfolge** der entsprechenden, durch die Stützmittelzahlen definierten Geltungsbereiche gem. VKL-Matrix dem Vertrag zugrunde gelegt, um die prognostizierte Bandbreite inkl. der eintretenswahrscheinlichen Abweichungen des Gebirgsverhaltens abzudecken und die betr. Vergütungssituation für die Vertragsabwicklung zu fixieren; Dies soll für den AG eine gewisse Preisstabilität und -sicherheit im Hinblick der Schaffung notwendiger neuer VKL während der Vertragsabwicklung bringen und das diesbzgl. Diskussionspotential bei der Vergütung der Leistungen vermindern.

Bei einer VKL infolge neuklassifizierter Stützmittelzahl (OZ^{II}), die außerhalb ihres ausgeschriebenen Geltungsbereiches gem. der VKL-Matrix lt. ÖN B 2203-1 zu liegen kommt, werden der verrechenbare Einheitspreis der Ausbruchposition der VKL und die vertragliche VT-Geschwindigkeit

- entweder durch bereits diesbzgl. **zufällig passende, vertragliche Vorgaben** von klassifizierten VKL - zufolge der in die VKL-Matrix einfließenden und das tatsächliche Gebirgsverhalten widerspiegelnden Parameter Abschlagslänge und Stützmittelzahl (über Bewertungsfaktoren), die aufgrund der Neuklassifikation zufällig einem ausgeschriebenen Matrixfeld entsprechen - gem. den Vertragsbestimmungen der ÖN B 2203-1 ersetzt (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**),
- oder mittels eines **Extrapolationsregulatives** der ÖN B 2203-1 - d.h. beim Vortrieb werden Bereiche aufgefahren, die in der VKL-Matrix nicht definiert sind - auf Grundlage von vertraglich festgelegten Einheitspreisen und VT-Geschwindigkeiten benachbarter VKL ermittelt.

Dem durch Letzteres geschaffenen **Einheitspreis** und **zugehörigen VT-Geschwindigkeit** liegen keine plausibel abgeleiteten, klassenspezifisch angepassten Kalkulationsgrundlagen (wie z.B. Berücksichtigung veränderlicher Leistungs- und Aufwandsansätze, Gleichzeitigkeitsfaktoren, Anpassung der Ausbruchsetappen im Teilausbruch, etc.) zufolge einer Beachtung des vorhandenen, veränderten spezif. Gebirgsverhaltens zugrunde, da einerseits v.a. durch die in der (Vor-) Kalkulation übliche mengengebundene kalkulatorische Erfassung und Verknüpfung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen **keine detaillierten Kalkulationsgrundlagen für eine vertragsrechtlich angemessene Ableitung eines Einheitspreises und einer VT-Geschwindigkeit zur Verfügung** stehen und andererseits diese auch aus einer **bauwirtschaftlich geprägten Interesse** (vertragliche Angaben widerspiegeln die Preissituation des Bauvertrages und gewähren einerseits das Fortschreiben eines der Vertragskalkulation allfällig zu Grunde liegenden, immanenten Kalkulationsirrtums und andererseits die Erhaltung des ursprünglichen Preisniveaus als Basis der Ableitung der zusätzlichen Preise) hervor gehen müssen (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

C.) Fazit der Vergütungssituation

• **Lohnkosten der Bst. während des Vortriebs:**

Die gegenständliche VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl ist u.a. bei der Anwendung der LV-Positionen-Variante (a) i.A. **systemimmanent** damit **befahet**, dass sich der **Verlauf der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] anhand der leistungsabhängigen Vergütung der VKL**

(mengengebundene kalkulatorische Erfassung und Verknüpfung der klassenspezifischen und kapazitäts-

abhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen) ab Unter- oder Überschreiten der normativ festgelegten Abgrenzungen **sprunghaft ändert** (Geltungsbereich der VKL zufolge des definierten Abschlaglängenbereiches - siehe Abbildung 5-29 und zufolge einer gewissen bewerteten Art und Menge an Stützmaßnahmen - siehe Abbildung 5-30).

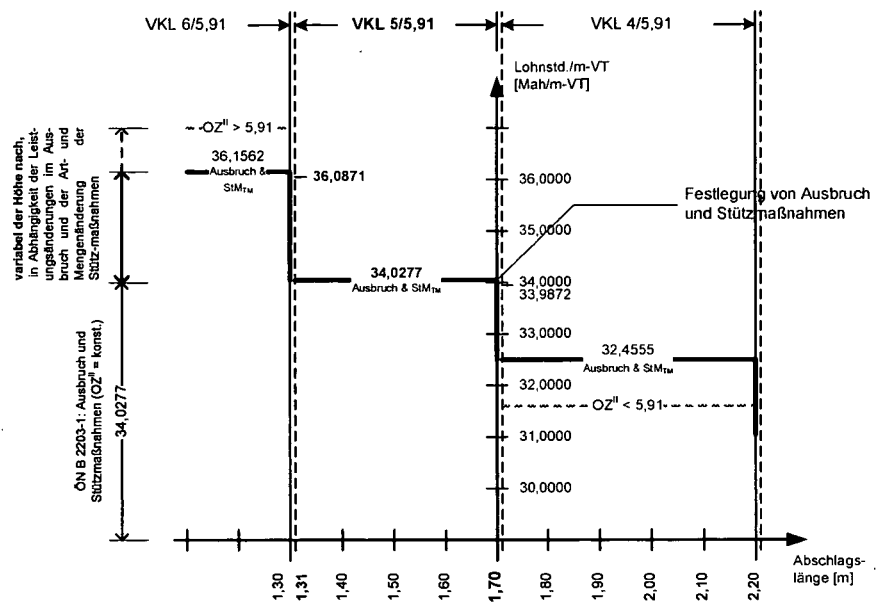


Abbildung 5-29: **sprunghafter Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **außerhalb** des klassifizierten Abschlaglängenbereichs bei Anwendung des klassischen VMod lt. ÖN B 2203-1 (Darstellungsbezug: $OZ^{II} = \text{konst.}$)

Der veranschaulichte sprunghafte Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] entsteht natürlich auch sinngemäß bei der Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) - die leistungsabhängige Vergütung der VKL anhand der zugehörigen LP (nur für den Preisanteil Sonstiges) bleibt im betrachteten Abschlaglängenbereich zwar konst., jedoch die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)

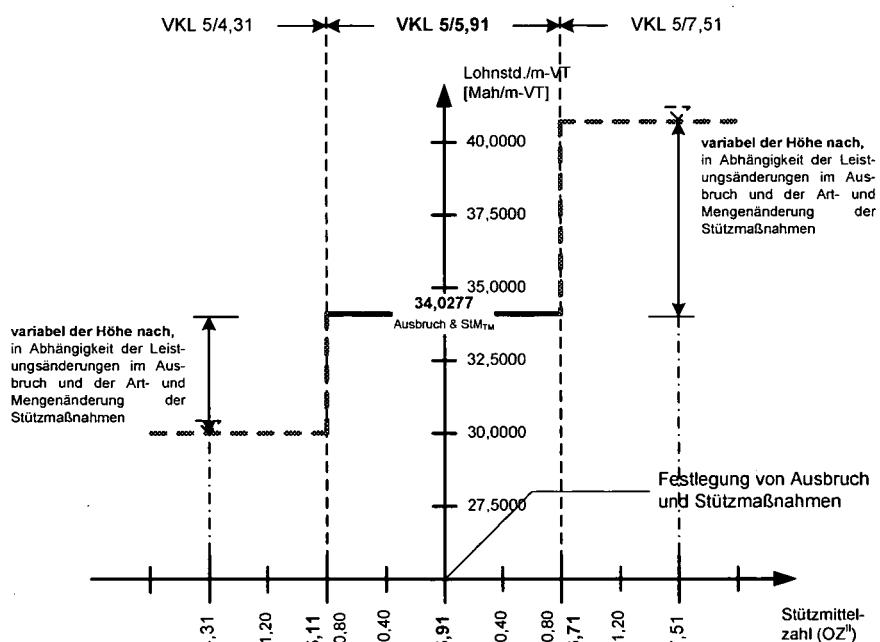


Abbildung 5-30: **sprunghafter Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **innerhalb** des klassifizierten Abschlaglängenbereichs bei Anwendung des klassischen VMod lt. ÖN B 2203-1 (Darstellungsbezug: $OZ^{I} = \text{konst.}$)

erfolgt ab Unter- oder Überschreiten der normativ festgelegten Abgrenzungen der VKL ebenso sprunghaft - im Zuge der normkonformen VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl.

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.) während des Vortriebs:**
 - ad Änderung der Abschlagslänge:
Eine zulässige Änderung der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich ändert den Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs nicht (trotz Beeinflussung der vertraglich garantierten VT-Geschwindigkeit); erst bei **Wechsel des Abschlagslängenbereiches** kommt es im Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu einem **systemimmanenten Vergütungssprung**.
 - ad Art und Mengenänderung der Stützmaßnahmen:
Durch die **alleinige Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen im klassifizierten Abschlagslängenbereich** kommt es im Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs **zum Vergütungssprung** (bedingt durch den damit zusammenhängenden VKL-Wechsel aufgrund der VKL-Abgrenzung anhand der Stützmittelzahl und der dadurch resultierend einfließenden, in der jeweiligen VKL unterschiedlich vertraglich garantierten VT-Geschwindigkeit).

→ **generelle Auswirkung(en):**

Für die unmittelbar auf der Bst. verantwortlichen Vertreter der Vertragsparteien wird es dadurch erschwert, einerseits die Abschlagslänge und andererseits den Sicherungsbedarf im Zuge der Vortriebsklassifikation vor Ort rein nach dem anzutreffenden spezif. Gebirgsverhalten festzulegen. Vielmehr spielt hier das wirtschaftliche Interesse eine nicht zu unterschätzende Rolle und erschwert dadurch das zu erzielende Einvernehmen der Vertragsparteien in der vor Ort verbindlich zu beschließenden Ausbaufestlegung.

Ein noch unerwähnter Schwachpunkt in der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) gem. ÖN B 2203-1 ist jedoch auch in der Stabilität der einzelnen festgelegten VKL der VKL-Matrix zu sehen. Je **kleiner die Bewertungsfläche** (A_B) des projektierten Regelquerschnitts (z.B. bei Vortrieben von Erkundungsstollen bzw. First-, Ulmenstollen, etc.) wird, desto kleiner ist die mögliche Mengenänderung der Stützmaßnahmen (vgl. Pkt. 5.1.3.4.2 - $n \times A_B = \Delta \Sigma (StM_{TM} \times f_B)$) und desto eher wird ein **VKL-Wechsel** zufolge der geforderten Flexibilität hinsichtlich der Anpassbarkeit an die örtlichen Gegebenheiten der Untertagebaumethode aufgrund der veränderlichen Gebirgsverhältnisse erforderlich, der sodann einerseits vermehrte VKL-Festlegungen in der VKL-Matrix erfordert und andererseits die sprunghafte Vergütung in den zugehörigen Leistungspositionen der VKL und der Vorhaltepositionen der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs sowie das daraus resultierende, wirtschaftlich geprägte Taktieren bei den Ausbaufestlegungen kausal verursacht. Vice versa, je **größer die Bewertungsfläche** (A_B) des Regelquerschnitts wird, desto größer ist die mögliche Mengenänderung der Stützmaßnahmen (vgl. Pkt. 5.1.3.4.2 - $n \times A_B = \Delta \Sigma (StM_{TM} \times f_B)$) und desto eher wird ein **VKL-Wechsel** zufolge der geforderten Flexibilität hinsichtlich der Anpassbarkeit an die örtlichen Gegebenheiten der Untertagebaumethode aufgrund der veränderlichen Gebirgsverhältnisse vermieden. Dies bewirkt für den AG eine hohe Wahrscheinlichkeit in der Preisstabilität im Zuge der

Vertragsabwicklung, jedoch bewirkt dies für den AN eine erhöhte Wahrscheinlichkeit einer unfairen, nicht leistungsgerechten Vergütung

Eine Anwendung der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) gem. ÖN B 2203-1 empfiehlt sich daher m.E. nur bei relativ großen Regelquerschnitten zufolge eines guten geologischen Erkundungsgrades und zutreffender Prognosesicherheit der VKL-Verteilung in der VKL-Matrix.

5.1.4 Zusammenfassung

5.1.4.1 Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)

Dem aus der Entwicklung immer wieder angeprangerten Fehlen von petrographischen Bezeichnungen und geomechanischen Beschreibungen für den Nachvollzug geotechnischer Baugrundmodelle wurde mit der ÖGG-Richtlinie Rechnung getragen. Somit fließen die maßgeblichen Gesteins- bzw. Gebirgskennwerte indirekt über die ÖGG-Richtlinie anhand der Gebirgsartenbestimmung und deren Charakterisierung in Gebirgsverhaltenstypen in die Vortriebsklassifikation der ÖN B 2203-1 ein (Festlegung des Abschlagslängenbereiches und Bestimmung der Stützmaßnahmen). Dieser Umstand objektiviert im Vergleich zu anderen Systemen die Transparenz dieser VT-Klassifikation erheblich.

5.1.4.2 Vortriebsklassifikation und Vergütungsmodell

Die Klassifizierung des Vortriebs inkl. dem klassischen Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}), wie sie in dieser ÖN B 2203-1 definiert wurde, kommt der Anwendung einer an die Gebirgsverhältnisse flexibel anpassbaren Untertagebaumethode i.A. gut entgegen, da mitunter der Zwang der eng begrenzten Stützmaßnahmenabgrenzung durch den Modellcharakter hinsichtlich der ansonsten entstehenden, nicht kalkulierbaren wirtschaftlichen Risiken seitens des Bieters bzw. des AN größtenteils entfällt. Diese Freiheit des Stützmaßnahmeinsatzes vor Ort darf aber vom AG nicht dahingehend missverstanden werden, dass er nur noch in der Planungsphase die Gesamtfläche der VKL-Matrix ausfüllen muss, ohne die prognostizierten Gebirgsverhältnisse zu beachten. Ein verantwortungsbewusster AG hat die erforderlichen bautechnischen Maßnahmen unter Berücksichtigung aller im Untertagebau maßgebenden Faktoren festzulegen und gezielt in die VKL-Matrix zu übertragen.

→ **zusammengefasstes Ablaufschema der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) gem. ÖN B 2203-1:**

- **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung³³⁶ bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**

→ Problem(e):

- **hohe Anzahl an VKL** (hoher Arbeitsaufwand beider Vertragsparteien im Zuge der Vertragsabwicklung)

³³⁶

Anm. des Verfassers: Die in der ÖN B 2203-1 beinhaltende optionale Wahl der Leistungspositionen zur Vergütung des Ausbruchs - Variante (a) oder (b) - unterscheiden sich bei der normkonformen VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) lediglich in der Anzahl der auszuschreibenden, zu kalkulierenden und letztendlich in der Anzahl der abzurechnenden LV-Positionen (differenter Arbeitsaufwand für die Projektbeteiligten). Die Auswirkungen der unter Pkt. 5.1.3.5.2 angeführten Probleme stellen sich unabhängig der zur Option stehenden LV-Positionen-Varianten ein.

- **mengengebundene kalkulatorische Erfassung und Verknüpfung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen**
- **Ausbaufestlegung(en)**
- **2.-malige VT-Klassifikation jedes einzelnen Abschlags für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens, jedoch infolge eingetretener Leistungsänderungen erst im Nachhinein möglich**
- Problem(e):
 - **trotz bekannt erwartbarer Abweichungsszenarien (u.a. VKL-bestimmende Leistungsänderungen) aus der Prognose ermöglichen die formulierten Entgeltanpassungsmechanismen kein Nachfahren der tatsächlich erforderlich werdenden Lohnkosten**
(Problematik der Anpassung der mengengebundenen kalkulatorischen Verknüpfung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen)
 - **starre Vergütungsregelung des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL**
 - bei Änderung der Abschlagslänge nicht vorgesehen jedoch geregelt
 - bei Änderungen der Stützmaßnahmen in Art und Menge nicht vorgesehen jedoch geregelt
 - **Zufälligkeit der Vergütung der VKL**
 - **Extrapolationsregulativ für VKL nur bauwirtschaftlich - ohne geotechnischem Einfluss - orientiert**
 - **sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden**
 - **sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst.**
- **Auswirkung(en) inkl. Vorgabe eines zu erreichenden Verbesserungspotentials:**
 - **Feedback auf Ausbaufestlegungen infolge wirtschaftliches Interesse**
→ *Loslösung im Gebrauch einer 2.-maligen, „völlig eigenständigen“ VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens (insbesondere in der Anwendung der Bewertungsfaktoren)*
 - **VKL-bestimmende, aus der Prognose wissentlich erwartbare Leistungsänderungen lassen keine monatliche schlussrechnungsmäßige Abrechnung zu**
→ *Verhinderung der Umlage der gesamten leistungsabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en) in die einschlägige Leistungsposition der VKL*
 - **vorhanden formulierte Entgeltanpassungsmechanismen stellen keine faire und leistungsgerechte Vergütung des AN sicher**
→ *Glättung des sprunghaften Verlaufs in der Erlössituation der Lohnstunden und in den zeitgeb. Kosten der Bst.*

5.2 SN SIA 198 Untertagbau

Bei der Entwicklung eines praxistauglichen Klassifizierungssystems in der Schweiz ist vglb. mit Österreich von Beginn an ebenfalls die Forderung gestellt worden, sowohl den gebirgsmechanischen Belangen wie auch der Preisbildung und Vergütung der untertägigen Leistungen gerecht zu werden.

Die Normung des Untertagbaus in der Schweiz hat sich seit dem Erscheinen der ersten SN SIA 198 i.d.F. 1975, die im Nachgang zum Gotthard Straßentunnel entstand und daher nur den konventionellen Vortrieb beinhaltete, und der SIA-Empfehlung 198/1 i.d.F. 1985 gewandelt³³⁷. Die 1993 inkraftgetretene SIA-Norm 198³³⁸ behandelt sämtliche Vortriebsarten im fest- und Lockergestein, wie u.a. den zyklisch konventionellen Vortrieb sowie den kontinuierlich maschinellen Vortrieb. Ein wesentlicher Grundgedanke beim Vortrieb im Festgestein beruht auf den Herstellkosten der Ausbruchsklassen (AK), die für den Ausbruch eines unterirdischen Hohlraums in Abhängigkeit von der Art und der Menge des Sicherungsbedarfes (i.S. der SIA Ausbruchsicherung) je nach techn. erforderlicher Lösemethode entstehen. Dabei wird auch der Zeitpunkt, zu dem diese Maßnahmen wirksam werden und den Vortrieb dadurch behindern, indirekt in dieser Vortriebsklassifikation berücksichtigt.

Der Sicherheitsaspekt ist in der SIA-Normenserie 198 ebenfalls stark verankert, da darin explizit festgehalten wurde, dass Maßnahmen für die Arbeitssicherheit³³⁹, die aus den gleichen Mitteln wie die Maßnahmen zur Stützung des Hohlraumes bestehen, für die Bestimmung der AK mitberücksichtigt werden.

Derzeit gelten die SN SIA 531 198 (01.10.2004), die SN SIA 197 (01.10.2004) und die SN SIA 118/198 (01.11.2004). Dieser Arbeit liegt die SN SIA 198 (01.05.1993) für konventionell vorgetriebene Hohlraumbauwerke zu Grunde, auf die in weiterer Folge detailliert eingegangen wird. Abänderungen aus der SN SIA 118/198 und der SIA 531 198 zur betrachteten SN SIA 198 (01.05.1993) werden in Ergänzung aufgezeigt. Diese Berücksichtigungen basieren auf dem Vernehmlassungsexemplar der SN SIA 118/198 und dem revidierten Entwurf der SN SIA 531 198.

- **Anwendungsgebiet:**

Die schweizerische Klassifikation setzt ebenfalls für konventionelle Vortriebe die Erkenntnis voraus, dass die Erhaltung der Tragfähigkeit des den Hohlraum umgebenden Gebirges im Untertagebau aus technischer und wirtschaftlicher Sicht vorrangige Bedeutung zukommt.

Die aktuelle, zu begutachtende SIA-Norm 198³⁴⁰ grenzt das Anwendungsgebiet der Untertagebauten wie Tunnel, Stollen, Kavernen und Schächte, die bergmännisch erstellt, erhalten, erneuert oder erweitert werden und umfasst sämtliche Vortriebsarten und techn. Lösemethoden.

5.2.1 Modellbeschreibung

Im vertragsrechtlichen Sinn³⁴¹ gilt die SN SIA 198 für die Ausschreibung und Ausführung von Untertagebauten als Ergänzung der SN SIA 118³⁴² *Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten*

³³⁷ vgl. Buchli (1993) in Tunnel 5, Seite 294

³³⁸ SN SIA 198 (01.05.1993)

³³⁹ ausführlich in Buchli (1993) in Tunnel 5, aaO.: Bundesgesetz über Unfallversicherung (UVG) vom 20.03.1981, sowie die darauf abgestützten Verordnungen des Bundesrates und die Richtlinien der schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA);

³⁴⁰ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 0.12 u. 0.13, Seite 4

³⁴¹ vgl. Andraskay (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 425

i.d.F. 1991 und ist damit geeignete Grundlage für Werkverträge³⁴³ im Untertagebau. Die in den Werkvertrag aufzunehmenden Vertragsbestandteile, soweit diese von den Vertragsparteien als Bestandteil des Vertrages bezeichnet werden, regeln daher die Rechte und Pflichten der Vertragsparteien in Ergänzung zur SN SIA 118.

Die SIA-Norm 198 berücksichtigt auch den Normpositionskatalog (NPK) der Schweizer Bauwirtschaft, der in Ergänzung Einzelheiten von Ausmaß und Vergütung regelt³⁴⁴.

5.2.1.1 Gebirgscharakterisierung

Die vorliegende Empfehlung SIA 199³⁴⁵ *Erfassen des Gebirges im Untertagebau* i.d.F. vom Oktober 1998 regelt die Erarbeitungen von Grundlagen zur Beschreibung der geologischen, hydrogeologischen und geomechanischen Verhältnisse sowie geotechnischen Beurteilungen des Gebirges in sämtlichen Projektstadien von bergmännisch zu erstellenden Untertagebauten. Die vorliegende SIA-Norm 199 unterscheidet inhaltlich eindeutig zwischen einer Beschreibung und einer Beurteilung des Gebirges.

Die Beschreibung und Darstellung der geologischen, hydrogeologischen und geomechanischen Verhältnisse bilden die Grundlage für die Beurteilung des Gebirges und dessen Unterteilung in verschiedene Homogenbereiche sowie für die Formulierung und Bewertung möglicher Gefährdungsbilder. Ziel der Beschreibung des Gebirges ist die Ausarbeitung eines geologischen Modells, das als Basis für die Beurteilung des Gebirges u.a. auch infolge der Gefährdungsbilder hinreichend ist und die Erarbeitung von Baugrundmodellen erlaubt. Die primär qualitative Beurteilung des Gebirges dient als dann der Prognose von Beschaffenheit und Verhalten des Gebirges bei der Ausführung (Schaffung des Hohlraums) und – anhand der einschlägigen Bestimmungen der SN SIA 199 erweitert - Nutzung von Untertagebauten. Eine nachvollziehbare, systematisierte Entscheidungsfindung für die Planung der Stützmaßnahmen ist daher ermöglicht.

Weiters unterscheidet die SIA-Norm 199 bei der Beurteilung des Gebirges, ähnlich der ÖGG-Richtlinie, in eine zweckgebundene Projektierungsphase und eine zweckgebundene Ausführungsphase:

- **Projektierungsphase:**

In dieser Phase dient die Beurteilung des Gebirges zur Erarbeitung des Projektes und des Ausführungskonzeptes. Die Planung von geeigneten bautechnischen Maßnahmen erfolgt auf Grundlage aus der Beurteilung resultierender, erkannter und formulierter Gefährdungen. Ein vergleichbares Flussdiagramm, wie in der ÖGG-Richtlinie verankert, wird nur verbal im Sinne von festgelegten Normenbestimmungen umrissen.

Die Ermittlung der AK gemäß SN SIA 198 basiert auf Grundlage erstellter projektabhängiger Homogenbereiche gem. SN SIA 199; um die Mengenermittlung für das LV und eine Bauzeitprognose durchführen zu können, ist desweiteren auf Basis der prognostizierten Verteilung der Homogenbereiche eine Prognose hinsichtlich der Verteilung der AK (unter Zuweisung der bautechnischen Maßnahmen) über die gesamte Länge des zu errichtenden Hohlraumes zu erstellen.

³⁴² SN SIA 118 (14.11.1991)

³⁴³ siehe SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 1.12, Seite 7: Die entgeltliche Ausführung einer Bauarbeit für einen anderen, den Bauherrn, erfolgt auf Grund eines Werkvertrages. Der Bauherr ist Besteller, der Ausführende ist Unternehmer im Sinne des Art. 363 OR (schweizerisches Obligationenrecht).

³⁴⁴ vgl. Buchli (1993) in Tunnel 5, Seite 294

³⁴⁵ SEmpfehlung SIA 199 (10.1998)

- **Ausführungsphase:**

In dieser Phase dient die laufend durchzuführende Beurteilung des Gebirges der Bestätigung der prognostizierten bautechnischen Maßnahmen bzw. ihrer Anpassung an die anzutreffenden Verhältnisse vor Ort. Darin enthalten ist die Überprüfung, wenn nötig eine Anpassung oder Neudefinition der ursprünglich untersuchten Gefährdungen bzw. zusammengefassten Gefährdungsabschnitte.

Um bei dieser Vorgangsweise die erforderliche Sicherheit gewährleisten zu können, sieht die SN SIA 199, ähnlich wie bei der ÖGG-Richtlinie, einen entsprechenden Sicherheitsplan vor, der die für das Bauwerk zu berücksichtigenden Gefährdungsbilder in einer zusammenfassenden Darstellung enthält und anhand von Gefahrenstufen optimiert regelt, mit welchen bautechnischen Maßnahmen diesen Gefährdungen bei Eintreten oder Nichteintreten begegnet werden soll (Maßnahmen an der Gefahrenquelle, Vorauserkundung, Messungen, Vorhalten bestimmter Materialien und Geräte usw.).

Auch die schweizerische Methode der Gebirgscharakterisierung stellt eine Vorgangsweise der nachvollziehbaren Festlegung von bautechnischen Maßnahmen dar und zählt zu den **dem Sinne der Definition nach projektabhängigen Systemen**. Sie ist ebenfalls Voraussetzung für die weitere Vorgangsweise der Ausbruchklassenfestlegung gem. SN SIA 198.

5.2.1.2 Vorgangsweise der Klassifikation

5.2.1.2.1 Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)

Gem. SN SIA 198 legt der Bauherr bzw. AG im Rahmen des Projektes die Vortriebsart samt zugehöriger Lösemethode (konventioneller Sprengvortrieb im Fels bzw. konventioneller Vortrieb im Lockergestein), die Ausbruchsart, die Profiltypen³⁴⁶ und die Ausbruchsicherung³⁴⁷ (i.S. von Stützmittel und Zusatzmaßnahmen) sowie je nach Erfordernis weitere den Vortrieb beeinflussende Maßnahmen fest. In der Planungsphase wird aufgrund geomechanischer Berechnungen und des daraus abgeleiteten art- und mengenmäßigen Sicherungsbedarfes für den Ausbruch für ein bestimmtes, einer Gebirgsart zu gewiesenes und mit einer ermittelten Gebirgsgüte behaftetes Gefährdungsbild die AK³⁴⁸ folgendermaßen bestimmt:

Die Ausbruchsart im Zuge des Sprengvortriebs im Fels sowie des Vortriebs im Lockergestein ohne mitlaufender Stützung³⁴⁹ (vorauszusetzen ist hierbei auch, dass das letztgenannte Vortriebsverfahren erforderlichenfalls mit oder ohne stabilisierenden und entwässernden Maßnahmen durchzuführen ist) legt fest, in welchen Etappen der Ausbruch zu erfolgen hat und wird in der gegenständlich analysierten SIA-Norm wie folgt unterschieden:

³⁴⁶ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 1.1, Seite 6: Darstellung des Ausbruchquerschnitts, der Ausbruchsicherung und der Verkleidung (Innenschale).

³⁴⁷ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 3.23.11, Seite 18: Die Ausbruchsicherung umfasst alle Vorkehrungen, die während oder nach dem Ausbruch zu treffen sind, um den Zusammenhang des Gebirges zu wahren sowie Einstürze und unzulässige Deformationen zu vermeiden. Die Ausbruchsicherung dient auch zur Vermeidung von Unfällen und Schäden.

³⁴⁸ Anm. des Verfassers: Eine davon abhängige Wahl und ein abhängiger Einsatz der Vortriebsgeräte sind Sache des Unternehmers und haben keinen Einfluss auf die AK.

³⁴⁹ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.51.1, Seite 46: Im Lockergestein werden die folgenden Vortriebsverfahren - mit oder ohne stabilisierende und entwässernde Maßnahmen - unterschieden:

- Vortrieb ohne mitlaufende Stützvorrichtung

- Vortrieb mit mitlaufender Stützvorrichtung (Messervortrieb, Schildvortrieb).

(Letztgenanntes Vortriebsverfahren wird in der gegenständlichen Dissertation nicht behandelt)

- A: Vollausbuch
- A_S: *Vollausbuch mit nachträglichem Sohlausbruch*³⁵⁰
- B: Kalottenausbruch und nachträglicher Strossenabbau
- C: Kalottenausbruch unterteilt und nachträglicher Strossenabbau
- D: Paramentstollenausbruch (Ulmenstollenausbruch) und nachträglicher Ausbruch von Kalotte, Kern und Sohle
- E: *weitere vom Bauherrn objektspezifisch definierte Ausbrucharten*³⁵¹

• **Sprengvortrieb im Fels:**

Speziell die Behinderung des Ausbruchvorgangs infolge des Vortriebs in Abhängigkeit der Art, der Menge und des Einbauortes der Ausbruchsicherung prägen den Leitgedanken³⁵² dieser SIA-Norm 198. Deshalb werden sie als zusammengehörige Arbeitsgattung betrachtet, was diese Norm anhand von spezifischen AK – im Vernehmlassungsexemplar der SN SIA 118/198³⁵³ bereits als Sicherungsklassen (SK) bezeichnet - zu berücksichtigen versucht. Es werden daher folgende 5 AK unterschieden:

- AK I: Die Ausbruchsicherung verursacht eine unbedeutende Behinderung des Ausbruchzyklus (*des Vortriebs*).
- AK II: Die Ausbruchsicherung verursacht eine leichte Behinderung des Ausbruchzyklus (*des Vortriebs*).
- AK III: Die Ausbruchsicherung verursacht eine erhebliche Behinderung des Ausbruchzyklus (*des Vortriebs*).
- AK IV: Die Ausbruchsicherung verursacht eine Unterbrechung des Ausbruchzyklus (*des Vortriebs*) (sofortige Sicherung nach jeder Ausbruchetappe).
- AK V: Die Ausbruchsicherung erfolgt laufend mit dem Ausbruch und bedingt eine sofortige Stützung der Brust oder eine Voraussicherung.

Das wesentliche Klassifizierungskriterium ist nach wie vor das Gebirgsverhalten, das Klassifizierungsmerkmal in Abhängigkeit von der Größe des theoretischen Ausbruchprofils beim Sprengvortrieb im Fels ist die davon abhängige, zur Ausführung in den einzelnen Profiltypen gelangende Ankeranzahl (n) – Felsankeranzahl (Klassifikationsmerkmal des Sicherheitsbedarfs). Die Zahl der Anker bezieht sich auf den Profilumfang pro Laufmeter Tunnel oder auf die gesamte Ortsbrustfläche und ist als vertraglich vereinbarter Richtwert (falls in den Ausschreibungsunterlagen nicht anders geregelt) aufzufassen. In Ergänzung dazu werden die Arbeitsbereiche (Vortriebsbereiche) für den zyklisch konventionellen Hohlraumvortrieb wertmäßig in numerischer Laufmeterangabe wie folgt festgelegt:

³⁵⁰ siehe SN Entwurf 531 198 (2003) - revidierte SN SIA 198, Pkt. 3.3.2, Seite 23
³⁵¹ siehe SN Entwurf 531 198 (2003) - revidierte SN SIA 198, aaO.
³⁵² ausführlich in SIA D 0104 (1993), Seite 13ff.
³⁵³ siehe SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 8.1.5.2, Seite 18

Sprengvortrieb im Fels:					
max. Ausbruchbreite [m]:	3	6	10	(12)	15
n Anzahl der Anker pro lfm-Tunnel	2	4	5	--- ³⁵⁴	9
L1 Brustbereich [m]	2	3 (4)	5	(5)	5
L2 Vortriebsbereich [m]	15	20	25	(25)	35
L3 rückwärtiger Bereich [m]	150	200	250	(250)	300

Tabelle 5-9: Richtwerte für n, L1, L2 und L3 (nach SN SIA 198) [die in Klammer () angeführten Zahlen entsprechen den Angaben aus dem Vernehmlassungsexemplar SN SIA 118/198]

Bei allfälligem Teilausbruch ist die Ausbruchsicherung in der fertig ausgebrochenen Kalotte für die Klassifikation des gesamten Tunnelprofils maßgebend. Die Arbeitsbereiche L1, L2 und L3 werden ab der fiktiven Ortsbrust der vollflächigen Kalotte gemessen³⁵⁵. An der Ortsbrust bezieht sich die Ausbruchsicherung auf die freistehende Fläche ohne die Fläche eines nachträglich ausgeführten Sohlgewölbes oder eines Kernabbaus. Weiterer Bedarf an Stützmaßnahmen außerhalb der bezeichneten Arbeitsbereiche hat keinen Einfluss auf die Klassifikation nach SN SIA 198³⁵⁶.

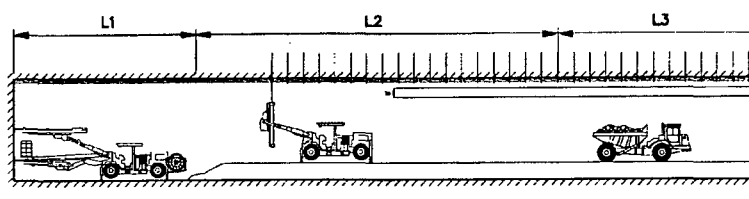


Abbildung 5-31: Arbeitsbereiche beim Sprengvortrieb und beim Vortrieb im Lockergestein (nach SN SIA 198)

Anhand des in Tabelle 5-9 angeführten Richtwertes (n), der für die Klassifikation die maßgebende Ankeranzahl regelt, wird gem. SN SIA 198 (siehe Anhang 13.2.2/Tabelle 13-24) unter Berücksichtigung der Arbeitsbereiche L1, L2 und L3 (Einbauort der Ausbruchsicherungen) die AK bestimmt (→ **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**).

Die Matrix der gegenständlichen SIA-Norm 198 ergibt sich für den Sprengvortrieb im Fels dadurch wie folgt, wobei jedes Feld einer zugehörigen Leistungsposition mit festzulegendem Einheitspreis, unter vorauszusetzender Festhaltung der zugehörigen Soll-Leistung und der vorgesehenen täglichen Arbeitszeit des Bieters im anschließenden Werkvertrag³⁵⁷, entspricht:

Ausbruchsarten:	Ausbruchsklassen:				
	AK I	AK II	AK III	AK IV	AK V
A ... Vollausbruch	A I	A II	A III	A IV	A V
B ... Kalottenausbruch	B I	B II	B III	B IV	B V
C ... Kalottenausbruch unterteilt			C III	C IV	C V
D ... Paramentstollen (Ulmenstollen)			D III	D IV	D V

³⁵⁴ ausführlich in SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 11.1.2, Seite 28: die von der Ausbruchsbreite variabel abhängige Ankeranzahl in der SN SIA 198 wurde durch einen Festwert im Vortriebsbereich L1 von 0,4 Anker/m² am Profilmumfang bzw. in den Vortriebsbereichen L2 und L3 von 1,0 Anker/m² am Profilmumfang ersetzt;

³⁵⁵ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.23.23, Seite 37

³⁵⁶ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.23.16, Seite 36

³⁵⁷ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 4.66, Seite 25

E ... Teilausbruch (objektspezifisch)³⁵⁸				E IV	E V
--	--	--	--	-------------	------------

Tabelle 5-10: Matrix der ausbruchsartabhängigen Ausbruchsklassen (nach SN SIA 198)

Falls in den Ausschreibungsunterlagen nichts anderes geregelt wird, schreibt die SIA-Norm 198 die folgenden max. Werte für die zulässigen Abschlagslängen in den einzelnen AK als vertraglich vereinbart vor:

- AK I und II: keine Beschränkung
- AK III: maximal 3,00 m (*maximal 4,00 m*)
- AK IV: maximal 2,00 m
- AK V: Länge wird durch die Sicherung während des Vortriebes bestimmt

• **Vortrieb im Lockergestein (bzw. maschinenunterstützter Vortrieb im Lockergestein)**

Die Behinderung des Vortriebs im Lockergestein ohne mitlaufender Stützvorrichtung und ohne oder mit stabilisierenden sowie entwässernden Maßnahmen wirkt sich anhand des Aufwandes für den Ausbruch in Abhängigkeit der Ausbruchsart und nebst der üblichen Ausbruchsicherung³⁵⁹ nach dem Grad der Bruststützung aus. Die Abbaubarkeit (z.B. der Grad der natürlichen oder künstlichen Verkittung) des Bodens und die Menge der Stützmaßnahmen am Profilumfang bilden keine zusätzlichen Merkmale für die Vortriebsklassifikation und die daraus resultierende Staffelung der Ausbruchpositionen im LV. Auch das Maß der Behinderung der Ausbruchsarbeiten infolge stabilisierender oder entwässernder Maßnahmen wird nicht als zusätzliches Klassifikationsmerkmal herangezogen.

Gem. SN SIA 198/Pkt. 5.53.1 ist für die Unterteilung nach dem Grad der Bruststützung der Anteil der gestützten Fläche der Ortbrust ausschlaggebend. Diese Werte gelten als vertraglich vereinbart, wenn in den Ausschreibungsunterlagen nichts anderes geregelt wird. Für die Staffelung der Ausbruchpositionen wird unterschieden:

- a: Bruststützung $\leq 33\%$
- b: Bruststützung von 34% bis 66%
- c: Bruststützung von 67% bis 100%

Jene Stützmaßnahmen an der Ortbrust, die nur sporadisch (z.B. am Wochenende) zur Anwendung gelangen, gelten nicht für eine Einstufung nach dem Grad der Bruststützung.

Die Matrix der gegenständlichen SIA-Norm ergibt sich für den Vortrieb im Lockergestein daher wie nachstehend angeführt, wobei jedes Feld wiederum einem Einheitspreis, unter voraussetzender Festhaltung der zugehörigen Soll-Leistung und der vorgesehenen täglichen Arbeitszeit des Bieters im abschließenden Werkvertrag, entspricht:

Ausbruchsarten:	ohne Bruststüt- zung:	Ausbruchsklassen:		
		a	b	c
A ... Vollaushbruch	A	A a	A b	A c
B ... Kalottenausbruch	B	B a	B b	B c
C ... Kalottenausbruch unterteilt	C	C a	C b	C c

³⁵⁸

siehe SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 11.1.1.1, Seite 28

³⁵⁹

vgl. Buchli (1993) in Tunnel 6, Seite 354

D ... Paramentstollen (Ulmenstollen)	D	D a	D b	D c
E ... Teilausbruch (objektspezifisch) ³⁶⁰	E	E a	E b	E c

Tabelle 5-11: Matrix der Ausbruchsarten und der Grade der Ortsbruststützung (nach SN SIA 198)

5.2.1.2.2 Ausführungsphase (tatsächliche Vortriebsklassenfestlegung)

In der Ausführungsphase wird das Hohlraumverhalten aufgrund der effektiven Standzeit sowie der Resultate von Konvergenzmessungen infolge unbestreitbarer geologischer Verhältnisse beurteilt. Sind demzufolge während der Ausführung Änderungen betr. der Ausbruchsart oder der Ausbruchsicherung (i.S. von Sicherheits- und Stützmaßnahmen) gegenüber der Planungsphase notwendig, so ordnet gem. SIA-Norm 198 der AG diese nach Rücksprache mit dem AN (Stichwort - Ausbaufestlegung) an³⁶¹.

Stellt sich die in der Planungsphase prognostizierte Ausbruchsicherung als unzureichend heraus oder verlangen die geologischen Verhältnisse einen Wechsel der Ausbruchsart, ist im Zuge der Ausführung im ersten Fall Zusätzliches festzulegen, d.h. die Stützmittel und ev. erforderlichen Zusatzmaßnahmen werden auf die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort angepasst, im zweiten Fall ist ein häufiges Wechseln der Ausbruchsart³⁶² allerdings zu vermeiden, wobei in beiden Fällen die (vergütungs-)technischen und terminlichen Gesichtspunkte angemessen zu berücksichtigen sind. Die SN SIA 118/198³⁶³ führt weiters aus, dass im Fall der Ausführung von artdifferenter Ausbruchsicherung (Abänderung der Art der Stützmaßnahmen) als die in der Bestimmung der prognostizierten AK bezeichnete angewendet wird, die Zuordnung zur tatsächlichen AK durch AG und AN im beiderseitigen Einvernehmen erfolgt.

Auch in der gegenständlichen Vortriebsklassifikation löst jener, in der Ausführungsphase zusätzlich festgelegter Sicherheitsbedarf, der innerhalb der in der SN SIA 198 definierten Arbeitsbereiche (L1, L2 und L3) zu liegen kommt, eine **Neuklassifikation** aus, welche dann - wiederum vereinfacht gesagt - die Basis anhand der Zuweisung in die ausbruchsartbehaftete Ausbruchsklassenmatrix für die Abrechnung der VT-Leistungen und die Ermittlung der abrechenbaren Bauzeit darstellt (→ **2-malige VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens**). Nachträglich eingebaute Ausbruchsicherung außerhalb der in der SIA-Norm 198 definierten Arbeitsbereiche (L1, L2 und L3) verändert die ermittelte AK nicht.

In wie weit dieser Entgeltanpassungsmechanismus eine faire, leistungsgerechte Vergütung der Leistung des potentiellen AN gewährleistet, v.a. im Hinblick auf die Änderung der prognostizierten Abschlagslänge, der Art und der Menge der der AK zugehörigen Ausbruchsicherung, wird im Zuge dieser Dissertation im Pkt. 5.2.3 ff. ausführlich untersucht.

5.2.2 Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung

Die SN SIA 198 und der Normpositionenkatalog (NPK) bilden die Grundlage für die Regelung von Ausmaß und Vergütung. Diese SIA-Norm erläutert das Prinzip, d.h. was, wie geregelt wird, der NPK beschreibt die Leistungen. Die SIA 198 enthält außerdem Grenzwerte, die maßgebend

³⁶⁰ siehe SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 11.1.1.1, Seite 28

³⁶¹ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 3.21.1, Seite 18

³⁶² siehe ausführlich NPK 261 D – Untertagbau: Sprengvortrieb SPV (1994): eigene Leistungspositionen für Arbeitsumstellungen im Vortrieb des SPV zufolge Wechsel der Ausbruchart (nicht zu verwechseln mit einem Ausbruchklassenwechsel in der selben Ausbruchart)

³⁶³ siehe SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 8.3.3.2, Seite 22

sind, wenn in der Ausschreibung die entsprechenden Regelungen für die Gültigkeit der Grenzen der zu erbringenden Leistungen fehlen.

5.2.2.1 Voraussetzungen für die Ausschreibung

Die SN SIA 198 schreibt unter Pkt. 5.11.04 die Bestimmung vor, dass im jeweiligen projektspezifischen LV nach Ausbruchsart, AK und dem Grad der Bruststützung (Leistungen gleicher Art und Preisbildung in einer Leistungsposition) für zyklisch konventionelle Vortriebe zu unterscheiden ist. Weiters ist auch der Grundsatz verankert, dass zur Berücksichtigung von Erschwernissen jeglicher Art und Weise oder von nicht exakt abschätzbaren Leistungen gesonderte Leistungspositionen ausgeschrieben werden sollen (i.S. einer Kann-Bestimmung).

- **Ausbruch³⁶⁴:**

In die jeweilige AK ist der zu quantifizierende Aufwand der Behinderung durch die prognostizierte Art und Menge der Ausbruchsicherung, die bekanntlich Auswirkung auf die VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung zeigt, in Abhängigkeit der Ausbruchsart und der Abschlagslänge des steigenden oder fallenden Vortriebs zu berücksichtigen und in die Ausbruchspreise einzukalkulieren. Dem wird mit einer Staffelung der Ausbruchpositionen mit dem Vordersatz [m³], getrennt nach Preisanteil Lohn und Sonstiges, gem. Tabelle 5-10 bzw. Tabelle 5-11 entsprochen³⁶⁵.

Bzgl. eines Auftretens von Mixed-Face-Bedingungen sieht die gegenständliche SIA-Norm keine speziellen Bestimmungen bzw. Regelungen hinsichtlich einer Vergütung vor. Diese kombinierte Lösemethode ist aber sinngemäß als Erschwernis einzustufen, für das lt. zuvor erwähntem Grundsatz im NPK Aufzählungspositionen auf den jeweiligen Basisvortrieb für die Übernahme ins LV vorzusehen sind.

- **Sprengvortrieb:**

Bei den Ausbrucharten B, C und D ist für den ganzen Querschnitt (Kalotte, Strosse und z.T. Sohle) lt. SIA 198 ein mittlerer Ausbruchspreis zu kalkulieren. Der nachträgliche Ausbruch eines Sohlgewölbes in den Ausbrucharten A, B und C wird gesondert vergütet.

Wenn besondere Maßnahmen erforderlich werden, wie z.B. eine Verkürzung der Abschlagslänge, eine Reduktion der Lademengen pro Zündstufe oder Teilsprengungen (z.B. bei Mixed-Face-Bedingungen) sowie eine Verwendung spezieller Sprengstoffe und Zündsysteme, so werden diese Maßnahmen gesondert als Aufzählungspositionen im LV auf die jeweilige AK ausgeschrieben³⁶⁶ (i.S. einer Muss-Bestimmung).

Der Wechsel von einer Ausbruchsart zu einer anderen ist ebenfalls in entsprechenden Leistungspositionen auszuschreiben. Die Auswirkungen solcher Umstellungen auf die vertraglich zu vereinbarende Bauzeit sind vom Bieter im Angebot anzugeben³⁶⁷.

- **Lockergestein:**

Erschwernisse beim Abbau von Findlingen und Fels sowie Erschwernisse beim Vortrieb infolge geneigter Ortsbrust mit einer Neigung von weniger als 3:1 oder mit Erdkeil sind gem. SN SIA 198 als separate Leistungspositionen gegliedert nach der Ausbruchsart auszuschreiben.

³⁶⁴ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.2ff., Seite 34ff.

³⁶⁵ ausführlich in NPK 261 D – Untertagebau: Sprengvortrieb (1994)

³⁶⁶ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.23.15, Seite 35 und NPK 261 D – Untertagebau: Sprengvortrieb (1994)

³⁶⁷ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.22.4, Seite 34

- **Ausbruchsicherungen (Stützmittel und Zusatzmaßnahmen)³⁶⁸:**

Da sich bekanntermaßen eine Änderung der Art, der Menge und des Einbauortes der Ausbruchsicherung auf die effektive VT-Leistung auswirken, sind innerhalb einer leistungsabhängigen Vergütung diesbzgl. Regulative vorzusehen:

Die in den prognostizierten AK in Abhängigkeit der Ausbruchsart zugewiesene Ausbruchsicherung (Stützmittel und Zusatzmaßnahmen) ist im LV in eigenen Leistungspositionen³⁶⁹ (gegliedert nach werkstoffspezifischen Unterscheidungsmerkmalen) unabhängig von der jeweiligen ausbruchsartabhängigen AK auszuschreiben. Der Einheitspreis enthält die Lieferung und den Einbau (z.B. bei Anker: Lieferung frei Bst., Bohr- und Versetzaufwand) der Stützmaßnahmen (vgl. Standard-Analysen SBV). Für den allfällig nachträglichen Einbau zusätzlicher Ausbruchsicherung außerhalb der Arbeitsbereiche (L1, L2 und L3) sind im LV separate Leistungspositionen vorzusehen.

Ist die Ausbruchsicherung in einem geschlossenen Ring im Voll- oder Teilausbruch vorgesehen, so ist die Ringschlusslänge (max. Abstand zwischen Ortsbrust und geschlossenem Ring) oder die Ringschlusszeit (benötigte Zeit für die Herstellung des Ringschlusses) abhängig von den geotechnischen Bedingungen in den Ausschreibungsunterlagen für jede Ausbruchsetappe festzulegen.

- **Mehrausbruch:**

Der MAB, ein per SIA-Norm 198 über das theoretische Ausbruchprofil - welches anhand des Normalprofils³⁷⁰ anzugeben ist - hinausgehender Ausbruch, wird für den Gesamtausbruchsquerschnitt in der gegenständlichen SIA-Norm in zwei Kategorien unterteilt:

- **geologisch bedingter Mehrausbruch:**

Die SN SIA 198 enthält die Bestimmung³⁷¹, dass der Bauherr bekannt zu geben hat, welche Verformungen des Gebirges (Abweichungen von der Soll-Größe und Soll-Lage des theoretischen Ausbruchprofils) für die ausgeschriebene Vortriebsart im gegenständlichen Projekt berücksichtigt sind. Zuzufolge dessen wird das Normalprofil unter Berücksichtigung des Nutzungszieles und der Wirtschaftlichkeit aufgrund der genannten Abweichungen festgelegt. Hierbei ist der Umstand zu beachten, dass nur in seltenen Fällen alle Abweichungen ihren Maximalwert an derselben Stelle erreichen und dass die theoretische Verkleidungsdicke³⁷² (plangemäße Dicke der Innenschale) örtlich auf einen kleineren Wert reduziert werden darf.

Die Berücksichtigung des geologisch bedingten, vorhersehbaren aber unvermeidbaren MAB und der dadurch bedungenen Schaffung eines Deformationsraums für die zu erwartenden Gebirgsverformungen (z.B. infolge Spannungsumlagerungen) erfolgt daher in der gegenständlichen SIA-Norm nicht über eine radiale Übermaßangabe - wie vergleichsweise in der ÖN B 2203-1 -, sondern über die Berücksichtigung von Abweichungen³⁷³ vom Soll-Maß des Hohlraumbauwerkes (Größe, Form und Lage) anhand von drei Szenarien. Die Abweichungen gegenüber der Soll-Größe und der Soll-Lage des theoretischen Ausbruchprofils können im Projekt

durch Vergrößerung des Normalprofils,

³⁶⁸ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.12ff., Seite 27ff.

³⁶⁹ ausführlich in NPK 265 D – Untertagbau: Ausbruchsicherung (1994)

³⁷⁰ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 1.1, Seite 5: Normalprofil – Darstellung des typischen Querschnitts mit Angaben über Ausbruchsicherung, Abdichtung, Verkleidung (Innenschale), Lichtraumprofil, Entwässerung sowie Innenausbau.

³⁷¹ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 3.32, Seite 23f.

³⁷² ausführlich in SN SIA 198 (01.05.1993), Anhang A2, Seite 51f.

³⁷³ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 3.31.1, Seite 5: Die Abweichung ist die Differenz zwischen dem Ist-Maß und dem zugehörigen Soll-Maß.

- während der Bauausführung durch Anpassung des Profils aufgrund der tatsächlich gemessenen Abweichungen oder
- allenfalls durch eine Kombination der beiden Lösungen berücksichtigt werden.

Der Bauherr hat im Projekt fest zulegen und in der Ausschreibung anzugeben, welche Lösung angewendet wird.

Als geologisch bedingte, nicht vorhersehbare und unvermeidbare Überprofile³⁷⁴ - MAB Fläche F - gelten lokale Niederbrüche, die nicht als Folge von Unachtsamkeit des Unternehmers entstanden sind.

Der Profilanteil F ergibt sich durch die radiale Abgrenzung der Punkte P, gebildet durch die definierte Grenzlinie G geschnitten mit der effektiven (tatsächlichen) Ausbruchslinie, und der tatsächlichen Ausbruchsbegrenzung bergseitig der Grenzlinie G. Falls in den Ausschreibungsunterlagen nichts anderes geregelt wird, ist der Abstand D³⁷⁵ zwischen der theoretischen Ausbruchslinie und der Grenzlinie G nach folgender Formel zu berechnen:

für den Sprengvortrieb:

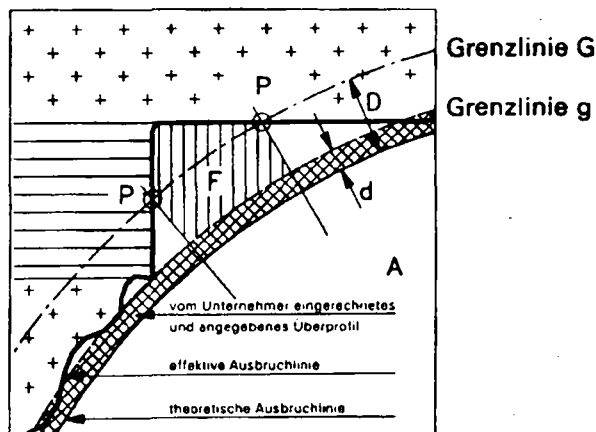
$$D [m] = 0,07 \times \sqrt{A} , \quad \text{jedoch} \\ D_{\min} = 0,40 \text{ m}$$

für den Vortrieb im Lockergestein, ohne mitlaufender Stützvorrichtung:

$$D [m] = 0,05 \times \sqrt{A} , \quad \text{jedoch } D_{\min} = 0,40 \text{ m}$$

A ... Ausbruchfläche [m²] des Gesamtquerschnittes

(A ... theoretische Ausbruchfläche [m²] der jeweiligen Teilausbruchfläche)³⁷⁶



- A : theoretische Ausbruchfläche des ganzen Profils
- D : Abstand zwischen der theoretischen Ausbruchslinie und der Grenzlinie G
- d : Abstand zwischen der theoretischen Ausbruchslinie und der Grenzlinie g
- F : Fläche, für die das geologisch bedingte Überprofil vergütet wird
- P : Schnittpunkt der Grenzlinie G mit der effektiven Ausbruchslinie

Abbildung 5-32: Begrenzung zum geologischen Überprofil bei Sprengvortrieb, Vortrieb mit TSM und Vortrieb im Lockergestein (nach SN SIA 198)

Da das Baugrundrisiko nach schweizerischer Rechtsauffassung³⁷⁷ (vgl. auch SN SIA 198/Anhang 5.21), vglb. zur österreichischen Rechtsauffassung, ebenfalls in der Bestellersphäre zu liegen kommt, unterscheidet die SIA-Norm hinsichtlich der Profileinhaltung folgende Wege:

- vorauszusetzen ist - wird infolge zeit- und fachgerechter Ausführung der Ausbruchsicherung der Hohlraum durch den Gebirgsdruck über das zulässige Maß nicht verformt, so ist der AN für die Einhaltung des Normalprofils verantwortlich.

³⁷⁴ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.13.4, Seite 28

³⁷⁵ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.13.6, Seite 29

³⁷⁶ siehe SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 8.5.2.4, Seite 24

³⁷⁷ ausführlich in Müller – Teil 2 (1989), Seite 16ff.: Nach Schweizer Recht sind Werkmängel, die ihre Ursache im mangelhaften Baugrund des Bauherrn haben, grundsätzlich selbst verschuldet (Grundsatz des Selbstverschuldens des Bestellers im Sinne Art. 369 OR). Das Risiko für den Baugrund trägt daher der Besteller.

- wird trotz zeit- und fachgerechter Ausführung der Ausbruchsicherung der Hohlraum durch den Gebirgsdruck über das zulässige Maß verformt, so entscheidet der AG nach Rücksprache mit dem AN, welche zusätzlichen Maßnahmen zu treffen sind³⁷⁸. (bzgl. Vergütung siehe Punkt 5.2.2.3/Mehrausbruch)

- o **verfahrenstechnisch bedingter Mehrausbruch – Vorhaltung des Überprofils (d):**

Das normativ angeführte Überprofil (d) (siehe Abbildung 5-32) – entspricht dem Überprofil (ü_p) der ÖN B 2203-1 - ist nicht Teil des Normalprofils, welches aber den Zweck hat, den verfahrenstechnisch bedingten, vorhersehbaren aber unvermeidbaren MAB zu berücksichtigen. Es ist in den Einheitspreisen für Ausbruch und Abtransport einzukalkulieren und definiert die Grenzlinie g. Im Angebot ist die radiale Maßangabe dieses einkalkulierten Überprofils vom Bieter anzuführen.

- **Bergwassererschweris³⁷⁹:**

Die Berücksichtigung von Erschwernissen bei den Vortriebsarbeiten zufolge Wasserandrang (z.B. verminderte Arbeitsleistungen, Mehraufwand für Bohrtätigkeiten, usw.) findet in der Vortriebsklassifikation der SN SIA 198 direkt einfließend nicht statt, ab einer normativ festgelegten Mindestwasseranfallsmenge werden diese Erschwernisse jedoch gesondert nach Gruppenstunden (Lohnkosten der Vortriebsmannschaft pro Zeiteinheit als Aufzählungspositionen auf die Regelvortriebe im LV³⁸⁰) vergütet³⁸¹.

Die vergütungsfähigen Gruppenstunden werden gegliedert nach AK, in Abhängigkeit vom theoretischen Ausbruchsprofil in fallenden oder steigenden Vortrieb sowie nach der anfallenden Wassermenge, welche mindestens während 8 Stunden gleichmäßig anfällt (siehe Tabelle 5-12). Erschwernisse bei Wassermengen, welche die in Tabelle 5-12 genannten unteren Grenzwerte der Wasseranfallsmengen nicht erreichen, sind in den Ausbruchspreisen gem. SIA-Norm inbegriffen³⁸².

		Tunnel mit theoretischer Ausbruchsfläche: A ≤ 25 m ² bzw. Ø ≤ 5 m		Tunnel mit theoretischer Ausbruchsfläche: A > 25 m ² bzw. Ø > 5 m		Reduktionsfaktor:
nach Ausbruchklassen unterteilt:		steigend:	fallend:	steigend:	fallend:	
Leistungspositionen	l/s	10 - 20	5 - 10	10 - 20	5 - 10	0,2
mit Vordersatz	l/s	> 20 - 30	> 10 - 20	> 20 - 40	> 10 - 20	0,4
Gruppenstunden	l/s	> 30 - 40		> 40 - 60	> 20 - 30	0,6

Tabelle 5-12: Gruppenstundengliederung bei Wasseranfall und Reduktionsfaktoren für anrechenbare Wasserarbeitstage der vertragl. Gesamtbauzeit (nach SN SIA 198)

Mit den im LV ausgeschrieben Gruppenstunden nach AK werden mit den vom Bieter vertraglich zu vereinbarenden Tagesarbeitsstunden³⁸³ Wasserarbeitstage (WAT) errechnet. Diese daraus resultierenden WAT der jeweils entsprechenden Wassermenge, multipliziert mit dem Reduk-

³⁷⁸ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 3.23.15, Seite 18

³⁷⁹ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.15ff., Seite 29ff

³⁸⁰ ausführlich in NPK 266 D – Untertagbau: Wasserhaltung (1994)

³⁸¹ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.11.09, Seite 26 u. Pkt. 5.15.1ff., Seite 29

³⁸² vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.15.13, Seite 30

³⁸³ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 1.1, Seite 5: Arbeitstag (AT) – Als Arbeitstag gelten die Arbeitsstunden eines Kalendertages, die sich aus der Schichtzahl und der Schichtdauer ergeben.

tionsfaktor³⁸⁴ (siehe Tabelle 5-12) ergeben somit direkt die anrechenbaren Arbeitstage für die Soll-Bauzeit (Soll-Bauprogramm) durch Erschwernisse infolge Wasserandrangs während der Vortriebsarbeiten.

Weiters legt die SIA 198 fest, dass bis zur vertraglich festgelegten max. Wasseranfallsmenge der AN verpflichtet ist, die Arbeiten mit unverminderter Belegschaft und gleichwertigem Einsatz von Maschinen und Geräten weiterzuführen, andernfalls kann die Vergütung herabgesetzt werden. Werden jedoch die vertraglich festgelegten max. Wasseranfallsmengen überschritten, legen AG und AN einvernehmlich die zu treffenden Maßnahmen für die Wasserableitung und den Baubetrieb sowie daraus ableitbare Auswirkungen auf die Vergütung und die verrechenbare Bauzeit (Abrechnungsbauzeit) fest.

• **zeitgebundene Baustelleneinrichtung (u.a. zeitgeb. Kosten der Bst.):**

Die SIA-Norm 198 weist in Pkt. 4.68 die Bestimmung aus, dass das LV eigene (Vorhalte-) Positionen für das Vorhalten der Baustelleneinrichtung³⁸⁵ (sog. Baustelleninstallationen – sämtliche Einrichtungen, die der Unternehmer für die vertragsgemäße Durchführung seiner Arbeit benötigt, wie z.B. Maschinen, Geräte, Fahrzeuge, etc.) aufzuweisen hat. Verstärkt wird dies unter Pkt. 5.11.03 dahingehend, dass speziell bei der Abrechnung des Vortriebs mit Einheitspreisen (d.h. beim Einheitspreisvertrag) die Baustelleneinrichtungen gesondert zu vergütet sind. Hierfür ist nach Normpositionenkatalog (NPK 113 D – Baustelleneinrichtung³⁸⁶) eine detaillierte Positionierung (siehe Abbildung 5-33) vorgesehen.

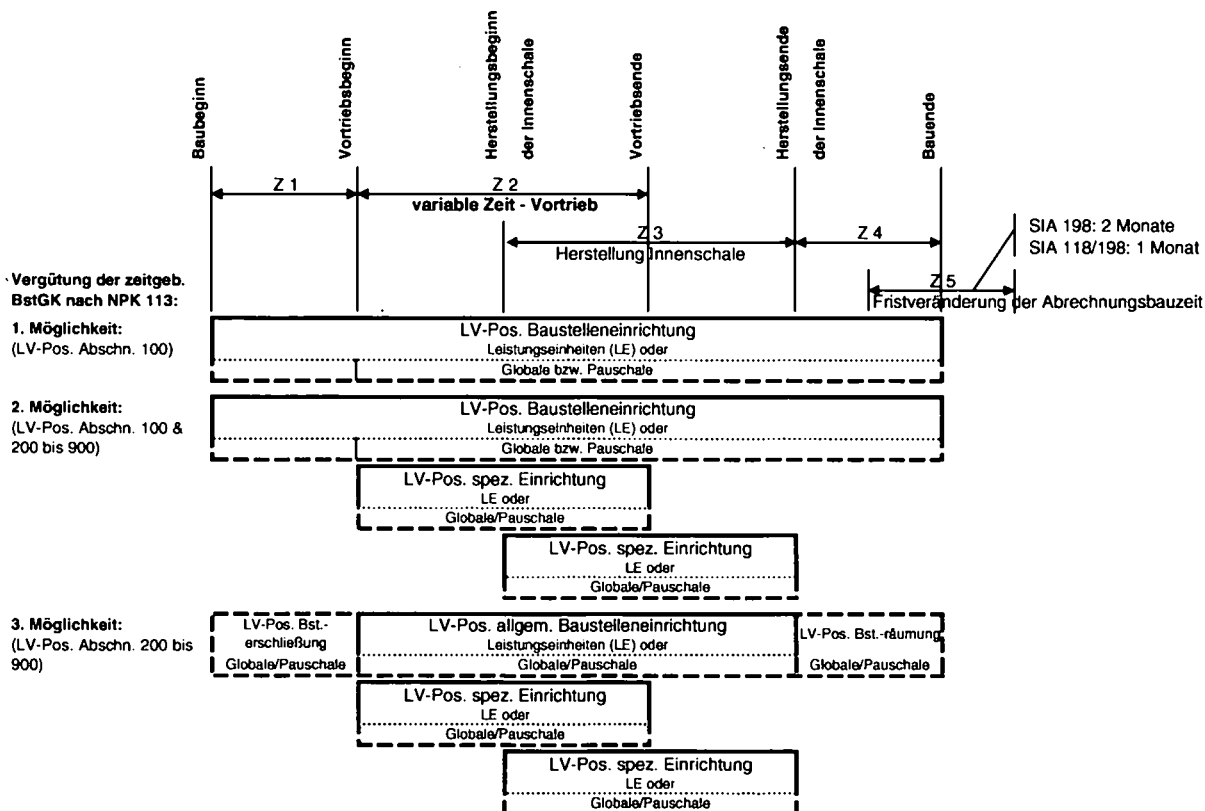


Abbildung 5-33: Basismodelle der Vergütung der zeitgebundenen Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem.

³⁸⁴ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.15.35, Seite 30: Die Reduktion der Wasserarbeitstage bei Wasseranfall ist aufgrund der geologischen Verhältnisse objektbezogen festzulegen. Ohne entspr. Angaben in den Ausschreibungsunterlagen gelten die Reduktionsfaktoren der SN SIA 198.
³⁸⁵ ausführlich in SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 1.233, Seite 9: Im Leistungsverzeichnis sind besondere Positionen für Baustelleneinrichtungen und Maßnahmen für Unterkunft und Verpflegung der Arbeitnehmer aufzuführen.
³⁸⁶ ausführlich in NPK 113 D – Kostengrundlagen (1995)

SIA 198

Um in diesem Fall ebenfalls einer dynamisch anpassbaren, leistungsabhängigen Vergütung zu entsprechen, ist für den Vortrieb die zeitkritische Dauer (Vortriebszeit) variabel anzusetzen (Abbildung 5-33 - siehe 2. und 3. Möglichkeit). Vergaberechtliche und betriebswirtschaftliche Voraussetzung hierfür ist wiederum, dass für die zeitbestimmenden Tätigkeiten des Vortriebes vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeiten, getrennt nach den ausgeschriebenen ausbruchsartabhängigen AK, vereinbart werden, da dadurch einerseits für die Ermittlung der prognostizierten Vortriebszeit bzw. -dauer und andererseits für die Ermittlung der abrechenbaren Vortriebszeit bzw. -dauer eine fixe Bezugsgröße zugrunde liegt.

Das Soll-Bauprogramm (Ermittlung der zeitkritischen Soll-Vortriebszeit bzw. -dauer anhand der prognostizierten Mengen des LV und der im Werkvertrag beinhaltenden Soll-Leistungsansätze (VT-Geschwindigkeiten) auf Basis der täglichen Arbeitszeitvereinbarung) bildet gem. SN SIA 198 für den Untertagebau die Grundlage zur Festlegung und Anpassung der Fristen³⁸⁷. Anerkannte Änderungen der tatsächlich ausgeführten Mengen bei Ausbruch und Ausbruchsicherung im Schlussergebn gegenüber den im Vertrag prognostizierten Mengen gelten im Sinne der SIA-Normen als Beststellungsänderung (jedoch nur insoweit, als dass die Einheitspreise der Leistungspositionen für Ausbruch und Ausbruchsicherung unverändert bleiben, da einerseits die Vordersätze der diesbzgl. Leistungspositionen für Ausbruch und Ausbruchsicherung zur Zeit der Ausschreibung aus geotechnischen Gründen noch nicht eindeutig bestimmbar gewesen sind und andererseits für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung - u.a. z.B. während des Vortriebs - gesonderte Leistungspositionen im LV vorzusehen waren; SN SIA 118/Pkt. 3.31 - Abs. 4). Diese Beststellungsänderungen in den Leistungspositionen für Ausbruch und Ausbruchsicherung haben Auswirkungen auf die abrechenbaren Fristen (vgl. SN SIA 118/Pkt. 3.5) und auf die Vergütung für längeres oder kürzeres Vorhalten der Baustelleneinrichtungen; im Vernehmlassungsexemplar der SN SIA 118/198 werden sogar schon eigene Vorhaltepositionen für das längere und kürzere Vorhalten von Baustelleneinrichtungen gefordert. Weiters führt das Vernehmlassungsexemplar der SN SIA 118/198³⁸⁸ hierzu in Ergänzung an, dass zur Ermittlung der Fristen im Soll-Bauprogramm der kritische Weg anhand von der Vortriebslänge unabhängiger Zeiten und anhand von der VT-Leistung und -länge abhängiger Zeiten zu definieren ist.

5.2.2.2 Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation

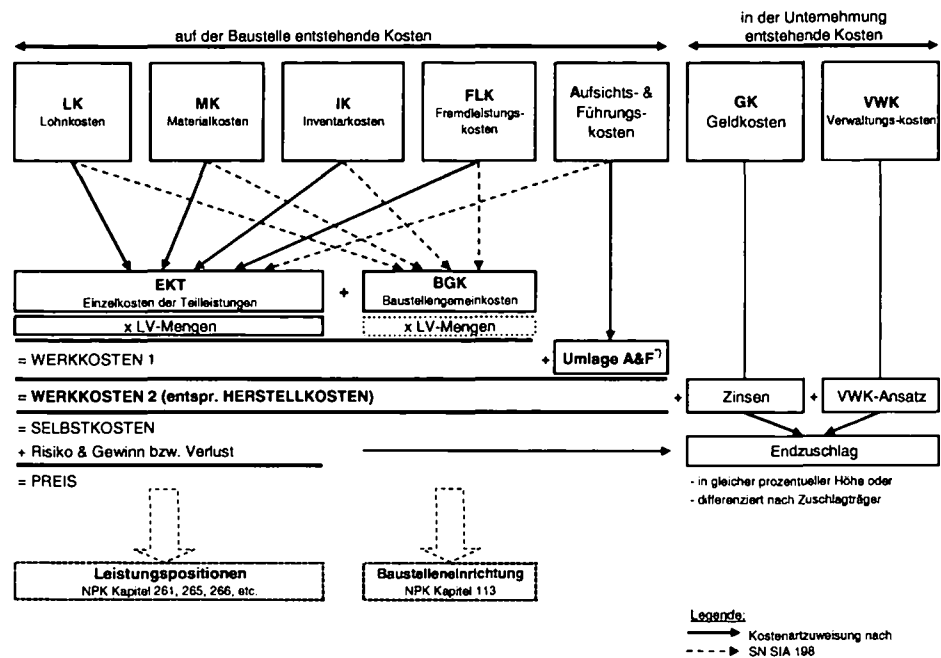
Die **Basisvoraussetzung für die Gewährleistung einer angemessenen Preisbildung** zur Sicherstellung aller anzutreffenden Verhältnisse stellen die **SN SIA 118**, die **Dokumentation Vorkalkulation des SBV**³⁸⁹ sowie die darauf **abgestimmten LB des NPK** dar. Diese Unterlagen regeln in der Schweiz ganz allgem. das Verfahren und die Darstellung der Preisermittlung von Bauleistungen und beinhalten Hinweise für den systematischen Aufbau der Vorkalkulation (siehe Abbildung 5-34).

³⁸⁷ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 4.6ff., Seite 25ff.

³⁸⁸ vgl. SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar) (2004), Pkt. 8.6.11, Seite 25

³⁸⁹ SBV-Dokumentation Vorkalkulation (2004)

Im adäquaten Vorgehen zur ÖN B 2061 - vgl. Pkt. 2.3.1.2 - werden auch hier die vom Bieter kalkulierten Kosten der Bauproduktion den Einzelleistungen (LV-Positionen) gem. Abbildung 5-34 „zugeschlagen“, durch den Vordersatz der LV-Positionen geteilt und ergeben so die Einheitspositionskosten bzw. die Global-³⁹⁰ oder Pauschalpositionskosten³⁹¹. Auf die Werkkosten 1 werden die Kosten für Aufsicht und Führung prozentuell auf die Zuschlagsträger (Lohn, Material, Inventar und Fremdleistung) umgelegt, sodass vglb. mit dem Schema der ÖN B 2061 die Herstellkosten (Werkkosten 2) erhalten werden. Schlussendlich wird dann noch ein prozentueller Endzuschlag, für die Deckung der Verwaltungskosten, der Finanzierung der Bauproduktion, des unternehmer- und auftragsbezogenes Risikos sowie des kalkulatorischen Gewinns bzw. Verlusts aufgeschlagen, um die Einheitspreise und Positionsglobal- bzw. -pauschalpreise wiederum im Sinne der Vollkostenrechnung zu erhalten.



³⁹² Diese Art der Zurechnung wird v.a. im Tief- und Tunnelbau (bei maschinenintensiven Arbeiten oder bei Bauarbeiten mit einem hohen Anteil an Subunternehmer- bzw. Akkordanteilleistungen) angewendet.

Abbildung 5-34: Aufbau der Baupreisbildung nach der Dokumentation Vorkalkulation des SBV bzw. SN SIA 198

Die für die nach schweizerischer Systematik vorgesehene Baupreisbildung maßgebenden Kostenansätze (Kostengrundlagen) für die Einheits-, Global- und Pauschalpreise sind in der SN SIA 118/Pkt. 2.4 ausführlich angeführt. Diese Kostengrundlagen werden im NPK 103 D³⁹² – Kostengrundlagen als Teil des LV systematisiert erfasst und bilden die Basis der Preise des Hauptangebotes und jener allfälliger Zusatzangebote.

Die für die Preisbestimmung bzw. Kalkulation der Herstellkosten erforderlichen und u.a. auch für die Ermittlung der kritischen Vortriebszeit bzw. -dauer relevanten VT-Geschwindigkeiten und -Leistungen je AK, werden in der vorliegenden SIA-Norm 198 keine diesbzgl. Bestimmungen angeführt; sie sind lediglich im Soll-Bauprogramm festzuschreiben. Da die SN SIA 198 für Baustelleneinrichtungen besondere Positionen vorsieht, gelten gem. den Bestimmungen unter Pkt. 2.16 in den zugehörigen Preisen alle Kosten der Einrichtungen, die für die fristgemäße Ausführung der Arbeit notwendig sind, als eingerechnet.

Weiters wird angeführt, dass speziell bei Baustelleneinrichtungen zu Global- oder Pauschalpreisen die Betriebskosten, die Kosten für laufende Reparaturen und für Revisionen des Inventars

³⁹⁰ ausführlich in SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 2.13, Seite 16: Ein Globalpreis kann für eine einzelne Leistung, für einen Werkteil oder für das gesamte Werk des Unternehmers vereinbart werden. Er besteht in einem festen Geldbetrag; für die geschuldete Vergütung wird nicht auf die Menge abgestellt.

³⁹¹ ausführlich in SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 2.14, aaO.: Der Pauschalpreis unterscheidet sich vom Globalpreis einzig dadurch, dass die Bestimmungen über die Teuerungsabrechnung – Änderung der Vergütung wegen Änderung der Kostengrundlage - nicht anzuwenden sind.

³⁹² ausführlich in NPK 103 D – Kostengrundlagen (2004)

nicht in diese Preise sondern in die Preise der zugehörigen Leistungspositionen einzurechnen sind. Dieser Bestimmung wird auch in der Dokumentation Vorkalkulation des SBV bei Baustelleneinrichtungen zu Einheitspreisen Rechnung getragen.

5.2.2.3 Voraussetzungen für die Vergütung

Das Ziel während der Ausführung vor Ort ist neuerlich nicht die direkte Zuordnung zu einer AK bzw. - wie im Vernehmlassungsexemplar der SIA 118/198 bereits bezeichnet - SK, sondern eine durch den AG nach Rücksprache mit dem AN anordnende Festlegung (Ausbaufestlegung) der einzubringenden Ausbruchsicherung aufgrund der Beurteilung der angetroffenen Gebirgsverhältnisse³⁹³ (die Abschlagslänge, die Art, die Menge und der Einbauort sowie der -zeitpunkt der Ausbruchsicherung und die Maßnahmen zur Einhaltung der Abweichungen infolge Gebirgsdruck richten sich nach dem aufgrund von Messungen, Berechnungen und Erfahrungen tatsächlich angetroffenen Verhalten des Gebirges).

Erst nach dieser zwischen dem AG und AN einvernehmlich beschlossenen Ausbaufestlegung erfolgt die erneute Zuordnung in die ausbruchsart- und -klassenbezogene Matrix unter Beachtung der Arbeitsbereiche (L1, L2 und L3) und damit auch die Festlegung der Abrechnungsgrundlage für die Bestimmung des Vergütungsausmaßes und der Vergütungshöhe.

- **Ausbruch:**

Änderungen zufolge Modifikationen der Beschaffenheit des Baugrundes³⁹⁴, welche sich innerhalb der in den Ausschreibungsunterlagen angegebenen Grenzwerte bewegen, stellen keine Beststellungsänderung gem. SN SIA 118/Pkt. 3 dar, d.h. die Einheitspreise der jeweiligen Ausbruchposition behalten ihre Gültigkeit.

Die Kontrolle des plangemäßen Ausbruchsprofils³⁹⁵ und die Durchführung notwendiger Profilregulierungen sind möglichst vor der Ausbruchsicherung, spätestens vor Herstellung der Innenschale, durchzuführen. Falls im Vertrag nicht anders geregelt, schreibt die SIA-Norm unter Pkt. 5.11.02 die Bestimmung vor, den Ausbruch nach theoretischen Ausmaßen (gem. Ausführungsplanung) zu vergüten. Das Ausmaß - gem. SN SIA 198/Pkt. 5.23.22³⁹⁶ - ist nach den nachstehend angeführten Regeln zu bestimmen:

- ausgehend von einem im Projekt definierten Punkt wird die Tunnelstrecke in Abschnitte von 5 m Länge oder einem Mehrfachen davon unterteilt.
- bei den AK I bis III wird jeder Abschnitt als Ganzes beurteilt und einer Klasse zugeordnet, z.B. indem man für die ganze Abschnittslänge einen Mittelwert der Ankerzahl bildet.
- bei den AK IV und V gilt für die Klassifikation die effektive (tatsächliche) Abschnittslänge.
- bei Stahleinbau (Ausbaubogen) erstreckt sich die Abschnittslänge auf die eingebaute Strecke zuzüglich zweimal die halbe Regeldistanz zwischen den einzelnen Einbaurahmen.

³⁹³ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 3.22.2 u. Pkt. 3.23.12, Seite 18

³⁹⁴ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. A5.21, Seite 58

³⁹⁵ siehe SN Entwurf 531 198 (2003) - revidierte SN SIA 198, Pkt. 3.4.1.3, Seite 27: Es ist ein Messkonzept erforderlich, welches erlaubt, Über- und Unterprofil schon während des Vortriebs zu erkennen.

³⁹⁶ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.23.22, Seite 37

- **Ausbruchsicherung (Stützmittel und Zusatzmaßnahmen):**

Gelangt ein differenter Bedarf an Stützmaßnahmen als der per Definition der prognostizierten AK zugrunde liegende zur Ausführung, so erfolgt die Zuordnung zur AK unter Beachtung der SN SIA 198/Pkt. 5.23.16 und Pkt. 5.23.22. Darin enthaltene Maßnahmen für die Arbeitssicherheit, die aus den gleichen Stützmitteln und Zusatzmaßnahmen wie die bautechnischen Maßnahmen zur Stützung des Hohlraumes bestehen, werden für die Bestimmung der AK mitberücksichtigt.

Die Vergütung der Ausbruchsicherung³⁹⁷ (beinhaltet die Kostenarten Lohn, Material und Gerät) erfolgt nach der tatsächlichen Ausmaßfeststellung in verschiedensten Verrechnungseinheiten (z.B. Kubikmeter, Quadratmeter, Laufmeter, Stück usw.) und sie werden entsprechend den im LV angeführten Einheitspreisen vergütet.

Zur Feststellung des effektiven (tatsächlichen) Ausmaßes einzelner Stützmittel, das zur Vergütung gem. SN SIA 198 herangezogen wird, ist hierzu folgendes zu ergänzen, da eine vglb., dynamisch anpassbare Bezugslinie für die Ausmaßfeststellung - wie in der ÖN B 2203-1 definiert - fehlt:

- **Spritzbeton³⁹⁸:**
Der Spritzbeton wird aufgrund des verarbeiteten Volumens bezogen auf die Ausgangsmischung vergütet. Die Volumenbestimmung erfolgt durch regelmäßig durchzuführende Ergiebigkeitsversuche (vgl. ÖN B 2203-1: Vergütung des Spritzbetons nach theoretischem Ausmaß unter Berücksichtigung des Übermaßes \bar{u}_m).
- **Bewehrungsnetze³⁹⁹:**
Die versetzten Bewehrungsnetze (Baustahlgittermatten) werden nach der effektiven Fläche vergütet; zur Ermittlung der effektiven Fläche enthält die SIA-Norm keine Bestimmung.

- **Mehrausbruch:**

Grundsätzlich erfolgt die Vergütung nur für geologisch-bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren MAB – Fläche F (siehe Abbildung 5-32) - verursachter geologisch-bedingter, vorhersehbarer und vermeidbarer sowie verfahrenstechnisch-bedingter, vorhersehbarer und ebenfalls vermeidbarer MAB werden nicht festgestellt und gehen zu Lasten des Unternehmers.

- **geologisch bedingter Mehrausbruch:**

Bei geologisch-bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren MAB - Flächendefinition F (ausschlaggebend ist der Teilflächenanteil von F bergseitig der theoretischen Grenzlinie G) - werden Schutterung und Transport zur Deponie sowie die zur Füllung der Hohlräume und der zur Ausbruchsicherung erforderlichen Materialien vergütet⁴⁰⁰. Der daraus resultierende Mehraufwand, welcher Auswirkungen (auf die Soll-Leistung bzw. VT-Geschwindigkeit und damit zusammenhängend) auf die vertragliche Vortriebszeit zeigt, wird in der vorliegenden SIA-Norm nicht geregelt.

- **verfahrenstechnisch bedingter Mehrausbruch – Vorhaltung des Überprofils (d):**

Jener MAB, der in der radialen Bereichsabgrenzung zufolge des unternehmerseitig festgelegten Überprofils (d) hohlraumseitig der theoretischen Grenzlinie g zu liegen kommt, ist nicht zu vergü-

³⁹⁷ ausführlich in SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.12ff., Seite 27

³⁹⁸ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.12.3ff., aaO.

³⁹⁹ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.12.6ff., aaO.

⁴⁰⁰ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.13.5, Seite 28

ten, da dieser MAB in den Leistungspositionen des Ausbruchs und Abtransportes bereits enthalten ist.

Bergseitig der theoretischen Grenzlinie g anfallende MAB aus verfahrenstechnisch-bedingten, vorhersehbaren aber unvermeidbaren Gründen⁴⁰¹, deren Ursachen aus dem planbaren Bauablauf (z. B. für Ausweichstellen, Montage- und Demontageplätze, etc.) zu folgern sind, sind zusammen mit den sich daraus ergebenden Mehrmengen jeder Art (Ausbruch, Ausbruchsicherung, Innenschale) in den Einheits-, Global- oder Pauschalpreisen einzukalkulieren und werden nicht separat vergütet. Weiters präzisiert die SN SIA 198 unter Pkt. 5.13.2, dass Mehrmengen für den Ausbruch und die Verkleidung (Innenschale), die sich ausschließlich aus gerätetechnisch-bedingten (also wiederum verfahrenstechnisch bedingten), vorhersehbaren aber unvermeidbaren Ursachen⁴⁰² entstehen (effektives Ausbruchprofil ist größer als ausgeschriebenes Ausbruchprofil) in die Einheitspreisen einzukalkulieren sind. Die Ausbruchsicherung wird jedoch nach dem tatsächlichen (effektiven) Ausmaß abgerechnet.

- **Bergwassererschwarnis:**

Der Wasseranfall wird von AG und AN mit geeigneten, geeichten Messeinrichtungen einvernehmlich gemessen. Hierzu definiert die gegenständliche Norm folgende Messbereiche⁴⁰³ (siehe Tabelle 5-13) für die maßgebenden, zur Vergütung vorgesehenen Wassermengen in Tunneln:

Ort der Messstellen:	
steigend:	fallend:
von 50 bis 150 m hinter der Ortsbrust	an der Ortsbrust ^{a)} sowie ca. 100 m rückwärts
^{a)} für die Vergütung der Erschwernisse in fallenden Strecken gilt die Differenz zwischen der an der Ortsbrust und der ca. 100 m rückwärts gemessenen Wassermengen. Bei Teilausbruch gilt anstelle der Ortsbrust der Ort der am weitesten zurückgestaffelten Ausweitung.	

Die Erschwernisse werden pro Einsatz vergütet, d.h. bei Vollausbruch einmal, bei Teilausbruch bei jeder Phase getrennt je einmal, sofern eine Behinderung noch vorhanden ist.

Tabelle 5-13: Wassermessstellen (nach SN SIA 198)

Für die Anpassung der vertraglichen Bauzeit⁴⁰⁴ (Soll-Bauprogramm) infolge veränderter Mengen gegenüber den im LV ausgeschriebenen Gruppenstunden für die vergütungsfähigen Wasserarbeitstage (WAT) infolge Erschwernisse gilt die in WAT ausgedrückte Differenz zwischen tatsächlich angefallenen Gruppenstunden und ausgeschriebenen Gruppenstunden, dividiert durch die vertraglich vereinbarten Tagesarbeitsstunden sowie vermindert mit dem Reduktionsfaktor gem. Tabelle 5-12. D.h. die Fristen verändern sich um die Differenz aus Sollbauzeit und Abrechnungsbauzeit, müssen aber beide nicht identisch mit der effektiven Bauzeit sein.

- **zeitgebundene Baustelleneinrichtung (u.a. zeitgeb. Kosten der Bst.):**

Hinsichtlich der Anpassung der abrechenbaren Bauzeit auf geänderte Verhältnisse für die Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. sind die Regelungen in der SN SIA 198 für Vortriebe am zeitkritischen Weg ebenso eindeutig wie in der ÖN B 2203-1 geregelt:

Die für die Abrechnungsbauzeit maßgebenden tatsächlichen Mengen⁴⁰⁵ für die Bestimmung des Schlussausmaßes sind:

- die Ausbruchsarbeiten, mit Berücksichtigung der AK inkl. systematisch abhängiger Maßnahmen während des Vortriebs

⁴⁰¹ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.13.1, Seite 28

⁴⁰² vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.13.2, Seite 28

⁴⁰³ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.15.43, Seite 31

⁴⁰⁴ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.15.33, Seite 30

⁴⁰⁵ vgl. SN SIA (01.05.1993), Pkt. 4.63, Seite 25

- die entsprechend vom Bauherrn anerkannten Anrechnungstage für Wassererschwerfnis, Vorauserkundung, Vortriebsunterbrechungen (Stilliegezeiten), etc.

Die Vertragspartner ermitteln die Fristveränderungen aufgrund der Differenz zwischen der Soll-Bauzeit (prognostizierte Vortriebszeit bzw. -dauer) und der anerkannten Abrechnungsbauzeit (vertraglich abrechenbare Vortriebszeit bzw. -dauer) anhand der im Werkvertrag vereinbarten Soll-Leistungen (VT-Geschwindigkeiten) und der tatsächlich angefallenen Mengen, die dann die Grundlage für eine ev. anzupassende Vergütung der Baustelleneinrichtungen darstellen. Jene Änderungen der Fristen, die auf die Vorhaltung Auswirkungen zeigen, werden für jede Arbeitsphase separat ermittelt.

Grundsätzlich gilt, dass nur die in der entsprechenden Arbeitsphase benötigten Baustelleneinrichtungen vergütet werden. Ein längeres oder kürzeres Vorhalten der Baustelleneinrichtung wird pro Gerät bzw. Gerätegruppe erst ab einer Veränderung der entsprechenden Abrechnungsbauzeit von mehr als 2 Monaten vergütet⁴⁰⁶. Beträgt die Veränderung weniger als zwei Monate, bleibt die Vergütung unverändert. Die zwei Monate werden weder verrechnet noch gut geschrieben.

Die Vergütung der Vorhaltung der Baustelleneinrichtungen zu Einheitspreisen erfolgt gewöhnlich in Verrechnungseinheiten; die der Baustelleneinrichtungen zu Global- oder Pauschalpreisen ist wie folgt gedeckelt⁴⁰⁷:

- 80% der einzelnen Positionspreise nach Erreichen der vollständigen Betriebsbereitschaft. Ist die Bereitschaft noch nicht erreicht, so vermindert sich der einzusetzende Betrag mangels anderer Vereinbarung im Verhältnis des Neuwertes der betriebsbereiten und als angemessener Vorrat auf der Bst. bereitstehenden Einrichtungen zum Neuwert aller vom Global- oder Pauschalpreis erfassten Einrichtungen.
- 100% der einzelnen Positionspreise nach erfolgter Demontage und dem Abtransport der dazugehörigen Baustelleneinrichtungen und ordnungsgemäßer Aufräumung und Instandstellung des für die betr. Einrichtungen benützten Bodens und Arbeitsplatzes.

⁴⁰⁶ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 4.69, Seite 25 – siehe SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar) (2004), Pkt. 9.2.5, Seite 27: Abminderung des Schwellenwertes auf 1 Monat

⁴⁰⁷ siehe SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 5.213, Seite 40

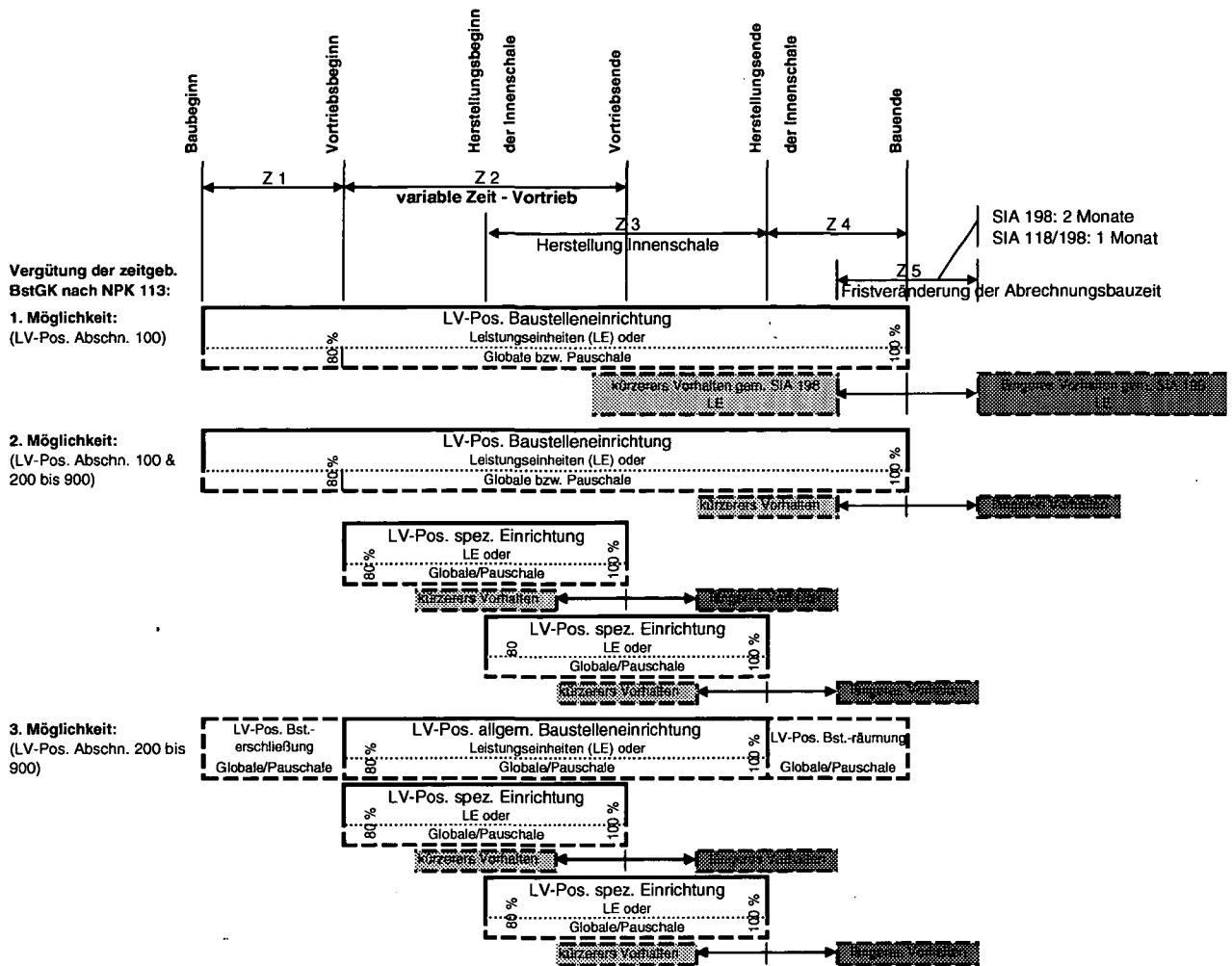


Abbildung 5-35: Basismodelle der Vergütung der Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem. SIA 198 (ergänzt um Vergütungsregulative)

5.2.3 Funktionalität des Modells

5.2.3.1 Vortriebsklassifikation

Die Festlegung der Ausbruchsart erfolgt gem. SN SIA 198/Pkt. 5.22 im Sinne der Vergleichbarkeit zur ÖN B 2203-1: Kalottenausbruch und nachträglicher Strossenabbau – Kennbuchstabe **B** (definierter Teilausbruch gem. SN SIA 198). Bei Teilausbruch ist die Ausbruchsicherung in der Kalotte für die Klassifikation des gesamten Hohlraumprofils maßgebend. Für die Bestimmung der AK sind daher die Art und Menge sowie der Einbauort der Ausbruchsicherung in der Kalotte entscheidend. Die Ausgangsbasis bildet hierfür die max. Ausbruchbreite $b = 12,0$ m als Eingangsparameter in die Tabelle 5-9; daraus sind folgende Werte abzulesen:

n ...	Anzahl der Anker pro lfm-Tunnel	9,0 Stk./m-VT bzw. lfm-Tunnel
L 1 ...	Brustbereich	5,0 m
L 2 ...	Vortriebsbereich	35,0 m
L 3 ...	rückwärtiger Bereich	300,0 m

Die nachfolgende Tabelle 5-14 zeigt vereinfacht am gegenständlichen Beispiel die möglichen AK für den Tunnel mit Ausbruchbreite $b = 12,0$ m, die Zuordnung der Stützungsarten und die dazugehörigen Einbauorte. Dabei ist nochmals anzumerken, obwohl in einem Tabellenfeld mehrere Maßnahmen zur Stützung des Hohlraums angeführt sind, dass **jede Maßnahme für sich alleine für die Klassifikation genügt**.

	AK I	AK II	AK III	AK IV	AK V
L 1:	---	≤ 9 Anker/U	> 9 Anker/U; SprBet. mit/ohne Netz $\leq 1/3$ U; ≤ 9 Brustanker;	SprBet. mit/ohne Anker und Netz $> 1/3$ U; > 9 Brustanker; Stahleinbau; SprBet. $\leq 1/4 A_{\text{Brust}}$	SprBet. mit/ohne Anker und Netz; Bruststützung $> 1/4$ A_{Brust} ; Stahleinbau mit Marciavanti ⁴⁰⁸ ; SprBet. $> 1/4 A_{\text{Brust}}$; Voraussicherung
L 2:	Anker u. Netz gegen Steinfall	≤ 27 Anker/U; SprBet. mit/ohne Netz $\leq 1/3$ U;	> 27 Anker/U; SprBet. mit/ohne Netz $> 1/3$ U; Stahleinbau in Serie	nicht maßgebend	nicht maßgebend
L 3:	---	> 27 Anker/U SprBet. mit/ohne Netz $> 1/3$ U;	nicht maßgebend	nicht maßgebend	nicht maßgebend

Tabelle 5-14: Ausbruchsklassen (AK) für den konventionellen Sprengvortrieb gem. SN SIA 198 (Tunnelbreite $b = 12,0$ m)

U ... Profilumfang
 A_{Brust} ... Ortsbrustfläche

⁴⁰⁸

Anm. des Verfassers: Ein Sonderfall des Verzugs ist das Marciavanti-Verfahren. Dabei werden dem Ausbruch vorausgehend Stahlprofile (Bleche, Kanaldielen usw.) als Verzug zur sofortigen Stabilisierung der Kalotte und ev. Parameter auskragend über den letzten Einbaubogen schräg nach außen vorgetrieben.

MATRIXFELD: B IV (Ausbruchsart B; Ausbruchsklasse IV gem SN SIA 198)

theoretisches Ausbruchsprofil [m²]	63,94
Normalprofilüberhöhung lt. Ausschreibung [m]	0,10
Überprofil d - Grenzlinie g [m]	0,25
Abstand D - Grenzlinie G [m]	0,69
Abschlagslänge [m]	1,70

Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Menge pro Abschlag	Menge pro m-Tunnel	Mengen-einheit	Menge pro m-Tunnel
Anker:					
Swellex-Anker	l = 2,00 m	0,0 Stk.	0,00 Stk.	m	0,00
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	7,0 Stk.	4,12 Stk.	m	16,47
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	6,0 Stk.	3,53 Stk.	m	21,18
Ortsbrustanker:					
Ankeranzahl im Abschlag		0,0 Stk.	0,00 Stk.	Stk	0,00
Vers. Ankerplatte ohne Vorspannung		0,0 Stk.	0,00 Stk.	Stk	0,00
Baustahlgitter:					
1. Lage	Abw. = 1,0	33,41 m²	19,65 m²	m²	19,65
2. Lage	Abw. = 1,0	33,41 m²	19,65 m²	m²	19,65
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0	0,00 m²	0,00 m²	m²	0,00
Bogen- und Lastverteiler:					
Ausbaubogen	Stk. = 1,0	19,65 m	11,56 m	m	11,56
Spritzbeton:					
Kalotte	d = 0,25 m	8,35 m³	4,91 m³	m³	4,91
Ortsbrust	d = 0,05 m	3,20 m³	1,88 m³	m³	1,88
Spieße:					
unvermörtelt	l = 6,00 m	48,0 Stk.	28,24 Stk.	m	169,41
vermörtelt	l = 6,00 m	0,0 Stk.	0,00 Stk.	m	0,00

Abbildung 5-36: Ermittlung des Matrixfeldes B IV anhand der Ausbruchsart B und Ausbruchsklasse IV gem. SN SIA 198⁴⁰⁹

Die prognostizierten Anker im gegenständlichen Beispiel von 7,65 Stk./lfm-Tunnel würden im Vergleich zur Grenzwertfestlegung des Ankerkriteriums⁴¹⁰ im jeweiligen Arbeitsbereich alleine betrachtet die Ausbruchsklasse – AK II, die Ausbruchsicherung verursacht eine leichte Behinderung des Ausbruchzyklus bzw. des Vortriebs – festlegen; generell ist aber die prognostizierte

Ausbruchsicherung für den Einbau im Arbeitsbereich L 1 vorgesehen. Daher bestimmt die Ausbruchsicherung Spritzbeton mit Anker und Netz (Baustahlgitter) sowie der Stahleinbau (Ausbaubogen) die Ausbruchklassenfestlegung – **AK IV**, die Ausbruchsicherung verursacht eine Unterbrechung des Ausbruchzyklus bzw. Vortriebs (sofortige Sicherung nach jeder Ausbruchsetappe). (Das Stützmittel unvermörtelte Spieße gilt nicht im Sinne der SIA-Norm als Voraussicherung, da unter Voraussicherungen Maßnahmen zur Verbesserung der Standfestigkeit der Ortsbrust zu verstehen sind und nicht Maßnahmen zur lokalen, kurzfristigen Stabilisierung des Ausbruchrandes der Kalottenortsbrust gemeint sind.)

Die zugrunde liegende Norm würde eine max. Abschlagslänge von 2,00 m vorschreiben, zur besseren Vergleichbarkeit mit der ÖN B 2203-1 wird jedoch angenommen, dass die Abschlagslänge zufolge der geomechanischen Planung hier in den fiktiven Ausschreibungsunterlagen mit max. 1,70 m geregelt ist.

Die nachstehende Abbildung 5-37 veranschaulicht das durch die normkonforme Festlegung der **Ausbruchsart (B)** und der **Ausbruchsklasse (AK IV)** zugewiesene Matrixfeld gem. SN SIA 198, welches u.a. neben der tabellarischen Auflistung der Ausbruchsicherungen die objektive und nachvollziehbare Grundlage der (Vor-)Kalkulation des Bieters darstellt (→ **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**). Normgemäß ist in der dem Matrixfeld B IV zugeordneten Ausbruchposition der zu quantifizierende Aufwand der entstehenden Behinderung durch die prognostizierte Art und Menge sowie durch den festgelegten Einbauort der Ausbruch-

⁴⁰⁹ Anm. des Verfassers: Um die Vergleichbarkeit mit der ÖN B 2203-1 zu gewährleisten, ist das in der SN SIA 198 definierte Normalprofil (R = 6,00 m + 0,03 m radiale Abdichtung) um eine Normalprofilerrhöhung von 10 cm (entspr. dem lt. ÖN B 2203-1 definierten Übermaß) radial erweitert worden.

⁴¹⁰ vgl. SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2002), Pkt. 11.1.2, Seite 28: Anm. - Die prognostizierten Anker von 0,40 m²/lfm-Tunnel im gegenständlichen Beispiel ergeben im Vergleich zu den Grenzwertfestlegungen des Ankerkriteriums im jeweils zu betrachtenden Arbeitsbereich gem. SN SIA 118/198 ebenfalls keine eindeutige Festlegung der Sicherungsklasse, die Ausbruchsicherung Spritzbeton mit Anker und Netz (Baustahlgitter), Brustsicherung mit Spritzbeton sowie der Stahleinbau (Ausbaubogen) lassen eine Sicherungsklassenfestlegung – SK 3, die Ausbruchsicherung verursacht eine erhebliche Behinderung des Vortriebs – im Vergleich zur SN SIA 198 (01.05.1993) wesentlich leichter, eindeutiger und um eine Klassenstufe besser zu.

sicherung in Abhängigkeit der Ausbruchsart und der prognostizierten Abschlagslänge des Vortriebs zu berücksichtigen.

Ausbrucharten:	Ausbruchklassen:				
	AK I	AK II	AK III	AK IV	AK V
A ... Vollausbuch	A I	A II	A III	A IV	A V
B ... Kalottenausbruch	B I	B II	B III	B IV	B V
C ... Kalottenausbruch unterteilt			C III	C IV	C V
D ... Paramentstollen			D III	D IV	D V
E ... Teilausbuch (objektspezifisch)				E IV	E V

Abbildung 5-37: Matrixfeld der ausbruchsartabhängigen Ausbruchklasse IV gem. SN SIA 198

5.2.3.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten

In den derzeit üblichen Werkverträgen des schweizerischen Untertagebaus (Leistungsvertrag auf Basis von Einheitspreisen) sind ebenfalls im Vergleich zur ÖN B 2203-1 nur die jeweiligen Leistungspositionen der AK (Ausbruch) in Zuordnung zur jeweiligen Ausbruchsart für das Einkalkulieren der vom Unternehmer veranschlagten Kosten des Vortriebs im verfahrenstechnischen sowie betriebswirtschaftlichen Sinn variabel anzusehen (siehe Abbildung 5-38), da die einschlägigen Leistungspositionen der artdifferenten Ausbruchsicherung gem. SN SIA 198 (NPK 265 D – Untertagebau: Ausbruchsicherungen) unabhängig von der jeweiligen ausbruchsartbehafteten AK sowie die Leistungspositionen für Mehrausbuch (NPK 261 D – Untertagebau: Sprengvortrieb) und Erschwernisse (z.B. NPK 266 D – Untertagebau: Wasserhaltung) zumeist als Aufzahlungen auf die Leistungspositionen der klassifizierten Regelvortriebe ausgeschrieben werden.

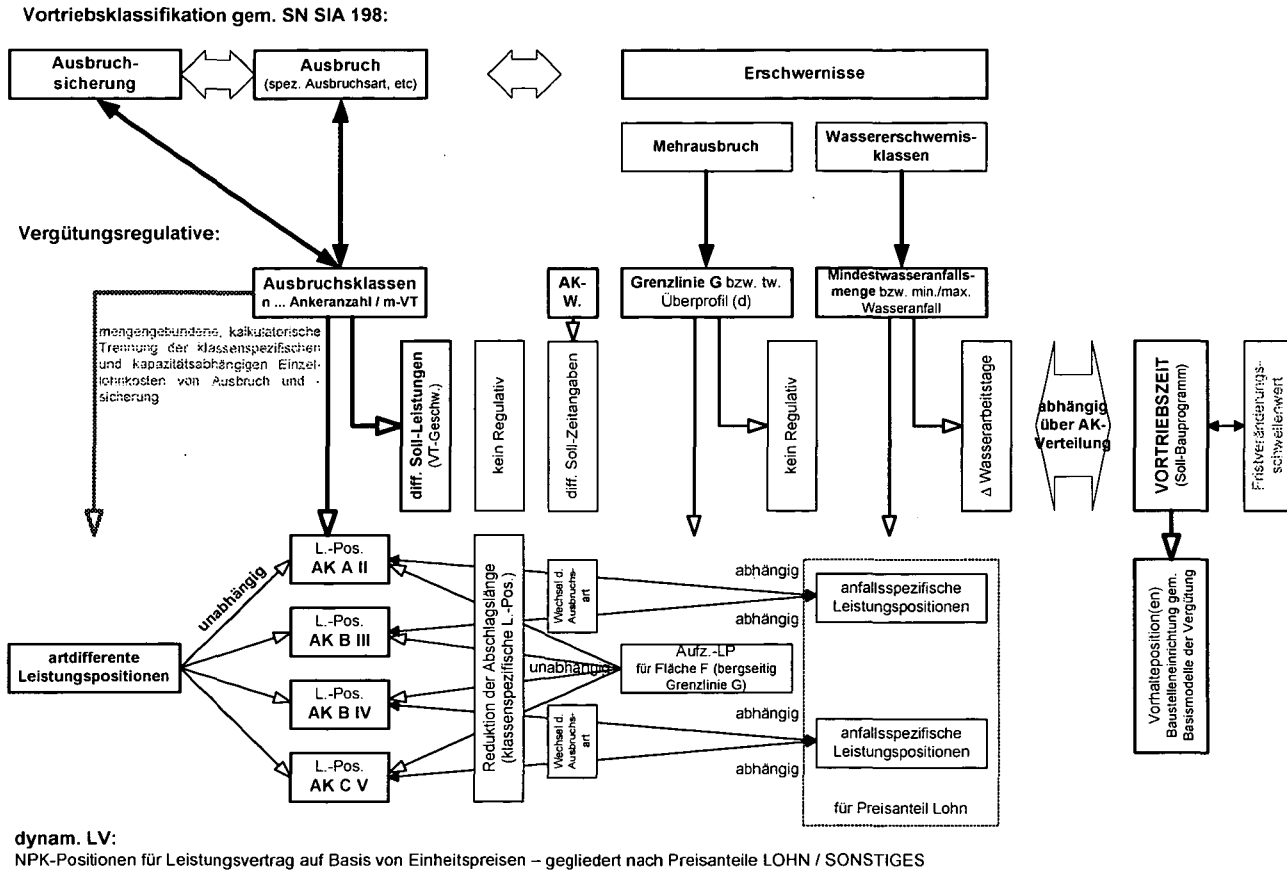


Abbildung 5-38: Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV gem. SN SIA 198 beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)

Es besteht jedoch auch hier die legitime Möglichkeit, Einzelkostenkomponenten zugeteilter Kostenarten einer LV-Position in andere LV-Positionen umzulegen bzw. einzurechnen, die wiederum a.d.S. des Unternehmers mit einer höheren Wahrscheinlichkeit und Sicherheit im Bauproduktionsfall zu vergüten sind, um dadurch die bei der Bauproduktion schlagend werdenden ausgabenwirksamen Kosten (variable Kosten) sicher abdecken zu können. Unter Voraussetzung des verbindlichen Charakters der SN SIA 118 und SN SIA 198 (inkl. NPK, v.a. 103 D - Kostengrundlagen) infolge Vertragsbestandteil des Werkvertrags im Untertagebau haben sich die in Abbildung 5-39 angeführten Kostenartverschiebungen bzw. Kostenelementverschiebungen, v.a. bei den Lohn-, Aufsichts- und Führungskosten sowie bei den Inventarkosten des Vortriebs, im eigenössischen Tunnelbau bei der Zuordnung zu den Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen (Baustelleneinrichtungen) etabliert.

Die folgende Tabelle 5-15 stellt die wesentlichen Umlegungen der Einzelkosten der Teilleistungen und der den Baustellengemeinkosten zugewiesenen Kostenarten bzw. Kostenelementen im Zuge der (Vor-)Kalkulation zu den im LV vorzusehenden Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen im Untertagbau auf Basis einer strikten Anwendung des NPK, insbesondere NPK 103 D – Kostengrundlagen, und unter Bezugnahme auf den folglich erörterten Sachverhalt vereinfacht zusammengefasst dar:

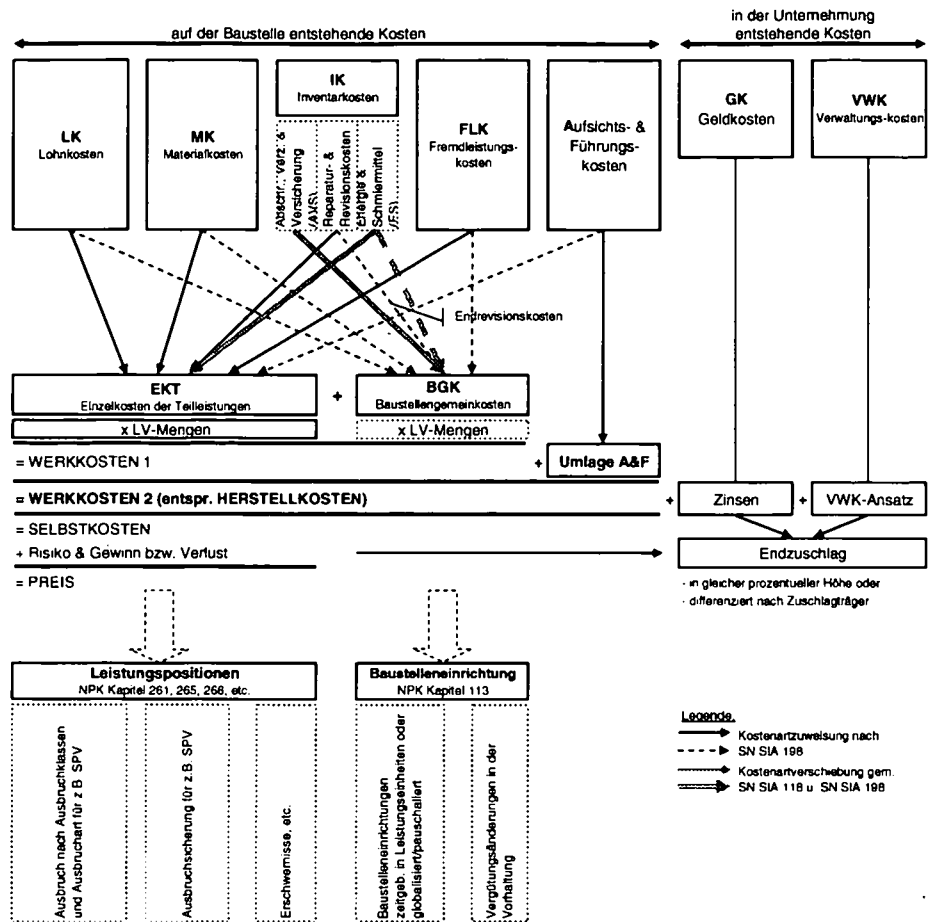


Abbildung 5-39: zulässige Kostenartverschiebungen auf Grundlage der SN SIA 118 und SN SIA 198

		Lohnkosten (LK)	Aufsicht & Führung:	Materialkosten (MK):	leistungsabhängige Inventarkosten (IK):		
EKT:					AV&S ¹⁾	Rep.&Rev. ¹⁾	E&S
Leistungspos. (variable K.)	Ausbruch nach ausbruchartbehafteter Ausbruchklasse	X VT-Mannschaft + anteilige Behinderung gem. Abschlagszyklen	prozentuelle Umlage nach Zuschlagträger	X Sprengmittel Verschleiß		X Leistungsgeräte Rep.	X
	Ausbruchsicherungen	X VT-Mannschaft		X		X Leistungsgeräte Rep.	X
	Mehrausbruch, Erschwernisse, etc.	X VT-Mannschaft		(X)		X Leistungsgeräte Rep.	X
BGK (BstGK):							
Bst.-einrichtung (Vorhaltepos.) (Fixkosten)	zeitgeb. Kosten der Bst.-einrichtungen (inkl. Vorhaltegerätekosten)	(X) unprod. Lohn	---	(X)	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X (End-)Revision Leistungsgeräte X Rep.&Rev. Vorhaltegeräte	X Vorhaltegeräte
	Vergütungsänderungen in der Vorhaltung	(X)	---	(X)	X	X	X

Tabelle 5-15: Darstellung der Kostenart- bzw. Kostenelementumteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei strikter Anwendung des NPK (bzw. der Vorkalkulation des SBV)

¹⁾ wertmäßige Ansätze aus schweizerischer Bauinventarliste (SBIL) des SBV

5.2.3.2.1 Kommentar zu den Lohnkosten (LK)

Auch im Zuge der Anwendung der SN SIA 198 gilt die These, dass die Art und die Menge der Ausbruchsicherung innerhalb einer flexiblen Tunnelbaumethode variabel zu bleiben haben und diese laufend an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden können sollen. Die jeweilige artdifferente Ausbruchsicherung wird auch hier bekanntermaßen unabhängig von der Ausbruchsart und von der AK (siehe Abbildung 5-38), jedoch abhängig vom Einbauort während des Vortriebs anhand von separaten Leistungspositionen im LV ausgeschrieben und vergütet. D.h. es sind in Analogie zu Pkt. 5.1.3.2.1 selbige Überlegungen für das „Zuschlagen“ der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Ausbruchsicherung anzustellen:

- Die **bauverfahrenstechnische Sichtweise** hinsichtlich der Kalkulation der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Ausbruchsicherung gilt sinngemäß lt. Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten uneingeschränkt;
- Die **betriebswirtschaftliche Sichtweise** hinsichtlich der Kalkulation der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Ausbruchsicherung gem. Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten ist dahingehend zu relativieren, dass nach Angabe des SBV in den Vordersätzen der einschlägigen Leistungspositionen der Stützmittel keine bedeutenden Mengenreserven enthalten zu sein haben und nur jene Zusatzmaßnahmen auszuschreiben sind, die der praktischen Umsetzung des Projekts dienen.
D.h., zufolge dieser Vorgaben würde sich der Bieter aufgrund eines Einkalkulierens diesbzgl. Einzellohnkosten in die einschlägigen Leistungspositionen der artdifferenten Ausbruchsicherung bei der Gesamtpreisbildung seines Angebotes im freien, lauterer Wettbewerb hinsichtlich eines erhofften Zuschlags im Vorhinein nicht schlechter stellen.
- Eine **vergaberechtliche Betrachtung** in Hinsicht einer angemessenen Preisbildung gem. SN SIA 118⁴¹¹ in den einschlägigen Leistungspositionen der AK (Ausbruch) und der artdifferenten Ausbruchsicherung bei aufgegliederten Preisanteilen Lohn und Sonstiges dieser LP im LV hält aufgrund der durch den SBV empfohlenen, nachstehend angeführten Vorgehensweise des anteiligen „Zuschlagens“ diesbzgl. Einzellohnkosten zu den genannten LV-Positionen stand.

Die zufolge eines Regelabschlags in einer ausbruchsartbehafteten AK zuordenbar anfallenden, **klassenbehafteten und mengenabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en)** (variable Kosten), verursacht durch die Ausbruchstätigkeit, den Einbau der Ausbruchsicherung sowie durch etwaige ausbruchsart- und -klassenspezifisch einzukalkulierende Erschwernisse, werden **anteilig** den entsprechenden einschlägigen Leistungspositionen für den Ausbruch und für die Ausbruchsicherung nach NPK zugeschlagen. Im Gegensatz zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 ist hier die **kalkulatorische Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes**⁴¹² für jegliches

⁴¹¹ vgl. SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 1.25, Seite 10 sowie SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 2.4ff., Seite 21

⁴¹² Anm. des Verfassers: Lt. den Standard-Analysen des SBV (NPK 265 D – Untertagbau: Ausbruchsicherung (1994)) – haben die Einheitspreise der einschlägigen Leistungspositionen der Ausbruchsicherungen den der beschriebenen Leistung entspr. Lohnanteil für die Lieferung und den Einbau der Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen zu enthalten.

Stützmittel bzw. jegliche Zusatzmaßnahme erforderlich (→ **mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** – siehe Abbildung 5-40).

Bei dieser Vorgehensweise ist jedoch der Einfluss der aus der gewählten Bau- und Betriebsweise resultierenden klassenspezifischen Behinderung des Abschlagszyklus, zufolge der durch den Einbau der progn. Ausbruchsicherung etwaig erforderlichen unproduktiven Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. sowie der durch den Einbau der Ausbruchsicherung allfällig gebirgsverhaltensinduzierten Erschwernisse, in die ausbruchsart- und -klassenabhängige Leistungsposition des jeweiligen Ausbruchs einzukalkulieren, um den prognostizierten Aufwand an Lohnstunden entsprechend erfassen zu können. Diese Maßnahme ist Grundvoraussetzung für das kalkulatorische Generieren eines „völlig“ ausbruchsart- und -klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes betr. einer gebirgsneutralen Lohn-Preisbildung in den einschlägigen Leistungspositionen jeglicher artdifferenten Ausbruchsicherung.

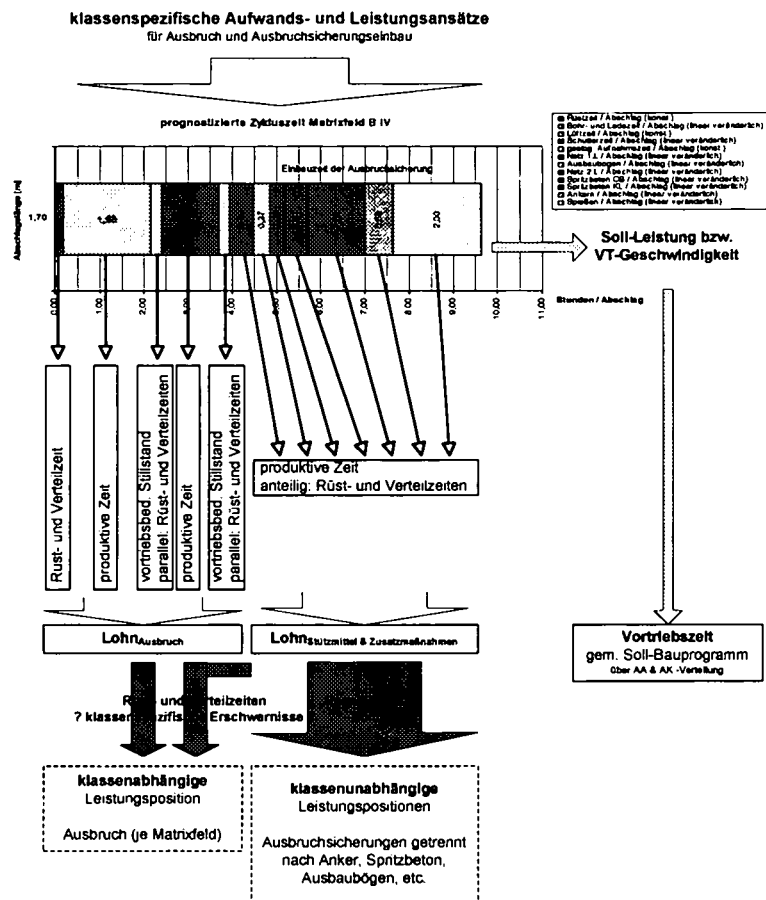


Abbildung 5-40: mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch und die Ausbruchsicherung; kalkulatorische Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes

Ein augenscheinlicher, in der Detailkalkulation des Bieters aufscheinender Zusammenhang zwischen der jeweiligen klassenspezifischen VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung, über die sich im Weiteren die anteilig prognostizierbare Vortriebszeit über die zugehörig prognostizierte AK-Verteilung errechnet, und dem in der Detailkalkulation in den klassenspezifischen Leistungspositionen des Ausbruchs auszuweisenden klassenunterschiedlichen Aufwand an Einzellohnstunden (beinhaltet die Ausbruchstätigkeit, die generell klassenbezogene Behinderung zufolge des Einbaues der Ausbruchsicherung und die klassenspezifische Behinderung zufolge der durch den Einbau der progn. Ausbruchsicherung allfällig gebirgsverhaltensinduziert entstehenden Erschwernisse sowie der durch den Einbau der progn. Ausbruchsicherung etwaig erforderlichen unproduktiven Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc.) zufolge gewählter Bau- und Betriebsweise sowie dem ebenfalls in der Detailkalkulation in den klassenunabhängigen Leistungspositionen der artdifferenten Ausbruchsicherung auszuweisenden jeweiligen Auf-

wand an Regeleinbau-Einzellohnkosten (beinhaltet den gebirgsneutralen Einbau der progn. Stützmaßnahmen) ist dadurch nicht mehr gewährleistet (siehe Tabelle 5-16 und Tabelle 5-17).

5.2.3.2.2 Kommentar zu den Kosten Aufsicht und Führung (A&F)

Diese Art der Zurechnung der Gesamtkosten für Aufsicht und Führung wird aus betriebswirtschaftlicher Sicht v.a. im Untertagebau bei geräteintensiven Arbeiten prozentuell in gleicher Höhe auf die Werkkosten 1 der vier Zuschlagsträger (LK, MK, IK und FLK) angewendet. Nach Schweizer Auffassung lassen sich im Zuge der Vorkalkulation v.a. die Kosten der Führung in der Regel nicht direkt auf die Bst. zurechnen, da einerseits nicht alle Tätigkeiten der Führung baustellenbezogen sind und andererseits die daraus erwachsenden Kosten stets in einer Wechselbeziehung zu den Verwaltungskosten stehen. Eine Alternative für die Kalkulation der Aufsichtskosten (i.S. von unproduktiven Lohnkosten) stellt die Einrechnung in die leistungsabhängigen Lohnkosten (Gruppenmittellohn des Ausbruchs) oder in die spezielle Baustelleneinrichtung gem. der 2. oder 3. Möglichkeit des Basismodells der Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem. SN SIA 198 (siehe Abbildung 5-33) dar.

Bei Beststellungsänderungen im Sinne der SN SIA 118/Pkt. 3.31 - Abs. 4 (veränderte Mengen zufolge der zur Zeit der Ausschreibung aus bautechnischen Gründen noch nicht bestimmbar Mengen) bleiben im Zuge einer Preiskalkulation die Einheitspreise der betroffenen Leistungspositionen unverändert, da der Mehr- oder Minderaufwand bei der Aufsicht und Führung durch die Umlage „leistungsgerecht“ berücksichtigt wird.

5.2.3.2.3 Kommentar zu den Gerätekosten (GK)

Dem Grundtenor⁴¹³, dass aus betriebswirtschaftlich vereinfachter Sichtweise die Leistungsgeräte des zyklisch konventionellen Vortriebs im Zuge der Kalkulation generell als Vorhaltegeräte adaptiert werden, um einerseits der versimplifizierten Kostenwahrheit von im zyklischen Vortrieb eingesetzten Leistungsgeräten besser zu entsprechen und um andererseits die Vergleichbarkeit und die Objektivität in der Angebotsprüfung für den AG nicht zu erschweren, da das Zuschlagen von im Schichtbetrieb eingesetzten Leistungsgeräten mit unterschiedlich behafteten Einsatzstunden pro Vorhaltemonat zufolge zyklischem Betrieb zu den einschlägigen Leistungspositionen des Ausbruchs oder der Ausbruchsicherung die Kostentransparenz risikosphärenbehaftet verzerren würde, wird ebenfalls in der Schweiz Folge geleistet.

Die Komponenten der Kostenart Gerät - Abschreibungs-, Verzinsungs- & Versicherungskosten (Fixkosten) sowie die Reparatur- und Endrevisionskosten (variable Kosten), entsprechen in Summe der Gerätemiete - werden hier zulande jedoch getrennt behandelt:

Die Abschreibungs-, Verzinsungs- & Versicherungskosten (Fixkosten) der adaptierten Vorhaltegeräte werden dem zeitgeb. Kostenanteil der Bst. (Z2 – variable Vortriebszeit) zugewiesen, welcher einerseits der Vorhalteposition der generellen zeitgeb. Baustelleneinrichtung (1. Möglichkeit) oder andererseits den möglichen Vorhaltepositionen der zeitgeb. speziellen Baustelleneinrichtung (2. oder 3. Möglichkeit) gem. dem Basismodell der Vergütung der Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem. SN SIA 198 zuzuordnen ist.

Die Reparatur- und Endrevisionskosten (variable Kosten) der adaptierten Vorhaltegeräte gehen zu 50% in die einschlägigen Leistungspositionen des Ausbruchs bzw. der Ausbruchsicherung – da ein ausgabenwirksamer Reparaturaufwand, v.a. der im Reparaturentgelt enthaltene Lohnaufwand, nur bei tatsächlicher Leistungserbringung des jeweiligen Geräts entsteht - und zu 50% in

⁴¹³ vgl. SIA D 0124 (1995), Seite 39ff.

die entsprechende Vorhalteposition des möglichen, zur Wahl stehenden Basismodells der Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem. SN SIA 198 ein.

Diese Gerätekosten des ausbruchsart- und -klassenabhängigen Geräteparks werden bei der Wahl der 1. Möglichkeit des Basismodells der Vergütung der Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D, wie unter Pkt. 5.1.3.2.2 angeführt, in eine Pauschale pro Verrechnungseinheit umgelegt oder bei der Wahl der 2. und 3. Möglichkeit des Basismodells der Vergütung der Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem. Abschn. 900 den detailliert gegliederten Vorhaltepositionen (Einrichtung für den Sprengvortrieb, Einrichtung für den Vortrieb im Lockergestein, Einrichtung für Ausbruchsicherung, Spritzbeton- und Spritzmörteleinrichtung, usw.) anteilmäßig zugewiesen.

Die Kostenkomponenten Energie und Schmiermittel (variable Kosten) der Kostenart Gerät werden – wie in den üblichen Leistungsverträgen des österreichischen Untertagebaus aus betriebswirtschaftlichen Gründen - den einschlägigen Leistungspositionen des Ausbruchs zugeschlagen, da ausgabenwirksame Gerätestoffkosten nur bei tatsächlicher Leistungserbringung im Vortrieb des jeweiligen Geräts in Abhängigkeit der Einsatzverhältnisse mehr oder weniger stark verbraucht werden.

5.2.3.3 Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. -leistungen

Im Weiteren hat der Bieter auf Basis der in den Ausschreibungsunterlagen ersichtlich gemachten Ausbruchklassenfestlegungen (veranschaulicht in der Matrix gem. SN SIA 198), denen im LV je eine Leistungsposition in Abhängigkeit der Ausbruchsart für die Vergütung des Ausbruchs direkt zuordenbar ist, über die Ermittlung der Soll-Leistung(en) (bzw. VT-Geschwindigkeit) die jeweiligen Einzelkosten der AK und der zugehörigen Stützmaßnahmen zu kalkulieren⁴¹⁴. Für eine dem prognostizierten Sachverhalt entsprechende Ermittlung der Soll-Leistung bzw. der VT-Geschwindigkeit sind angemessene, projektspezifisch festzulegende Aufwands- und Leistungswerte für den Ausbruch und den Einbau der jeweilig artdifferenten Ausbruchsicherung unter zu beachtenden Randbedingungen (techn. Lösemethode, Ausbruchsart bzw. objektspezifischer Teilausbruch, max. Abschlagslänge, Ringschlusszeiten bzw. -distanzen, etc.) vom Bieter als verbindliche Kalkulationsannahmen eindeutig und vollständig - in der Hinsicht einer nachvollziehbaren Preisermittlung bei Zusatzangeboten - anzusetzen.

Die notwendige Berechnung der Zykluszeit für den prognostizierten Regelabschlag mit $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$ der AK B IV erfolgt auf Grundlage EDV-gestützter Tabellenkalkulation; die dafür kalkulatorisch angesetzten Aufwands- und Leistungswerte sind wiederum im Anhang 13.2.3/Tabelle 13-25 dargestellt. In weiterer Folge ist ebenfalls besonderes Augenmerk auf die kalkulierte Soll-Leistung bzw. VT-Geschwindigkeit und dem damit direkt zusammenhängenden Einzellohnkosten pro m-VT bzw. pro m^3 -VT der VT-Mannschaft(en) zu legen.

Folgende Situation lässt sich daher für den prognostizierten Regelvortrieb der AK B IV hinsichtlich markanter Vortriebsdaten (VT-Geschwindigkeit, VT-Leistung, Aufwand in Lohnstunden pro m-VT bzw. m^3 -VT sowie Einzellohnkosten pro m-VT bzw. m^3 -VT) in der Tabelle 5-16 darstellen:

⁴¹⁴ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.21.2, Seite 34

→ **Ausbruch:**

			Abschlagslänge	Stunden / Abschlag	Vortriebsgeschw. / (fm/AT)	Δ-% auf Regel-VT-Geschw.	Lohnstd. / m-VT	Lohnstd. / m²-VT	Δ-% auf Regel-VT	Δ Mah / m-Ausbruch	Δ Mah / Ausbruchsicherung	Δ h _{an} / m²-Ausbruch	Δ h _{an} / Ausbruchsicherung	Lohnkosten / m-VT (Ausbruch)	Δ Regel-VT	Δ-% auf Regel-VT	Lohnkosten / m²-VT (Ausbruch)	Δ Regel-VT	LK umgel. / m³ (beton. Anker)	
			[m]	[h/Absch.]	[fm/AT]	[%]	[Mah/fm]	[Mah/m²]	[%]	[Mah/fm]	[Mah/fm]	[Mah/m²]	[Mah/m²]	[€/fm]	[€/fm]	[%]	[€/m²]	[€/m²]	[€/m³]	
Regelabschlag:																				
AK	B IV	Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	697,29	0,00	0,00%	10,10	0,00	10,91	

Tabelle 5-16: Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs – AK B IV

Anhand einer prognostizierten Längenverteilung der AK B IV geteilt durch die ermittelte, vertraglich festzuschreibende VT-Geschwindigkeit (Soll-Leistung) von $v_{B IV} = 4,23 \text{ f/m/AT}$ würde sich nun eine anteilig prognostizierbare, kritische Vortriebszeit für das Soll-Bauprogramm errechnen und somit die dynamisch anpassbare Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung während des Vortriebs über die tatsächliche Längenverteilung der AK B IV im Sinne der SN SIA 198 unter Beachtung des Fristveränderungsschwellenwert-Regulativs gem. SN SIA 198/Pkt. 4.69 (bauzeitl. Differenz zw. Soll-Bauzeit und Abrechnungsbauzeit) regeln lassen.

→ **Ausbruchsicherung (Aufspaltung der anfallenden Lohnkosten der Ausbruchsicherung):**

Ausbruchsicherungen:	Parameter:	Menge pro m-Tunnel	Lohnaufwand / m³-VT [Mah/m³]	Lohnaufwand / VE (inkl. d)	Überprofilfaktor [1]	Lohnaufwand / VE (Ist-Masse)	Lohnkosten / VE [€/VE]
Anker:							
Swellex-Anker	l = 2,00 m	0,00 Stk.	0,0000	0,2583 / Stk.	---	0,2583 / Stk.	12,92 / Stk.
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	4,12 Stk.	0,0154	0,3500 / Stk.	---	0,3500 / Stk.	17,50 / Stk.
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	3,53 Stk.	0,0179				
Ortsbrustanker:							
Ankeranzahl im Abschlag		0,00 Stk.	0,0000				
Vers. Ankerplatte ohne Vorspannung		0,00 Stk.	---				
Baustahlgitter:							
1. Lage	Abw. = 1,0	19,65 m²	0,0272	0,0957 / m²	1,04	0,0920 / m²	4,60 / m²
2. Lage	Abw. = 1,0	19,65 m²	0,0170	0,0598 / m²	1,04	0,0575 / m²	2,88 / m²
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0	0,00 m²	0,0000		1,08		
Bogen- und Lastverteiler:							
Ausbaubogen	Stk. = 1,0	11,56 m	0,0192	0,1144 / m	1,04	0,1100 / m	5,50 / m
Spritzbeton:							
Kalotte	d = 0,25 m	4,91 m³	0,0658	0,9244 / m³	1,04	0,8889 / m³	44,44 / m³
Ortsbrust	d = 0,05 m	1,88 m³	0,0261	0,9599 / m³	1,08	0,8889 / m³	44,44 / m³
Spieße:							
unvernörtelt	l = 6,00 m	28,24 Stk.	0,1022	0,2500 / Stk.	---	0,2500 / Stk.	12,50 / Stk.
vernörtelt	l = 6,00 m	0,00 Stk.	0,0000				
Σ: 0,2908							

Tabelle 5-17: Übersicht der Zuteilung der Aufwandswerte in die artdifferenten, klassenunabhängigen Leistungspositionen der Ausbruchsicherung gem. NPK 265 D

In Tabelle 5-17 ist der Aufwand der Lohnstunden je Verrechnungseinheit ersichtlich, der der jeweiligen klassenunabhängigen Leistungsposition der artdifferenten Ausbruchsicherung gem. NPK 265 D zu zuweisen ist. In dieser von der Ausbruchsart abhängigen AK IV ergibt sich augenscheinlich folgender Sachverhalt in Zuteilung zu den Leistungspositionen der Ausbruchsicherung:

- Im Aufwandswert der Stützmittel - Anker und Spieße – ist ein gleichzeitiger Ablauf gleicher VT-Tätigkeiten (Bohren und Versetzen) der VT-Mannschaft beim Einbau der Stützmittel in Form von einer klassenspezifischen Parallelität berücksichtigt. Dieser Aufwandswert widerspiegelt lediglich einen zusätzlichen, speziell auf diese AK abgestimmten, seriellen Ankereinbau in Abhängigkeit der angesetzten Gleichzeitigkeit zwischen Bohr- und Versetztätigkeit.

- Im Aufwandswert des Stützmittels Baustahlgitter differieren die Lohnstunden bzgl. des Einbaus einer 1. und 2. Lage beachtlich voneinander, da für die 2. Lage des Baustahlgitters bzw. Netzes ein geringerer Aufwandswert (schnellerer Einbau) in der Kalkulation festgelegt wurde. Für die Vergütung des Stützmittels sieht der NPK 265 D allerdings nur eine gemeinsame Leistungsposition vor. Daher muss in diesem Fall vorab ein – noch klassenabhängiger - „Regeleinbau“-Aufwandswert für die klassenunabhängige Leistungsposition generiert werden.
 - z.B. die Erschwernis zufolge des Einbaus der 1. Lage Baustahlgitter direkt am Ausbruchrand wird klassenspezifisch in die der AK B IV zugehörigen Leistungsposition umgelegt:
 $\Delta 0,0345 \text{ Mah}_{\text{Lohn}}/\text{m}^2 \times 1,04 \text{ (Überprofilfaktor)} \rightarrow \Delta 0,0102 \text{ Mah}_{\text{Lohn}}/\text{m}^3\text{-VT} \dots$
 Umlagedifferenz für den Ausbruch gem. LP der AK B IV
- Im Aufwandswert des Stützmittels Spritzbeton⁴¹⁵ ist ebenfalls zufolge gleichzeitigen Ablaufs gleicher VT-Tätigkeiten (Spritzbetonauftrag) der VT-Mannschaft eine klassenspezifische Parallelität (gegenständliches Bsp. 2 Spritzdüsen für Trockenspritzbeton) für den Einbau berücksichtigt. Dieser Aufwandswert widerspiegelt den seriellen Einbau eines zusätzlichen Kubikmeters Spritzbeton in Abhängigkeit der angesetzten Parallelität.

5.2.3.4 Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer ausbruchsartabhängigen Ausbruchsklasse

Die Voraussetzung für die Durchführung dieser Simulation im normkonformen Geltungsbereich der ausbruchsartabhängigen AK ist, dass gem. VT-Klassifikation die techn. Lösemethode sowie die objektspezifisch gewählte Ausbruchsart trotz Änderung des spezif. Gebirgsverhaltens im Sinne der Grundvoraussetzung für die Erstellung von Angeboten der SN SIA 198 (vgl. Pkt. 5.2.2.1) konstant bleiben. Auch das Normalprofil bzw. der einschlägige Profiltyp des Kalottenquerschnitts wird nicht verändert.

Unter Bezugnahme auf das auf SIA-Verhältnisse adaptierte und in diesem Sinne zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 vergleichend fortzusetzende Beispiel entsteht nun auf Basis der SN SIA 198 im Geltungsbereich der AK B IV nachstehender Bezugssachverhalt:

- **Soll-Leistung gem. Soll-Bauprogramm** (vgl. VT-Geschwindigkeit) $v_{B \text{ IV}} = 4,23 \text{ lfm/AT} = \text{konst.}$ für die Ermittlung der anteiligen kritischen Vortriebszeit (prognostizierbare sowie vertragliche bzw. abrechenbare Vortriebszeit)
- **Lohnkosten 697,29 €/lfm-VT bzw. 10,91 €/m³-VT = konst.** für die Vergütung des Ausbruchs
- (anteilige) Lohnkosten gem. Tabelle 5-17 für die Vergütung der progn. Ausbruchsicherung

Im Anschluss ist auf theoretischer Ebene zu untersuchen, welche Auswirkungen eintretende Leistungsänderungen im vorrangigen Bezug auf die mengenabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs und der Ausbruchsicherung aufgrund eines veränderten spezif. Gebirgsverhaltens, die im gegenständlichen Fall lt. Pkt. 5 in die **Änderung der Abschlagslänge** und in eine (bloße) **Men-**

⁴¹⁵ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 3.12ff., Seite 13: Leistungspositionen für Spritzbeton wird nach Qualitätsklassen unabhängig der Dicke mit dem Vordersatz Kubikmeter gestaffelt; für eine erste Lage der Ausbruchsicherung kommt lediglich Spritzbeton der Qualitätsklasse B gem. SN SIA 162 zur Anwendung.

genänderung der Ausbruchsicherung (differenzierbar in artrein bzw. artdifferent) unterschieden werden, innerhalb der AK B IV gem. SN SIA 198 unter Beachtung der Bestimmung der „Bestellungsänderung“ der SN SIA 118/Pkt. 3.3⁴¹⁶ verursachen.

5.2.3.4.1 **Änderung der Abschlagslänge**

- **Ursache: Änderung des spezifischen Gebirgsverhaltens**
Wirkung: Änderung der Abschlagslänge
 → Simulation innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der ausbruchsartbehafteten AK gem. SN SIA 198:

Die SN SIA 198 enthält unter Pkt. 5.23.15 die Bestimmung, dass bei Erfordernis besondere Maßnahmen, wie z.B. eine Verkürzung der Abschlagslänge, diese Maßnahmen gesondert als Aufzahlungspositionen im LV auf die jeweilige AK ausgeschrieben werden⁴¹⁷. Aufgrund dieser Tatsache entfällt eine diesbzgl. Simulation der Änderung der einer ausbruchsartbehafteten AK zugewiesenen max. Abschlagslänge.

A.d.S. eines rein bauwirtschaftlichen Aspektes löst ja bekanntlich die Änderung der Abschlagslänge zufolge der sich ändernden geomechanischen Situation streng betrachtet eine Änderung in der Art der Leistung bzw. eine Änderung in den Umständen der Leistungserbringung aus, was im Sinne der SN SIA 118/Pkt. 3ff.⁴¹⁸ zur Bestellungsänderung führt und daher leistungsgerecht separat dem Unternehmer zu vergüten ist (soweit hierfür noch keine gesonderten Leistungspositionen im LV existieren).

- **Ursache: Änderung der Abschlagslänge**
Wirkung: Änderung der VT-Leistung und v.a. der VT-Lohnkosten
 → Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie des im Zusammenhang stehenden Aufwandswertes und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der ausbruchsartbehafteten AK gem. SN SIA 198:

Entfall der Simulation aufgrund des unter o.a. Punktes erläuterten Sachverhalts.

5.2.3.4.2 **(Mengen-)Änderung der Ausbruchsicherung**

- **Ursache: Änderung des spezifischen Gebirgsverhaltens**
Wirkung: artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Ausbruchsicherung
 → Simulation der jeweils ausführbaren (Einzel-)Mengenänderung innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der ausbruchsartbehafteten AK gem. SN SIA 198 zur Quantifizierung der möglichen Bandbreite der Behinderung des Ausbruchzyklus:

Es wird nun im Anschluss einerseits aufgezeigt, welche Mehr- bzw. Mindermengen an Ausbruchsicherung bei theoretischer Ausnutzung des max. Geltungsbereiches der AK B IV aufgrund der vorrangig deskriptiven Klassifikation zu zuweisen sind, und andererseits dargetan, welche daraus resultierende Bandbreite der dadurch bedungenen Behinderung des Abschlagszyklus dem Vortrieb quantifizierbar zuordenbar wird. **Unter der den Abschlagszyklus beeinflussenden**

⁴¹⁶ siehe SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 3.31, Abs. 4, Seite 27: Sind einzelne Mengen zur Zeit der Ausschreibung aus bautechnischen Gründen noch nicht bestimmbar, so sind die Abs. 1-3 der SN SIA 118 (bloße Mengenänderung) nicht anwendbar; der vereinbarte Einheitspreis gilt ohne Rücksicht auf die ausgeführte Menge. Die entspr. Positionen des Leistungsverzeichnisses werden in den Ausschreibungsunterlagen als solche bezeichnet.

⁴¹⁷ vgl. NPK 261 D – Untertagebau: Sprengvortrieb (1994)

⁴¹⁸ ausführlich in SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 3ff., Seite 27ff.

Behinderung zufolge gewählter Bau- und Betriebsweise wird hier v.a. die unterschiedliche klassenspezifische Behinderung zufolge der durch den Einbau der progn. Ausbruchsicherung etwaig erforderlichen unproduktiven Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. sowie der durch den Einbau der Ausbruchsicherung allfällig gebirgsverhaltensinduzierten Erschwernisse verstanden und nicht die generelle klassenbezogene Behinderung des Ausbruchszyklus durch den zeitlichen Aufwand für den Einbau der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen⁴¹⁹, da der zeitliche Aufwand für den Einbau derselben gem. NPK 265 D anteilmäßig den diesbzgl. einschlägigen Leistungspositionen – im Gegensatz zur ÖN B 2203-1 – zugrunde zu legen ist.

Die Vorgehensweise der diesbzgl. Simulation ist aus der Tatsache heraus notwendig, da die **2-malige VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens** der AK wiederum über die Anzahl der Anker pro m-VT (Richtwert n) jedoch unter Beachtung der vereinfachten Bestimmung des Ausmaßes für den Ausbruch in der jeweiligen AK gem. Pkt. 5.23.22 erfolgt. Aufgrund der dem Modell generell anhaftenden mengen gebundenen Erfassung und kalkulatorischen Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen kann vorweg genommen werden, dass diverse (artreine) Mehr- bzw. Mindermengen an Ausbruchsicherung lediglich den mengenabhängigen Ansatz in den Vordersätzen der zugehörigen Leistungspositionen verändern und daher im Sinne einer flexiblen Tunnelbaumethode gem. SN SIA 198 vergütungstechnisch theoretisch uneingeschränkt auftreten können.

Im Zuge dieser Simulation ist vorauszusetzen, dass die Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$) aufgrund der verankerten Bestimmung in der SN SIA 198/Pkt. 5.23.15 konstant gehalten wird (der von der theoretischen Gesamtausbruchfläche abhängige Abstand D sowie das vom Bieter festzulegende Überprofil d werden anhand dieser Überlegung nicht beeinflusst). Bei der Ermittlung der jeweils möglichen Veränderungsmenge der artdifferenten Ausbruchsicherung, die die zu ermittelnde Bandbreite der generellen klassenbezogenen Behinderung im Abschlagszyklus zufolge gewählter Bau- und Betriebsweise des Vortriebs wesentlich beeinflusst, wird der Weg der Variation der in der Ausbruchklassendefinition festgelegten Einzelmengen der jeweiligen Ausbruchsicherung (Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen) eingeschlagen.

Ausgehend von der Betrachtung der AK B IV, lässt sich unter Ausnutzung des max. Geltungsbereiches folgende Abgrenzung anhand der Ausbruchsicherung zu den angrenzenden AK III bzw. V ausschließlich deskriptiv festlegen:

	AK III	AK IV	AK B IV	AK V
	---	Nachführung der Ausbruchsicherung nach jedem Abschlag bis zur Brust	Nachführung der Ausbruchsicherung nach jedem Abschlag bis zur Brust	Ausbruchsicherungen laufend während Ausbruch
L 1:	> 9 Anker/lfm+U SprBet. mit/ohne Netz ≤ 1/3 U; ≤ 9 Brustanker --- --- ---	--- SprBet. mit/ohne Anker und Netz > 1/3 U > 9 Brustanker Stahleinbau SprBet. ≤ ¼ A _{Brust} ---	7,65 Anker/lfm+U SprBet., d = 0,25 m, mit zweilagigem Netz/U --- 0,59 Stk./lfm+U SprBet., d = 0,05 m, auf A _{Brust} ---	--- SprBet. mit/ohne Anker und Netz laufend Bruststützung > ¼ A _{Brust} Stahleinbau mit Marciantanti SprBet. > ¼ A _{Brust} Voraussicherung

⁴¹⁹ siehe Andraskay (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 426

L 2:	> 27 Anker/lfm+U	---	---	---
	SprBet. mit/ohne Netz > 1/3 U;	---	---	---
	Stahleinbau in Serie (mind. 3 Bögen)	---	---	---
L 3:	nicht maßgebend			

Tabelle 5-18: deskriptive Abgrenzung der AK B IV anhand der definierten Ausbruchsicherung gem. SN SIA 198

Als zu betrachtender Unterscheidungsbereich wird lediglich der maßgebende Arbeitsbereich L1 (Brustbereich) herangezogen:

quantifizierbare Menge:	Abgrenzung zu B III	Abgrenzung zu B V	quantifizierbare Menge:
Spritzbeton mit/ohne Anker und Netz $\leq 1/3 U$	Die Ausbruchsicherung Spritzbeton mit/ohne Anker und Netz $> 1/3$ des Profilumfanges der AK IV wird in der AK III in maßgebende Anker und Spritzbeton mit/ohne Netz $\leq 1/3$ des Profilumfanges gesplittet. Eine Mengeminderung ausgehend von B IV kann hier nur durch die Abgrenzung des Spritzbetons mit/ohne Netz anhand des Ausführungsausmaßes am Hohlraumquerschnitt ab $1/3$ des Profilumfanges gemutmaßt werden.	Die Ausbruchsicherung mit/ohne Anker und Netz $> 1/3$ des Profilumfanges der AK IV in Abgrenzung zur AK V kann als deskriptive Mengemehrung nur laufend bei unterteiltem Teilflächenausbruch verstanden werden; eine konkrete Mengenangabe bzw. ein eindeutiges Ausführungsausmaß am Hohlraumquerschnitt ist hier jedoch nicht gewährleistet.	nicht möglich
≤ 9 Brustanker	Abgrenzung der restlichen Ausbruchsicherungen in Richtung AK III ist eindeutig	Die Abgrenzung der Brustanker verläuft von einer Stk.-Angabe auf eine interpretierbare Stk./m ² -Angabe bezogen auf die Brustfläche, wobei hier in Frage zu stellen ist, ob lediglich die Kalottenbrust- oder die Gesamtquerschnittsbrustfläche gemeint ist. Eine Mengenangabe bzw. ein Ausführungsausmaß am Hohlraumquerschnitt ist jedoch unter Berücksichtigung des o.a. Vorbehalts möglich.	Bruststützung $> \frac{1}{4} A_{Brust}$
kein Stahleinbau (Ausbaubogen)		Abgrenzung des Stahleinbaus (Ausbaubogen) und der Spritzbetonsicherung an der Brustfläche in Richtung AK V ist eindeutig	Stahleinbau mit Marciavanti
kein SprBet. auf A_{Brust}			SprBet. $> \frac{1}{4} A_{Brust}$

An dieser Stelle müsste jetzt - dem adäquaten Vorgehen der „ÖN B 2203-1“-Simulation entsprechend - die Abschlagslänge zur Reduktion angedacht werden, um daraus resultierende Folgen eines verkürzten Abschlagszyklus und einer sich in der Menge im direkt proportionalen Verhältnis zur Abschlagslänge ändernden Ausbruchsicherung für die in den Herstellkosten des Ausbruchs gem. AK B IV angemessen zu quantifizierenden Behinderung berücksichtigen zu können. Diese Untersuchung kann lt. SN SIA 198 jedoch entfallen, da für eine in Betracht kommende

Reduktion der Abschlagslänge das Regulativ der Bestellungsänderung gem. SN SIA 118/Pkt. 3ff. anzuwenden ist bzw. bereits eigene Positionen dazu im LV gem. SN SIA 198⁴²⁰ vorgesehen sind.

Die somit z.T. erhaltenen, in der **AK B IV max. denkbaren (Einzel-)Mengenänderung der jeweiligen Ausbruchsicherung**, die Auswirkungen auf die mögliche Bandbreite der zu quantifizierenden Behinderung des Abschlagszyklus zufolge gewählter Bau- und Betriebsweise des Vortriebs entstehen lassen, können für das gegenständliche Beispiel **nur zum Großteil rein deskriptiv** wie folgt zusammengestellt werden:

Ausbruchsicherungen (Stützmittel):	Umfang der Ausbruchsicherung in der AK B IV mit Auswirkung auf die mögliche Bandbreite der zu quantifizierenden Behinderung im Arbeitsbereich L1:		Anmerkungen:
Anker:	global formuliert über das Stützmittel SprBet.		---
Netz (Baustahlgitter):	global formuliert über das Stützmittel SprBet.		---
Spritzbeton Laibungen:	Spritzbeton mit/ohne Anker und Netz > 1/3 U	Spritzbeton mit/ohne Anker und Netz über Gesamt-U	ohne Angabe einer Ankermenge [Stk.], Lagenanzahl des Netzes [Abwicklung] und Dicke des Spritzbetons [m]
Spritzbeton Ortsbrust:	> 0,00 A _{Brust}	≤ ¼ A _{Brust}	ohne Angabe einer Dicke des Spritzbetons [m]
Brustanker (bzw. Bruststützung):	> 9,0 Stk.	≤ ¼ A _{Brust}	ohne Angabe einer definitiven Menge [Stk.] - interpretierbar [Stk./m ²]
Stahleinbau (Ausbaubögen):	> 0,00 Stk.	< Einbau mit Marciavanti	ohne Angabe einer definitiven Menge [Stk.]

Tabelle 5-19: Umfang der Ausbruchsicherung in der AK B IV mit Auswirkung auf die mögliche Bandbreite der zu quantifizierenden Behinderung im Arbeitsbereich L1

Aus der Tabelle 5-19 ist ersichtlich, ob in Abhängigkeit der artdifferenten Ausbruchsicherung eine klassenspezifische Behinderung⁴²¹ - unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingte Stillstandszeiten, etc. - im Abschlagszyklus anfallen oder nicht. Die Quantifizierung dieser klassenspezifischen Behinderung, in Überlegung ob diese am zeitkritischen Weg des Abschlagszyklus zu liegen kommt oder nicht - gewisse unprod. Rüst- und Verteilzeiten werden bei einem optimierten Abschlagszyklus nicht schlagend, da sie als Vorgangsgleichzeitigkeit zu vortriebsbedingten Stillstandszeiten bzw. zu personalarmen Vortriebsstätigkeiten ablaufen können - sowie in Abhängigkeit der Anzahl betroffener Vortriebsgeräte, ist vom Bieter im Zuge der (Vor-)Kalkulation, wie nachfolgend beispielhaft veranschaulicht, durchzuführen.

⁴²⁰ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.23.15, Seite 35 und NPK 261 D – Untertagebau: Sprengvortrieb SPV (1994)

⁴²¹ Anm. des Verfassers: Bei der Ausbruchsicherung der Anker ist der Einfluss der Menge [Stk.] direkt bis zur AK III gegeben, da die Menge als Klassifikationsmerkmal in Abhängigkeit der Querschnittsgröße bzw. Ausbruchsbreite festgelegt wurde. Die z.B. unproduktive Rüstzeit für den Bohrwagen ist unterschiedlich zufolge der Art der Anker, steigt mit der Stk.-Anzahl einzubauender Anker und besitzt differente Auswirkungen auf den Vortrieb zufolge des Arbeitsbereiches.

Bei der Ausbruchsicherung des Spritzbetons an den Laibungen ist der Einfluss der effektiven Menge [m³] durch das Ausführungsausmaß am Hohlraumquerschnitt – unabhängig der progn. Dicke des Spritzbetons - umgelegt auf den Profilumfang umgangen worden. Die z.B. unproduktive Rüstzeit für die Spritzbetongerätschaft ist unterschiedlich zufolge der Verfahrensart (TSprBet. oder NSprBet.), steigt mit dem Ausführungsausmaß am Hohlraumquerschnitt und nicht mit der effektiven Menge an Spritzbeton [m³] (d.h. ob das Ausführungsausmaß mit einem oder mehreren Gerätschaften wirtschaftlich bearbeitet werden kann bzw. ob Umstellungen erforderlich sind) und besitzt ebenso differente Auswirkungen zufolge des Arbeitsbereiches. Selbiges gilt sinngemäß für die Ausbruchsicherungen Spritzbeton an der Ortsbrust, Brustsicherung und Stahleinbau (Ausbaubögen).

Ausbruchsicherungen (Stützmittel):	AK B IV:	unprod. Rüst- und Verteilzeit:	im Regelabschlagszyklus am zeitkritischen Weg (gegenst. Bsp.):
Anker:	Spritzbeton mit Anker und Netz über Gesamt-U	ja, für 2 Bohrlafetten (Bohrwagen)	ja, RZ & VZ für Bohrwagen in Ausbruch
Netz (Baustahlgitter):		nein	nein, RZ & VZ parallel zur geologischen Aufnahme
Spritzbeton Laibungen:		ja, für 2 SprBet.-Geräte	nein, RZ & VZ mitlaufend in SprBet.-OB
Spritzbeton Ortsbrust:	A_{Brust}	ja, für 2 SprBet.-Geräte	nein, RZ & VZ tlw. parallel zur geologischen Aufnahme sowie tlw. parallel zum Ausbaubogen
Brustanker (bzw. Bruststützung):	nicht vorhanden	---	---
Stahleinbau (Ausbaubögen):	1 Ausbaubogen über Gesamt-U	nein	nein, RZ & VZ parallel zur geologischen Aufnahme

Tabelle 5-20: zeitkritische Bewertung der Behinderung bzw. unproduktiver Rüst- und Verteilzeiten, etc. im Regelabschlagszyklus

Für die gegenständliche Simulation können nur vortriebsbedingte Veränderungen der klassenspezifischen Behinderung - unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingte Stillstandszeiten, etc. - am zeitkritischen Weg des Abschlagszyklus von Bedeutung sein. Die Quantifizierung kann nur auf Grundlage subjektiver Erfahrungswerte eines Bieters erfolgen:

- Ausgangspunkt der Simulation ist Tabelle 5-20, Grundlage stellt Tabelle 5-19 dar (die prognostizierten Stützmaßnahmen, die die AK B IV normgem. festlegen, befinden sich weitgehend an der deskriptiven Obergrenze dieser AK in Abgrenzung zur AK V):
 - Spritzbeton Ortsbrust $> 0,00 \times A_{Brust}$: erforderliche RZ & VZ tlw. als Vorgangsgleichzeitigkeit zur geologischen Aufnahme sowie tlw. zum Ausbaubogen (angenommen Aufteilung 50:50);
prognostizierte Zeitspanne der geologischen Aufnahme = 15,0 min, davon entfallen rein 5,0 min auf die erforderliche RZ & VZ des Stützmittels Spritzbeton Ortsbrust
bei Entfall des Stützmittels Spritzbeton Ortsbrust - neue RZ & VZ für die Abgrenzung zu AK III: progn. Zeitspanne_{neu} der geologischen Aufnahme = 10,0 min
 - unvermörtelte Spieße $> 0,00$ Stk.: erforderliche RZ & VZ im Verhältnis Sprengabschlag 95,8 min : Anker 17,8 min : Spieße 72,0 min
prognostizierte Zeitspanne für das Rüsten des Bohrwagens = 10,0 min; anteilig prognostizierte Zeitspanne für Spieße 10 min : 185,6 min x 72,0 min = 3,9 min
bei Entfall des Stützmittels unverm. Spieße - neue RZ & VZ für die Abgrenzung zu AK III: progn. Zeitspanne_{neu} der RZ & VZ des Bohrwagens: 6,1 min

- Ursache: artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Ausbruchsicherung**
Wirkung: Änderung der VT-Leistung und der VT-Lohnkosten
 → Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie des im Zusammenhang stehenden Aufwandswertes und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der ausbruchsartbetroffenen AK gem. SN SIA 198 zufolge der quantifizierten Bandbreite der Behinderung des Ausbruchzyklus:

Mengenabhängige Komponente:

Bei Eintreten von **bloßen Mengenänderungen in einer AK** werden diese Mehr- oder Minderungen an Ausbruchsicherung lediglich durch Vordersatzveränderung in den einschlägigen Leistungspositionen bei der **leistungsabhängigen Vergütung mengenabhängiger Kosten** (v.a. Lohn-, Inventar und Materialkosten) **direkt proportional** berücksichtigt; eine Anpassung der in die jeweilige Leistungsposition der Ausbruchsicherung u.a. angemessen einkalkulierten Einzellohnkosten (auf Basis der Prognose) erfolgt gemäß den Bestimmungen der SN SIA 118/Pkt. 3.31 - Abs. 4 nicht.

Zeitabhängige Komponente:

Im Zuge der weiteren Simulation ist besonderes Augenmerk auf die Veränderung der Soll-Leistung bzw. der VT-Geschwindigkeit und dem damit abhängig zu kalkulierenden Aufwand an Lohnstunden pro m-VT bzw. m³-VT sowie der daraus resultierenden Einzellohnkosten pro m-VT bzw. m³-VT unter Bezugnahme auf den prognostizierten Regelvortrieb der AK B IV zufolge der zuvor möglich quantifizierten Bandbreite der Behinderung im Abschlagzyklus aus der jeweils ausführbaren (Einzel-)Mengenänderung der Ausbruchsicherung in der AK B IV gem. SN SIA 198 zu legen.

Unter strikter Bezugnahme auf die Erläuterungen zu Tabelle 5-20 lässt sich im Zuge der Abgrenzung der möglichen zeitkritischen und unproduktiven Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. innerhalb des Geltungsbereiches der AK B IV folgende Situation tabellarisch veranschaulichen:

		AUSBRUCH gem. AK B IV / SN SIA 198																Erdb II STÜTZMITTEL		
		Abschlagslänge	Strecken / Abschlag	Vorrube-geschw. (m/VT)	Δ % auf Regel VT-Geschw. (%)	Lohtzsd. / m VT (Min/m)	Lohtzsd. / m ³ VT (Min/m ³)	Δ % auf Regel VT (%)	Δ Min / m Ausbruch (Min/m)	Δ Min / Ausbruchsicherung (Min/m)	Δ % auf m Ausbruch (%)	Δ % auf Ausbruchsicherung (Min/m)	Lohtzsd. / m VT (Ausbruch) (Min)	Δ Regel VT (Min)	Δ % auf Regel VT (%)	Lohtzsd. / m VT (Ausbruch) (Min)	Δ Regel VT (Min)	LK Regel VT (Min)	Δ % auf Ausbruchsicherung (Min/m)	Δ Lohtzsd. / m VT (Min)
Regelabschlag	AK B IV Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	697,29	0,00	0,00%	10,10	0,00	10,91	0,0000	0,00
									0,7650	-0,7650	0,0102	-0,0102	35,25			0,51		0,56		
Spritzbeton Ortubrust	0,00 A _{max}	1,70	9,05	4,51	6,57%	31,9294	0,4624	6,17%	18,6517	18,2767	0,1977	0,2647	682,58	-14,71	2,11%	9,89	-0,21	10,68	-0,0261	90,26
									0,7650	-0,7650	0,0102	-0,0102	35,25			0,51		0,55		
Speibe	0,00 St.	1,70	7,58	5,39	27,25%	26,7394	0,3873	-21,42%	14,3567	17,5717	0,2079	0,2543	717,84	-11,47	-1,65%	10,40	-0,17	11,23	-0,1022	-352,94
									0,7650	-0,7650	0,0102	-0,0102	35,25			0,51		0,55		
Überlagerung der Szenarien		1,70	6,98	5,84	38,10%	24,6402	0,3569	-27,59%	14,4214	12,3180	0,2398	0,1784	721,07	-26,18	-3,75%	9,72	-0,38	10,50	0,1284	-443,20
									0,7650	-0,7650	0,0102	-0,0102	35,25			0,51		0,53		
									14,1273	10,5128	0,2048	0,1523	706,37			10,23		11,05		

Tabelle 5-21: Übersicht markanter Vortriebsdaten zufolge Abgrenzung der zu quantifizierenden Bandbreite der Behinderung des Abschlagzyklus in der AK B IV

Anm.: Spalten Δ-% auf Regel-VT entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - Abweichungsbandsbreite ± 6%)

Bei genauer Begutachtung der prognostizierten VT-Geschwindigkeit in Abhängigkeit zum kalku-lierten Aufwand an Lohnstunden bzw. zu den kalkulierten Einzellohnkosten des Ausbruchs und der entfallenden Stützmittel fällt auf, dass bei der Reduktion der Ausbruchsicherung und damit zusammenhängend der anteiligen Behinderung - unproduktiven Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. - zufolge ausbruchsklassenkonformen Wegfall klassenfest-legender Stützmittel die Auswirkungen in der VT-Geschwindigkeit und dementsprechend das

Einsparungspotential in den kalkulierten Lohnkosten für die Ausbruchsicherung erheblicher als im Vergleich zum abhängigen Aufwand an Lohnstunden bzw. zu den daraus resultierenden Einzellohnkosten des Ausbruchs sind. Nachstehende Abbildung 5-41 verdeutlicht den Sachverhalt graphisch:

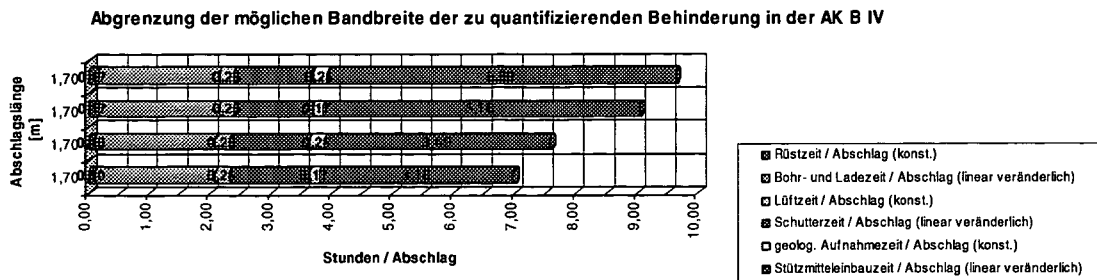


Abbildung 5-41: veränderte Zykluszeiten des prognostizierten Regelvortriebs zufolge der Abgrenzung der quantifizierten Bandbreite der Behinderung in der AK B IV

Eine daraus resultierende zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. (Baustelleneinrichtung) während des Vortriebs anhand einer Abänderung der VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung wird in den Bestimmungen der SN SIA 198 nicht dezidiert behandelt.

Auf Grundlage der Bestimmungen der SN SIA 118/Pkt. 3.31 - Abs. 4 erfolgt ebenso keine Anpassung der in die entsprechende Leistungsposition der zugrunde liegenden AK u.a. angemessenen einzukalkulierenden Einzellohnkosten zufolge einer aus im Geltungsbereich dieser AK entstandenen bloßen Mengenänderung der Ausbruchsicherung resultierend veränderten Behinderung des Abschlagszyklus. Ergänzend hierzu ist aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise das Argument der Geringfügigkeit dieser Kostenveränderung hinsichtlich einer vorhandenen Kostenelastizität in den Einzellohnkosten (Abweichungsbandsbreite $\pm 6\%$) angebracht (vgl. Tabelle 5-21 sowie Abbildung 5-41).

5.2.3.5 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN

Auch hier gilt für den Unternehmer bzw. Bieter der Grundsatz, um im Wettbewerb als Bestbieter mit erteiltem Zuschlag hervorzugehen, hat dieser ein technisch einwandfreies und v.a. wirtschaftliches Angebot zu legen. Bei genauerer Betrachtung der prognostizierten ausbruchsartbehafteten AK eines Untertagebauprojekts lässt sich schlüssig zeigen, dass die „ausbruchs“-spezifisch geringsten Lohnkosten bei niedrigstem Aufwandswert zufolge optimierter Bau- und Betriebsweise - die klassenspezifische Behinderung des Abschlagszyklus z.B. infolge der durch den Einbau der progn. Ausbruchsicherung erforderlichen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingter Stillstandszeiten, etc. kommt nicht ausschließlich am kritischen Weg zu liegen - und maximal möglicher Soll-Leistung bzw. VT-Geschwindigkeit (beeinflusst durch die max. Abschlaglänge) für den Bieter bzw. AN zu erzielen sind. Die maximale VT-Geschwindigkeit, im Soll-Bauprogramm des Bauvertrags festzuschreiben, ermöglicht durch ihren relevanten bauzeitkritischen Einfluss daher auch die zeitgeb. Baustelleneinrichtung während des Vortriebs zu minimieren (vgl. Pkt. 5.1.3.5).

5.2.3.5.1 Problematik der VT-Klassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung

Unter Bezugnahme auf Pkt. 5.1.3.5.1 und der darin aufgezeigten Problematik einer unterschiedlichen oder einheitlichen Klassifikation von Kalotte und Strosse desselben Querschnitts im gleichen Gebirgsverhalten unter Einfluss von einzuhaltenden Abstandskriterien hinsichtlich der zu garantierenden, für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung maßgebenden VT-Geschwindigkeit(en) sowie die bauwirtschaftliche Problematik des allgem. Klassenwechsels, zeigt sich bei der gegenständlichen Vortriebsklassifikation anhand der SN SIA 198 nur im beschränkten Ausmaß.

- **Bau und Betriebsweise:**

Durch vorhergehende Festlegung der Ausbruchart - A, B, C, D (*oder E⁴²²*) gem. SN SIA 198 – und der unter SN SIA 198/Pkt. 3.21.4 angeführten Bestimmung, dass bei definiertem Teilausbruch (Ausbrucharten B, C, D, *und E*) die Ringschlussdistanz bzw. –zeit für jede Ausbruchsetappe eine gesonderte Angabe erfordert, sowie unter weiterer Beachtung des Pkt. 5.23.23 der SN SIA 198, dass bei Teilausbruch die Ausbruchsicherung in der fertig ausgebrochenen Kalotte für die Klassifikation des gesamten Hohlraumprofils alleine maßgebend ist, und der Punkte 5.21.1 u. 5.21.2 der SN SIA 198, in denen festgehalten ist, dass bei den Ausbrucharten B, C, D (*und E*) für den ganzen Querschnitt ein mittlerer Ausbruchpreis zur Vergütung gelangt bzw. der nachträgliche Ausbruch eines Sohlgewölbes in den Ausbrucharten A, B und C gesondert vergütet wird, sind für den Bieter dadurch eindeutige Informationen hinsichtlich der auf diese sich ergebenden Zyklusbedingungen dem Ausmaß des Eintretens nach bekannten Wartezeiten („intermittierender“ Vortrieb bei gemeinsamer Klassifikation von Kalotte und Strosse – vgl. Abbildung 5-24/rechts) gegeben. Weiters wird auch die daraus interpretierbare Schlussfolgerung, in den Ausbrucharten B, C, D *und E* für den Vortrieb der Kalotten- und Strossenquerschnitte nur eine gemittelte VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung – die sich am Abschlagszyklus der Kalotte orientiert - im vertraglichen Soll-Bauprogramm zu vereinbaren, zugelassen.

Die Problematik der maßgebenden VT-Geschwindigkeit bzw. VT-Leistung für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung anhand der abrechenbaren Vortriebszeit bei getrennter Klassifikation von Kalotte und Strosse wird infolge der SN-Bestimmung beseitigt, bei normgemäßen Teilausbruch die Ausbruchsetappen nicht getrennt in Ausbruchklassen einzustufen.

- **ausbruchsartbezogener AK-Wechsel:**

Die allgem. Thematik des Klassenwechsels sowie deren nichtvorhersehbar mögliche Eintretenshäufigkeit wird in der zu analysierenden SN SIA 198 **getrennt nach Ausbruchart und Ausbruchsklasse** geregelt:

Der die Bau- und Betriebsweise stark beeinflussende **Wechsel von einer Ausbruchart** in eine artdifferente Ausbruchart wird in entsprechenden Leistungspositionen des NPK 261 D – Untertagbau, Sprengvortrieb vergütet. Die daraus ableitbaren Auswirkungen solcher Umstellungen auf das Soll-Bauprogramm sind diesbzgl. vom Bieter im Angebot anzugeben und beeinflussen somit die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung während des Vortriebs. Ein häufiges Wechseln der Ausbruchart ist jedoch gem. SN SIA 198/Pkt. 3.22.1 zu vermeiden.

In diesem Zusammenhang soll nicht unerwähnt bleiben, dass die SIA-Norm 198 auch die Möglichkeit vorsieht, dass der AN ohne Vorliegen geotechnischer oder hydrogeologischer Gründe

das Wechseln oder das Beibehalten einer Ausbruchsart vorschlagen kann. Falls der AG einem solchen Vorschlag des AN zustimmt, gilt für die Vergütung sowie für das Fortschreiben der vertraglichen Bauzeit dennoch die im Werkvertrag für die vorliegenden Verhältnisse vorgesehene Ausbruchsart, d.h. dieser Sachverhalt entspricht keiner Beststellungsänderung im Sinne der SN 118/Pkt. 3⁴²³.

Der **Wechsel von einer AK** in eine andere **bei Beibehaltung der Ausbruchsart** wird in die Risikosphäre des AN abgewälzt. Jedoch bauwirtschaftlich streng betrachtet, verbirgt auch dieser AK-Wechsel einen veränderlichen Arbeitstakt, der einen kleinen Wiedereinarbeitungseffekt der VT-Mannschaft(en) auslöst. D.h., dass die VT-Mannschaft(en) durch den Arbeitstaktwechsel im Zuge eines AK-Wechsels, aufgrund der Zuordnung einer nichtvorhersehbaren Häufigkeit der Wechselhaftigkeit des effektiven Gebirgsverhaltens bzw. des Baugrunds als Baugrundrisiko, einen dadurch in der AG-Sphäre zu verantwortenden Produktivitätsverlust erleidet, der nicht vergütet wird. In diesem Fall handelt es sich ebenso um ein ungewöhnliches Wagnis, das, wenn es nicht im Vertrag beschrieben wurde, vom AN weder beeinflussbar - die Festlegung der Ausbruchsart und speziell der AK wird in der Regel zwar „einvernehmlich“ vom AG und AN durchgeführt - noch im Vorhinein kalkulierbar ist. Daraus ableitbare bauzeitrelevante Auswirkungen solcher Umstellungen stellen sich aber im wesentlich geringfügigeren Ausmaß ein, da in diesen Fällen der Abschlagszyklus, entweder nur durch die Änderung der Abschlagslänge und /oder durch Zufügung oder Entfall einer Stützungsstätigkeit beeinflusst wird; die Etappenanordnung des Ausbruchs im Querschnitt bleibt jedoch konstant.

5.2.3.5.2 Problematik der VT-Klassifikation inkl. formulierten Vergütungsmodell im Zuge der leistungsgerechten Vergütung

Die VT-Klassifikation gem. SN SIA 198 hat ebenfalls zur Folge, dass die ausbruchsartabhängige AK nicht bereits mit der Ausbaufestlegung bestimmt ist, sondern erst im Nachhinein, u.a. nach Vorliegen der tatsächlich eingebauten Ausbruchsicherung innerhalb der Arbeitsbereiche, ermittelt werden kann (→ **2.-malige VT-Klassifikation unter Berücksichtigung der vereinfachten Abrechnungsbestimmungen gem. SN SIA 198/Pkt. 5.23.22 für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens**; im Vergleich zur ÖN B 2203-1 ist bei dieser Neuklassifikation jedoch nicht jeder Abschlag separat zu betrachten).

In Analogie zu den bereits erörterten Szenarien im Zuge der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 sind dem Sinn nach selbige Szenarien im Zuge der Anwendung der Vortriebsklassifikation gem. SN SIA 198 - jedoch unter Beachtung der **mengenabhängigen kalkulatorischen Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Ausbruchsicherung** - zu untersuchen:

- A.) Vergütungssituation bei neuklassifizierter AK gleich prognostizierter AK gem. normkonformer Matrix**
(Vergleichsbasis der Vergütungssituation zur ÖN B 2203-1 inkl. klassischem VMod mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) bei neuklassifizierter Stützmittelzahl innerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix)

⁴²³ ausführlich in SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 3ff., Seite 27ff.

- **Ausbruch:**

In den Szenarien 1 und 2 wird vorausgesetzt, dass das Normalprofil, die Ausbruchsart und das Überprofil (d) konstant sind und lediglich eine **Änderung in der Abschlagslänge** eintritt. Die Auswirkungen auf die vertraglich abrechenbare Vortriebszeit werden in Abhängigkeit vom Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der AK B IV dargelegt.

- **Szenario 1 (Idealfall):**

- **A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. keine diesbzgl. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
- **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengänderung der Ausbruchsicherung

In diesem Szenario 1 ist die Höhe der leistungsabhängigen Vergütung der einschlägigen klassenspezifischen Ausbruchposition sowie der Erlös aus der zeitgeb. Baustelleneinrichtung während des Vortriebs adäquat mit den dafür kalkulierten Herstellkosten (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (AK)	B IV	B IV
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM _{TM}	gem. Pkt. 5.2.3.1	unverändert
theoret. Ausbruchprofil [m ²]	63,94	konst.
Normalprofilerrhöhung [m]	0,10	konst.
d [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	unverändert
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	unverändert
progn. LK/m-VT [€/lfm]	697,29	unverändert
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	unverändert
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	697,29	unverändert

- **Szenario 2 (vgl. Szenario 2 bei ÖN B 2203-1):**

- **A: effektive Abschlagslänge ≠ prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
- **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengänderung der Ausbruchsicherung

ad 2A/1 - **effektive Abschlagslänge < prognostizierte Abschlagslänge:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erzwingt eine Reduktion der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. ausbruchsartbehaftete AK gem. Ausschreibung oder SN SIA 198/Pkt. 5.23.14 prognostizierend festgelegt wurde.

Allfällige Änderungen (Reduktion) der Abschlagslänge oder anderer schlagend werdender Erschwernisse in Bezug auf den Ausbruch gelten im Sinne der SN SIA 118/Pkt. 3 als Bestellungsänderung und werden in gesonderten Leistungspositionen vergütet (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**).

Die diesbzgl. terminlichen Auswirkungen in Hinsicht einer leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung werden in der gegenständlichen SN SIA 198 dezidiert nicht geregelt bzw. sind über den 2-monatigen Fristveränderungsschwellenwert⁴²⁴ der SN SIA 198/Pkt. 4.69 (bauzeitl. Differenz zw. Soll-Bauzeit und Abrechnungsbauzeit) geregelt (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

ad 2A/2 - effektive Abschlagslänge > prognostizierte Abschlagslänge:

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt eine Vergrößerung der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. AK gem. Ausschreibung oder SN SIA 198/Pkt. 5.23.14 prognostizierend festgelegt wurde. In diesem Fall bewirkt dies einen Wechsel der AK in eine AK mit wertmäßig größerer Abschlagslänge z.B. unter Beibehaltung der Ausbruchsart.

• **Ausbruchsicherung (Stützmittel und Zusatzmaßnahmen):**

Da die Stützmittel innerhalb einer Ausbruchsart und AK auf das spezif. Gebirgsverhalten abgestimmt werden müssen, jedoch die einschlägigen Leistungspositionen unabhängig von der jeweiligen AK im LV ausgeschrieben sind, enthalten diese Leistungspositionen in artspezifischer Unterscheidung die Kostenarten Lohn - den monetär bewerteten „Regeleinbau“-Aufwandswert – sowie Inventar und Material (angemessene Preisbildung gem. SN SIA 118⁴²⁵). Die „**leistungsgerechte**“ Vergütung erfolgt nach effektiver Aufmaßfeststellung gem. SN SIA 198/Pkt. 5.12 ff. **unabhängig zur Ausbruchsart und AK.**

--- Exkurs Anfang:

→ **Problematik der leistungsgerechten Vergütung einer entsprechenden klassenunabhängigen Leistungsposition des Stützmittels infolge der kalkulatorischen Generierung eines diesbezüglichen klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes:**

Eine kalkulatorische Generierung von klassenunabhängigen Regeleinbau-Aufwandswerten für die artdifferente Ausbruchsicherung im Sinne der VT-Klassifikation gem. SN SIA 198 wird durch folgende Fakten erschwert (nachfolgende Erläuterungen können jedoch theoretisch völlig losgelöst von der Ermittlung der klassenspezifischen Soll-Leistung betrachtet werden, da diese Fakten bei der kalkulatorischen Berechnung der klassenspezifischen VT-Geschwindigkeit(en) berücksichtigbar sind - eigenständige Angabe im

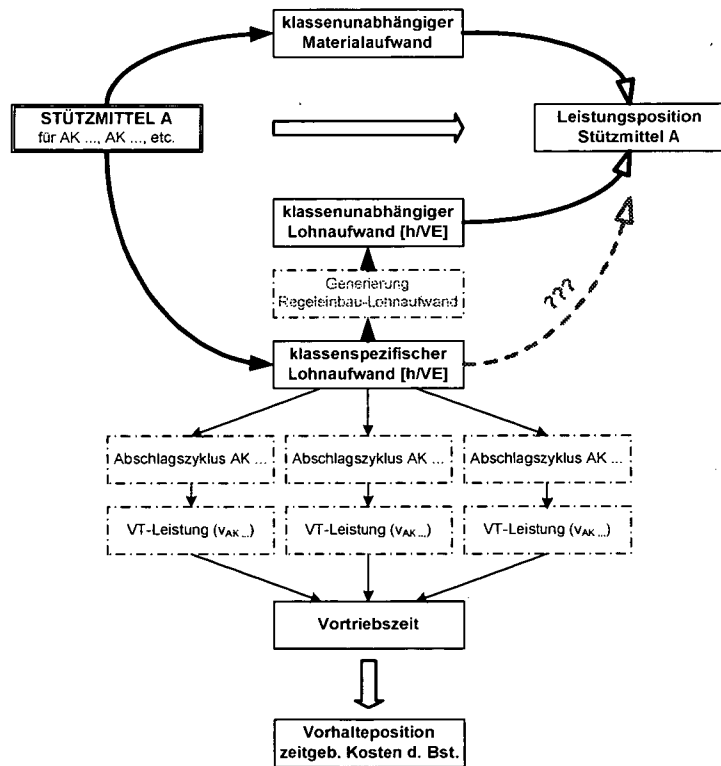


Abbildung 5-42: Problematik - kalkulatorische Generierung eines „Regeleinbau“-Aufwandswertes für die artdifferente Ausbruchsicherung

⁴²⁴ vgl. SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar) (2004), Pkt. 9.2.5, Seite 27: Abminderung des Schwellenwerts auf 1 Monat
⁴²⁵ vgl. SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 1.25, Seite 10 sowie SN SIA 118 (14.11.1991), Pkt. 2.4ff., Seite 21

Bauvertrag):

- o **klassenspezifisches Erschwernis aufgrund unterschiedlicher Einbaubedingungen desselben Stützmittels zufolge veränderlichen Gebirgsverhaltens:**

Der den Einbau eines Stützmittels (z.B. SN-Anker) widerspiegelnde, vom Bieter rein theoretisch klassenspezifisch anzusetzende Aufwandswert für die Einzellohnkostenbildung in der entspr., jedoch klassenunabhängigen Leistungsposition kann nicht vollkommen losgelöst von jeglicher Ausbruchsart und Klasseneinteilung angesetzt werden, da das selbe Stützmittel in unterschiedlichen AK (aufgrund des veränderlichen Gebirgsverhaltens) grundsätzlich auch einen unterschiedlichen (Lohn-)Aufwand im Einbau bedingt.

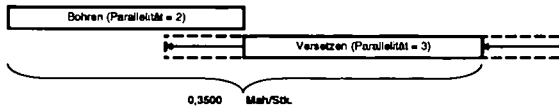
Dies hat zur Folge, dass entweder ein Differenz-Aufwandswert für die Bildung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (Zuweisung zur klassenunabhängigen Leistungsposition des Stützmittels), der quasi als klassenspezifisches Erschwernis in die einschlägige Leistungsposition des Ausbruchs der zugehörigen ausbruchsartbehafteten AK umgelegt werden muss oder es ist ein auf Basis der unterschiedlichen Einbaubedingungen gemittelter, klassenunabhängiger „Regeleinbau“-Aufwandswert für die Bildung der Einzellohnkosten in der entspr. klassenunabhängigen Leistungsposition des Stützmittels zu generieren.

- o **kalkulatorischer Ansatz unterschiedlicher Parallelitäten beim Einbau desselben Stützmittels mit Auswirkung auf die Vorgangsgleichzeitigkeit zufolge veränderlichem Gebirgsverhalten:**

Dieser Sachverhalt des kalkulatorischen Ansatzes unterschiedlicher Parallelitäten (gleichzeitiger Ablauf gleicher Vortriebstätigkeiten bei ein und derselben VT-Mannschaft) beim Einbau des selben Stützmittels mit Auswirkung auf die Vorgangsgleichzeitigkeit zufolge veränderlichem Gebirgsverhalten lässt sich beispielhaft beim Stützmittel SN-Anker im seriellen Einbau im Zuge der Systemankerung im gleichen Arbeitsbereich L1, wenn in Abhängigkeit der unterschiedlichen AK baubetrieblich klassenspezifische Gleichzeitigkeiten im jeweiligen Abschlagszyklus angesetzt werden wollen, veranschaulichen:

Voraussetzung: Gerät: 2-armiger Bohrwagen mit Ladekorb
 Personal: 6 Mann pro Schicht

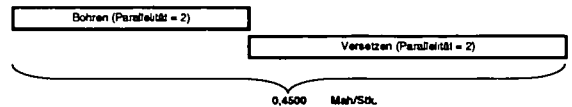
Vorgang SN-Anker Einbau (l = 6,00m):



Parallelität im Vorgang: Bohrtätigkeit: 2 Stk., Versetztätigkeit: 3 Stk.

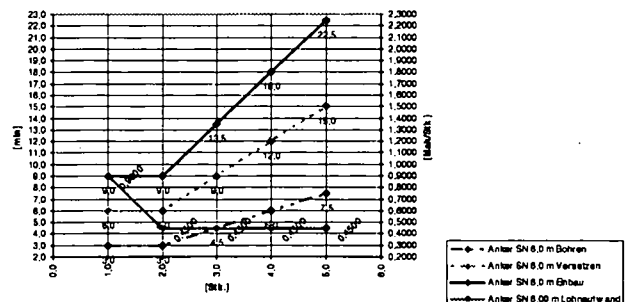
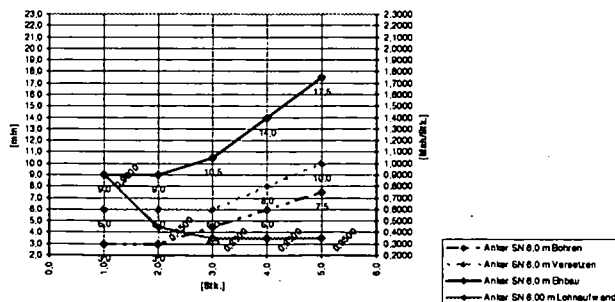
Anker SN 6,0 m	Anker SN 6,0 m Bohren	Anker SN 6,0 m Versetzen	Anker SN 6,0 m Einbau	Mannschafteinsatzzeit/ Schicht (Mann)	Anker SN 6,0 m Einbau (Meh/Sch.)	MLK (Euro/h)	Stk/Sch. (Stk/Sch.)	beuzell. Auswertung (Meh/Sch.)
[Stk.]	(min)	(min)	(min)	(Mann)	(Meh/Sch.)	(Euro/h)	(Stk/Sch.)	(Meh/Sch.)
1,0	3,0	6,0	9,0	6	0,8000	50,00	48,50	8,0
2,0	3,0	6,0	9,0	6	0,4800	50,00	22,80	4,8
3,0	4,5	9,0	10,5	6	0,3800	50,00	17,80	3,8
4,0	6,0	12,0	14,0	6	0,3500	50,00	17,80	3,5
5,0	7,5	15,0	17,5	6	0,3500	50,00	17,80	3,5

Vorgang SN-Anker Einbau (l = 6,00m):



Parallelität im Vorgang: Bohrtätigkeit: 2 Stk., Versetztätigkeit: 2 Stk.

Anker SN 6,0 m	Anker SN 6,0 m Bohren	Anker SN 6,0 m Versetzen	Anker SN 6,0 m Einbau	Mannschafteinsatzzeit/ Schicht (Mann)	Anker SN 6,0 m Einbau (Meh/Sch.)	MLK (Euro/h)	Stk/Sch. (Stk/Sch.)	beuzell. Auswertung (Meh/Sch.)
[Stk.]	(min)	(min)	(min)	(Mann)	(Meh/Sch.)	(Euro/h)	(Stk/Sch.)	(Meh/Sch.)
1,0	3,0	6,0	9,0	6	0,8000	50,00	48,50	8,0
2,0	3,0	6,0	9,0	6	0,4800	50,00	22,80	4,8
3,0	4,5	9,0	13,5	6	0,4800	50,00	22,80	4,8
4,0	6,0	12,0	18,0	6	0,4800	50,00	22,80	4,8
5,0	7,5	15,0	22,5	6	0,4800	50,00	22,80	4,8



Die Berechnung des Gleichzeitigkeitsfaktor F_G ergibt sich daher wie folgt:

X ... Stundenaufwand ohne bzw. mit Berücksichtigung einer (Basis-)Parallelität im Vorgang

Y ... Stundenaufwand mit differenter Berücksichtigung einer Parallelität im Vorgang

$$F_G = Y : X = 0 \leq F_G [1] \leq 1,0$$

$$F_G = 0,3500 : 0,4500 = \mathbf{0,78}$$
 (Gleichzeitigkeit des Vorgangs Bohren und Versetzen)

Abbildung 5-43: vergleichende Darstellung der Auswirkungen zufolge unterschiedlich angesetzter Parallelität in den Tätigkeiten Bohren und Versetzen sowie damit zusammenhängender Gleichzeitigkeit im Vorgang SN-Anker-Einbau auf den festzulegenden, ausbruchsart- und klasseunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswert des Stützmittels

Anm.: in beiden Fällen wurde die Bruttobohrleistung und der Versetzaufwand konstant gehalten;

Wie in Abbildung 5-43/links beispielhaft dargestellt, wurden in der gegenständlichen Simulation beim seriellen Einbau der SN-Anker (Länge = 6,0 m) mittels Bohrwagen die Parallelitäten 2,0 bei der Bohrtätigkeit und 3,0 beim Versetzvorgang im Arbeitsbereich L1 kalkulatorisch angenommen. Die dem Bieter nicht zu verwehrende Option muss jedoch bestehen, dass dieser in einer AK mit schlechterem Gebirgsverhalten, unabhängig einer Beibehaltung oder eines Wechsels der Ausbruchsart, mit der (Basis-)Parallelität 2,0 beim Versetzvorgang (siehe Abbildung 5-43/rechts) und in einer AK mit besserem Gebirgsverhalten, unabhängig einer Beibehaltung oder eines Wechsels der Ausbruchsart, mit einer höheren Parallelität beim Versetzvorgang kalkuliert.

Das hat wiederum zur Folge, dass entweder ein Differenz-Aufwandswert (in diesem beispielhaften Fall: Umlegung der $\Delta = 0,4500 \text{ Mah/Stk.} - 0,3500 \text{ Mah/Stk.} = 0,1000 \text{ Mah/Stk.}$ in die LP des Ausbruchs der AK B V - bei zusätzlicher Variation der Bruttobohrleistung und des Versetzaufwands müsste dies im zu bildenden Differenz-Aufwandswert ebenfalls beachtet werden) für die Bildung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (Zuweisung zur klassenunabhängigen Leistungsposition des Stützmittels), der quasi als klassenspezifisches Erschwernis in die einschlägige Leistungsposition des Ausbruchs der zugehörigen ausbruchsartbehafteten AK umgelegt werden muss oder es ist ein auf Basis der unterschiedlich angesetzten Gleichzeitigkeit in der (Vor-)Kalkulation gemittelter, klassenunabhängiger „Regeleinbau“-Aufwandswert für die Bildung der Einzellohnkosten in der entspr. klassenunabhängigen Leistungsposition des Stützmittels zu generieren.

- **vorhandene Leistungspositionen im NPK 265 D für das entspr. Stützmittel:**
Ausgehend von der in Tabelle 5-17 dargestellten Situation der abgesplitteten Aufwandswerte je artdifferenter Ausbruchsicherung ist z.B. in diesem Fall für das Stützmittel Bau-
stahlgitter aufgrund unterschiedlicher kalkulatorischer Aufwandswertansätze des Einbaus in der 1. und 2. Lage entweder ein Differenz-Aufwandswert für die Bildung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes in die zuordenbare Leistungsposition des Ausbruchs der AK B IV klassenintern umzulegen oder ein auf Basis der unterschiedlichen Einbaubedingungen gemittelter klassenunabhängiger „Regeleinbau“-Aufwandswert für die Ermittlung der Einzellohnkosten in der entspr. klassenunabhängigen Leistungsposition des Stützmittels zu generieren, da der NPK 265 D nur eine klassenunabhängige Leistungsposition für die leistungsabhängige Vergütung des Stützmittels vorsieht.
(Ein weiterer Lösungsansatz wäre die Erstellung einer zusätzlichen diesbzgl. Leistungsposition.)

--- Exkurs Ende;

In den folgenden Szenarien I und II wird wieder im Vergleich zur ÖN B 2203-1 vorausgesetzt, dass das Normalprofil, die Ausbruchsart und das Überprofil (d) konstant sind und lediglich eine **artreine bzw. eine artdifferente Mengenänderung in der Ausbruchsicherung** eintritt. Die

Auswirkungen auf die vertraglich abrechenbare Vortriebszeit werden in Abhängigkeit vom Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der AK B IV erläutert.

- **Szenario I** (vgl. Szenario 3 bei ÖN B 2203-1):
 - **A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. keine Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
 - **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen ≠ prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. Mengenänderung der Ausbruchsicherung

→ **artreine Mengenänderung - tatsächliche Menge der Ausbruchsicherung < bzw. > prognostizierte Menge der Ausbruchsicherung:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt bzw. erzwingt vor Ort den Einbau einer reduzierten bzw. erhöhten Menge an Ausbruchsicherung, als für die entspr. AK prognostiziert wurde. In diesem Szenario weichen die effektiv eingebauten Stützmaßnahmen von den eingangs prognostizierten Stützmaßnahmen mengenmäßig (pro m-VT) nur insofern ab, sodass die neuklassifizierte AK der prognostizierten AK entspricht und daher der Einheitspreis des Ausbruchs, der jeweiligen Ausbruchsicherung und die garantierte VT-Leistung der AK unverändert bleiben. Die artreine Mengenänderung der Stützmaßnahmen wird durch Vordersatzanpassung der entspr. Leistungsposition im LV berücksichtigt, die diesbzgl. leistungsabhängige Vergütung erfolgt in Unterscheidung:

- keine Umlage eines Differenz-Aufwandswertes in den Ausbruch im Zuge der kalkulatorischen Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**)
- Umlage eines Differenz-Aufwandswertes in den Ausbruch aufgrund der kalkulatorischen Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**)
- Bildung eines gemittelten klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**)

Da sich eine Mengenänderung der Ausbruchsicherung auf die vertragliche Soll-Leistung bzw. VT-Geschwindigkeit auswirkt, d.h. die effektive VT-Geschwindigkeit wird gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit gem. Soll-Bauprogramm) erhöht bzw. verringert, stellt sich in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung entweder ein Nachteil des AG bzw. AN oder vice versa ein Vorteil des AN bzw. AG ein (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (AK)	B IV	B IV
l _{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
St _{IM_{TM}}	gem. Pkt. 5.2.3.1	artrein verändert
theoret. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	konst.
Normalprofilerhöhung [m]	0,10	konst.
d [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	v_{VKL} ≤ 4,23 ≥ v_{VKL}

- **Szenario II** (vgl. Szenario 5 bei ÖN B 2203-1):
 - **Leistungsänderung in den Stützmittel und Zusatzmaßnahmen**, d.h. Art und Menge der Ausbruchsicherung vor Ort \neq Art und Menge der Ausbruchsicherung gem. Bauvertrag

→ **artdifferente Mengenänderung - tatsächliche Art (und Menge) der Ausbruchsicherung < bzw. > prognostizierte Art (und Menge) der Ausbruchsicherung:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erzwingt v.a. eine Änderung der Art und u.a. auch eine ev. begleitende Änderung der Menge der Ausbruchsicherung gegenüber jener, die für die entspr. AK prognostizierend zur Vortriebsklassifikation zugrunde gelegt wurde.

Die SN SIA 198 enthält für das gegenständliche Szenario kein dezidiertes Regulativ; die SN SIA 118/198⁴²⁶ führt jedoch an, dass im Fall der Ausführung von artdifferenter Ausbruchsicherung als die in der zur Bestimmung der prognostizierten AK bezeichneten, die Zuordnung zur tatsächlichen AK durch AG und AN im beiderseitigen Einvernehmen erfolgt.

- **Mehrausbruch:**

- **geologisch bedingter Mehrausbruch:**

Anfallender geologisch-bedingter, nicht vorhersehbarer und unvermeidbarer MAB, der zwischen der Grenzlinie G und der Grenzlinie g (Differenz D minus d) anfällt, wird in der gegenständlichen SN SIA 198 nicht behandelt. Erst im Vernehmlassungsexemplar der SN SIA 118/198⁴²⁷ findet sich die Textpassage, Flächen innerhalb (hohlraumseitig) der Grenzlinie G zufolge des geologisch-bedingten Überprofils (MAB) sind in den Ausbruchpreisen inbegriffen.

Diese Bestimmung des Vernehmlassungsexemplares der SN SIA 118/198 wird auf die derzeit noch gültige SN SIA 198 rückprojiziert, was nun folgendes Szenario zulässt. Der im wirtschaftlichen Wettbewerb befindliche Unternehmer sollte den zwischen den Grenzlinien G und g anfallenden, auch wenn es sich per Definition um einen geologisch-bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren - eigentlich nach Schweizer Rechtsauffassung zufolge der Sphärentheorie bei Zuordnung des Baugrundrisikos separat vergütbaren - MAB handelt, im Ausmaß der Differenz D minus d in die Herstellkosten des Ausbruchs einkalkulieren. Die Tabelle 5-22 veranschaulicht die entstehenden Differenzkosten zum Regelvortrieb in der Kostenart (-element) Lohn unter nachstehend angeführten Voraussetzungen:

- vom Unternehmer gew. Überprofil $d = 0,25$ m, das die Grenzlinie g festlegt;
- gem. SN SIA 198 ergibt sich der Abstand D
 $D = 0,07 \times (A_{\text{theor. Ausbruch des Gesamtquerschnittes}})^{1/2} =$
 $= 0,07 \times (63,94 \text{ m}^2 \times 2 \times \frac{3}{4})^{1/2} = 0,69$ m, der die Grenzlinie G festlegt;
- gem. SN SIA 118/198 errechnet sich der Abstand
 $D = 0,07 \times (A_{\text{theor. Ausbruch der Teilfläche}})^{1/2} =$
 $= 0,07 \times (63,94 \text{ m}^2)^{1/2} = 0,56$ m, der ebenfalls die Grenzlinie $G_{(118/198)}$ festlegt;
- Differenz $\Delta = D - d = 0,69 - 0,25 = 0,44$ m bzw. $0,31$ m

Das Szenario beachtet lediglich die notwendige Schutterung und den Transport zur Deponie sowie eine Füllung des entstandenen Differenzhohlraums (Differenz D minus d) sowie die zur Ausbruchsicherung erforderlichen Materialien gem. festgelegtem Regelvortrieb (AK B IV).

⁴²⁶ siehe SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 8.3.3.2, Seite 22
⁴²⁷ vgl. SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar 2004), Pkt. 8.5.2.3, Seite 23

		AUSBRUCH gem. AK B IV / SN SIA 198														Erfüll. STÜTZMITTEL					
AK	B IV	Abschlagslänge	Stunden / Abschlag	Vortriebsgeschw. / Abs.	Δ-% auf Regel-VT-Geschw.	Leistung / m-VT	Leistung / m-VT	Δ-% auf Regel-VT	Δ Meh / m-Ausbruch	Δ Meh / Ausbruch-sicherung	Δ h _{aus} / m-Ausbruch	Δ h _{aus} / Ausbruch-sicherung	Leistung / m-VT (Ausbruch)	Δ / Regel-VT	Leistung / m-VT (Ausbruch)	Δ / Regel-VT	UK empfl. / (Einm)	Δ h _{aus} / Ausbruch-sicherung	Δ / Leistung / m-VT		
		[m]	[h/Absch.]	[km/h]	(%)	[kWh/m³]	[kWh/m³]	(%)	[kWh/m³]	[kWh/m³]	[kWh/m³]	[kWh/m³]	[kWh]	(%)	[kWh]	(%)	[kWh]	[kWh]	[kWh]		
Differenzdarstellung Abstand D																					
AK	B IV	Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	100,00%	34,0277	0,4328	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	677,28	0,00	-	10,18	0,00	10,91	0,0000	0,00
		D = + 0,50 m	1,70	12,40	3,29	22,22%	43,7438	0,5204	5,60%	14,9469	28,8029	0,1778	0,3426	747,25	50,06	7,18%	8,89	-1,21	11,69	0,0518	217,67
		D _{norm} = + 0,56 m	1,70	11,62	3,51	17,05%	41,0228	0,5052	2,52%	14,7558	26,2680	0,1817	0,3226	737,79	43,50	5,81%	9,09	-1,01	11,54	0,0327	132,81

Tabelle 5-22: Auswirkungen auf den Ausbruch zufolge des geologisch-bedingten, nicht vorhersehbar und unvermeidbaren Mehrausbruchs im Differenzhohlraum D - d

Die Analyse (ohne Verzerrung durch Umlage von Differenz-Aufwandswerten aus der Ausbruch-sicherung) zeigt, dass der geologisch bedingte MAB im Differenzhohlraum D minus d, situiert um das effektive Ausbruchprofil, im Ausbruch eine deutliche Reduktion der Soll-Leistung bzw. VT-Geschwindigkeit (resultierende leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung durch bauzeitrelevante Auswirkungen im Soll-Bauprogramm ebenfalls beeinflusst) verursacht, die folglich die damit zusammenhängenden Lohnkosten pro m-VT im Vergleich zum Regelvortrieb der AK B IV erhöht und dadurch eine faire, leistungsgerechte Vergütung des Unternehmers untersagt. Der Vollständigkeit halber sind die Auswirkungen in der Ausbruch-sicherung zufolge notwendiger Mehrmengen im Spritzbeton zur Füllung des Differenzhohlraumes D minus d ebenfalls veranschaulicht, welche jedoch nach den tatsächlichen Ist-Mengen gem. SN SIA 198 abgerechnet werden.

Schlussfolgernd stellt sich m.E. die Frage, wozu das vom Bieter als radiale Maßangabe gesondert anzugebende Überprofil (d) - zur Vorhaltung des verfahrenstechnisch-bedingten, vorhersehbar aber unvermeidbaren MAB bestimmt – abverlangt wird, wenn die Differenz D minus d auch bei ursächlich anfallendem, geologisch-bedingten, nicht vorhersehbar und unvermeidbaren MAB in die Herstellkosten des Ausbruchs einzurechnen ist?

- o **verfahrenstechnisch bedingter Mehrausbruch – Vorhaltung des Überprofils (d):**

Die Vorhaltung des durch den Unternehmer bzw. Bieter anzugebenden, radialen Überprofils (d) kann im Sinne der SN SIA 198 in die Ermittlung der VT-Geschwindigkeiten bzw. VT-Leistungen zufolge des verfahrenstechnisch erforderlichen, effektiven Ausbruchprofils einbezogen werden.

- **Bergwassererschweris:**

Bei der Vergütung eines Wassererschwerisses ist stille Voraussetzung, dass Bohr- und Betriebswässer (Brauchwässer) aus der Messung der für die Zuordnung der Gruppenstunden in Abhängigkeit der AK notwendigen Wasseranfallsmenge auszuschließen sind.

Im Vergleich zur ÖN B 2203-1 enthält die SN SIA 198 Regelungen bzgl. eines definierten Messzeitraumes im Abschlagszyklus für eine aussagekräftige Wassermessung (gleichmäßiger Wasseranfall innerhalb von 8 Stunden).

- **zeitgebundene Baustelleneinrichtung (u.a. zeitgeb. Kosten der Bst.):**

Die zeitgeb. Baustelleneinrichtung wird in allen Vergütungsszenarien nach dem selben Prinzip anhand einer LV-Position (Vorhalteposition) der zur Wahl stehenden drei Möglichkeiten des Bauzeitmodells gem. SN SIA 198 (siehe Abbildung 5-33), durch die vertraglich ermöglichte Dynamik anhand der Steuerung des Vordersatzes unter Einfluss der tatsächlichen VKL-Verteilung mit den entsprechend vertraglich garantierten Soll-Leistungen, anpassbar vergütet. Die Grundvoraussetzung der leistungsgerechten Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung des Vortriebs ist ge-

nau dann erfüllt, wenn die prognostizierten Soll-Leistungen bzw. jene vertraglich festgehaltenen VT-Geschwindigkeiten im Soll-Bauprogramm genau den effektiven VT-Geschwindigkeiten entsprechen. Damit würde das in der SN SIA 198/Pkt. 4.69 angeführte Abrechnungsregulativ, welches eine anpassbare Vergütung infolge eines längeren oder kürzeren Vorhaltens der Baustelleneinrichtung (u.a. während des Vortriebs) pro Gerät bzw. Gerätegruppe erst ab einer Veränderung der entsprechenden Abrechnungsbauzeit gegenüber der Soll-Bauzeit von mehr als 2 Monaten⁴²⁸ vorsieht, außer Acht gelassen werden können.

Bei sämtlich auftretenden Leistungsänderungen (Bestellungsänderungen gem. SN SIA 118/Pkt. 3) im Ausbruch sowie v.a. in der Ausbruchsicherung ist die dabei beeinflusste kostenmäßige und terminliche Situation im Sinne der SN SIA 198 in Adaption der vertraglichen Bauzeit im Soll-Bauprogramm zwar angemessen zu berücksichtigen, die daraus folgende **Abrechnungsbauzeit, die die Basis der leistungsabhängig zu vergütenden Baustelleneinrichtung bildet, wird jedoch über das Abrechnungsregulativ - 2-monatiger Fristveränderungsschwellenwert gem. SN SIA 198/Pkt. 4.69 – hinsichtlich einer dynamisch anpassbaren leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung beschränkt.** Da die zeitgeb. Gerätekosten der Bst. durchschnittlich in der Größenordnung von 1/5 bis 1/4 der Vortriebskosten⁴²⁹ bei im zyklisch konventionellen Vortrieb aufgefahrenen Untertagebauprojekten betragen, erscheint m.E. der 2-monatige (sowie in der SN SIA 118/198 vorgeschlagene 1-monatige) Fristveränderungsschwellenwert für eine leistungsabhängige Anpassung und folglich faire, leistungsgerechte Vergütung der zeitgeb. Vorhaltegerätekosten (im Zuge der zeitgeb. Baustelleneinrichtung) weit verfehlt.

Die unter Pkt. 5.1.3.5.2/zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.) angeführte **Problematik der zeitgeb. Vergütung der klassenabhängigen Vorhaltegeräte bei artreiner bzw. -differenter Lösemethode** in Abhängigkeit der möglichen Änderung der Längenverteilung der ausbruchsartbehafteten AK-Festlegungen gegenüber jener der Prognose, tritt **bei Anwendung des NPK 113 D**, im Speziellen des darin enthaltenen **Abschnitts 900** – detaillierte Gliederung der Vorhaltepositionen für die entsprechenden Arbeitsphasen (Einrichtung für den Sprengvortrieb, Einrichtung für den Vortrieb im Lockergestein, Einrichtung für Ausbruchsicherung, Spritzbeton- und Spritzmörteleinrichtung, usw.) – **bei der Wahl der 3. Möglichkeit des Basismodells der Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung** (siehe Abbildung 5-35) **nicht ein (= faire, leistungsgerechte Vergütung).** Hier können die klassenbezogenen Vorhaltegeräte bei Aufeinanderfolgen von artreiner bzw. -differenter Lösemethode der Höhe nach unterschiedlich den jeweiligen, detailliert im LV zur Verfügung stehenden Vorhaltepositionen (definiert als Aufzählungspositionen zur allgem. zeitgeb. Baustelleneinrichtung) zugeteilt werden.

B.) Vergütungssituation bei neuklassifizierter AK ungleich prognostizierter AK gem. normkonformer Matrix

(Vergleichsbasis der Vergütungssituation zur ÖN B 2203-1 inkl. klassischem VMod mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) bei neuklassifizierter Stützmittelzahl außerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix)

Durch die verfahrenstechnisch fixierte Vorgabe der Matrix mit max. 5 AK pro Ausbruchsart im Sprengvortrieb (siehe Tabelle 5-10), die jedoch in den Bauvertrag nicht im vollständigen Ausmaß (16 bzw. 18 ausbruchsartbehaftete AK) einfließen, erweist sich die geforderte Flexibilität der VT-Klassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell im Zuge der Anwendung bei einer flexiblen

⁴²⁸ vgl. SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar) (2004), Pkt. 9.2.5, Seite 27: Abminderung des Fristveränderungsschwellenwerts auf 1 Monat

⁴²⁹ vgl. Haring (2002), Diplomarbeit, Seite 37ff.

Tunnelbaumethode als unzureichend grobe Abstufung. Der Entgeltanpassungsmechanismus der AK wird im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl zwar leichter ausgelöst, verhält sich aber ebenso starr, da jedes Stützmittel mit einer Obergrenze für sich alleine betrachtet die AK bestimmt, sodass zwar mehrere Stützmittel an der unteren Grenze der jeweiligen AK liegen können, aber ein einzelnes, welches die obere Grenze überschreitet, die Zuordnung zur nächst schwierigeren AK bedingt. Dadurch erhöht sich die Anzahl der für die Projektabwicklung prognostizierend klassifizierten AK während der Ausführungsphase durch Schaffung notwendig neuer AK.

Bei einer AK infolge Neuklassifikation, die außerhalb ihres Geltungsbereiches gem. der AK-Definition (u.a. klassenbestimmende Ankeranzahl über Richtwert n) lt. SN SIA 198 zu liegen kommt, werden der verrechenbare Einheitspreis der Ausbruchposition der AK und die Vorgabe der vertraglichen Soll-Leistung

- entweder ebenfalls durch bereits diesbzgl. **zufällig passende, vertragliche Vorgaben** von klassifizierten AK gem. den Vertragsbestimmungen der SN SIA 198 ersetzt (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**)
- oder durch ein **entsprechendes Zusatzangebot** - d.h. beim Vortrieb werden Bereiche aufgefahren, für die es in Bezug auf die Matrix keine Vergütungsvereinbarung gibt - auf Basis der Kalkulationsgrundlagen der Vertragskalkulation ermittelt; ein vglb. Extrapolationsregulativ wie in der ÖN B 2203-1 existiert in der SIA-Norm 198 nicht.

Dem durch Letzteres geschaffenen Einheitspreis und zugehöriger Vorgabe einer Soll-Leistung liegen gem. des bauwirtschaftlich geprägten Interesses plausibel abgeleitete, klassenspezifisch angepasste Kalkulationsgrundlagen zufolge einer Berücksichtigung des tatsächlichen, veränderten spezif. Gebirgsverhaltens zugrunde, da v.a. durch die in der (Vor-)Kalkulation systemimmanente, mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen (Einzellohn-)Kosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen detaillierte Kalkulationsgrundlagen für eine vertragsrechtlich angemessene Ableitung des Einheitspreises und einer Vorgabe der zugehörigen Soll-Leistung zur Verfügung stehen (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**; unter Beachtung der Generierung von klassenunabhängigen Regeleinbau-Aufwandswerte in den Stützmaßnahmen).

C.) Fazit der Vergütungssituation

• **Lohnkosten der Bst. während des Vortriebs:**

In Abbildung 5-44 und in Abbildung 5-45 sind für die Änderung der Abschlagslänge und die Mengenänderung der Ausbruchsicherung die Verläufe in der Erlössituation der Lohnstunden pro m-VT infolge der leistungsabhängigen Vergütung der AK und der Ausbruchsicherung bei Anwendung der SN SIA 198 in Gegenüberstellung zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 veranschaulicht.

Ein diesbzgl. direkter Vergleich der leistungsabhängigen Vergütungssituation bei der Normen ist aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik der VT-Klassifikationen inkl. zugehörigem Vergütungsmodell nicht möglich; es kann nur das Prinzip illustriert werden.

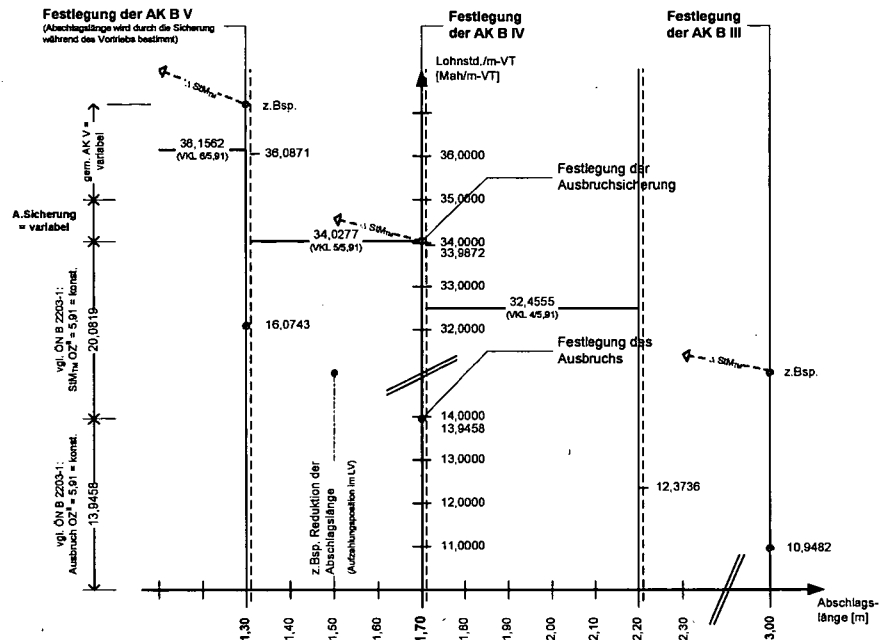


Abbildung 5-44: Vergleich SN SIA 198 vs. klassisches VMod gem. ÖN B 2203-1 - **sprunghafter Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **außerhalb** der klassifizierten Abschlagslänge bei Anwendung der SN SIA 198 (Darstellungsbezug: „fiktive“ OZ^{II} = konst.)

→ **generelle Auswirkung(en):**

Aufgrund der Charakteristik der VT-Klassifikation inkl. formulierten Vergütungsmodell der SN SIA 198 spielt das wirtschaftliche Interesse - wie bei der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 - ebenfalls eine nicht zu unterschätzende Rolle und erschwert dadurch das zu erzielende, in der gegenständlichen Norm immer wieder darauf hingewiesene Einvernehmen der Vertragsparteien in der vor Ort verbindlich zu beschließenden Ausbaufestlegung.

Weiters fällt bei der Anwendung dieser SIA-Norm auf, dass für sämtliche, aus einem **abgeänderten spezif. Gebirgsverhalten** und daher in der Risikosphäre des Bauherrn zu vertretenden Erschwernisse im Vortrieb die diesbzgl. leistungsabhängige Vergütung der Leistungserbringung über **separate LV-Positionen** geregelt wird.

Um die dem **Einheitspreisvertrag behaftete Charakteristik** (Unternehmer trägt das Einzelkosten- und Bauzeitrisiko - siehe Pkt. 2.5.3.1.1) sowie die daraus **hervorgehende Erfolgsbezogenheit** - unternehmerische Motivation für ein strikt leistungsorientiertes und wirtschaftliches Tätigsein - in der Leistungserbringung des Unternehmers **zu wahren** und vom möglichen argumentativen Anschein einer Herstellkostenerstattung mit vereinbartem Gesamtzuschlag (Regiepreisvertrag - siehe Pkt. 2.5.3.1.2) abzusehen, wird von Seiten des Bauherrn das Bauzeitrisiko als **entsprechender Anreizmechanismus insoweit verschärft, als dass terminliche Auswirkungen dieser separat leistungsabhängig vergütbaren Erschwernisse größtenteils über den zeitkritischen Fristveränderungsschwellenwert⁴³⁰ (bauzeitl. Differenz zw. Soll-Bauzeit und Abrechnungsbauzeit) zu Lasten einer fairen, leistungsgerechten Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung gedeckelt werden.**

5.2.4 Zusammenfassung

5.2.4.1 Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)

Die Empfehlung SIA 199 regelt – ähnlich wie bei der ÖN B 2203-1 die ÖGG-Richtlinie - die Systematik der Vorgehensweise sowie die Nachvollziehbarkeit von Schlussfolgerungen und Entscheidungen auf Basis von prognostizierten, von der örtlichen Geologie abhängigen Gefährdungsbildern für die in der SN SIA 198 zu klassifizierende Ausbruchsicherung (u.a. bautechnische Maßnahmen zur Hohlraumstützung).

5.2.4.2 Vortriebsklassifikation und Vergütungsmodell

Das Procedere der Vortriebsklassifizierung, wie es in der vorliegenden SN SIA 198 festgelegt wurde, kommt prinzipiell der konsequenten Anwendung einer an die Gebirgsverhältnisse flexibel anpassbaren Tunnelbaumethode entgegen, da in ähnlich vglb. Weise wie bei der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 der Zwang der eng begrenzten Ausbruchsicherungsabgrenzung durch den Modellcharakter hinsichtlich der ansonsten entstehenden, nicht kalkulierbaren wirtschaftlichen Risiken seitens des Bieters bzw. des AN größtenteils entfällt.

M.E. besteht ein konfliktträchtiger Schwachpunkt der Klassifikation nach der Ausbruchsart und -speziell bei einer Neuklassifikation - nach den in der SIA-Norm definierten AK darin, dass einerseits nur max. 5 ausbruchsartabhängige AK unterschieden werden, was eine für die adaptierfä-

⁴³⁰ siehe SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 4.69, Seite 25; vgl. SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar) (2004), Pkt. 9.2.5, Seite 27: Abminderung des Schwellenwerts auf 1 Monat

hige Anpassung an die Ausführungsbedingungen grobe Abstufung bedeutet. Eine tlw. deskriptive und dadurch unscharfe Ausbruchsklassenabgrenzung - beinhaltet einen starren und zu gleich sehr leichtgängigen Entgeltanpassungsmechanismus - steht im Widerspruch zu der aus der geomechanischen Planung detailliert vorliegenden Mengenangabe an artdifferenter Ausbruchssicherung. Diese Regelung wurde in der momentan in Vernehmlassung befindlichen Überarbeitung der SIA 118/198 weitgehend beibehalten.

→ **zusammengefasstes Ablaufschema der VT-Klassifikation inkl. formulierten Vergütungsmodell gem. SN SIA 198:**

- **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**
 - Vorteil(e):
 - **mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** (u.a. Empfehlung des SBV)
 - Problem(e):
 - **hohe Anzahl an VKL** (hoher Arbeitsaufwand beider Vertragsparteien im Zuge der Vertragsabwicklung)
 - **kalkulatorische Generierung klassenunabhängiger „Regeleinbau“-Aufwandswerte für die Ausbruchssicherung**
- **Ausbaufestlegung(en)**
- **2.-malige VT-Klassifikation unter Berücksichtigung der vereinfachten Abrechnungsbestimmungen gem. SN SIA 198/Pkt. 5.23.22 für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens, jedoch infolge eingetretener Leistungsänderungen auch erst im Nachhinein möglich**
 - Vorteil(e):
 - **It. bekannt erwartbarer Abweichungsszenarien** (u.a. VKL-bestimmende Leistungsänderungen) aus der Prognose gewähren die **formulierten Entgeltanpassungsmechanismen z.T. ein Nachfahren der tatsächlich erforderlich werdenden Lohnkosten**
(Anpassung begünstigt durch eine vorhandene mengengebundene, kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Ausbruchssicherung)
 - **dynamische Vergütungsregelung des Ausbruchs und der Ausbruchssicherung innerhalb einer AK**
 - bei Änderung der Abschlagslänge vorgesehen und geregelt
 - bei Änderungen der Stützmaßnahmen in Art und Menge z.T. vorgesehen und geregelt
 - Problem(e):
 - **Zufälligkeit der Vergütung der AK**
 - **sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden**
 - **sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Baustelleneinrichtung**

→ **Auswirkung(en) inkl. Vorgabe eines zu erreichenden Verbesserungspotentials:**

- **Feedback auf Ausbaufestlegungen infolge wirtschaftliches Interesse**
 - *Loslösung im Gebrauch einer 2.-maligen, „völlig eigenständigen“ VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens*
- **vorhanden formulierte Entgeltanpassungsmechanismen stellen keine faire und leistungsgerechte Vergütung des AN sicher**
 - *Entfall einer kalkulatorischen Generierung klassenunabhängiger „Regeleinbau“-Aufwandswerte für die Ausbruchsicherung*
 - *Glättung des sprunghaften Verlaufs in der Erlössituation der Lohnstunden und v.a. in der zeitgeb. Baustelleneinrichtung*

5.3 DIN 18312 VOB/Teil C - ATV

Bei der Entwicklung eines praxistauglichen Klassifizierungssystems in Deutschland dürfte, wie auch in Österreich und in der Schweiz, von Beginn an die Forderung gestellt worden sein, sowohl den gebirgsmechanischen Belangen wie auch der Preisbildung und Vergütung der untertägigen Leistungen gerecht zu werden. Bei dieser Ausbruchs- bzw. Vortriebsklassifizierung handelt es sich aber zum Unterschied der zuvor analysierten Normenklassifizierungen um eine **generelle, anfänglich projektunabhängige Vortriebsklassifizierung** (vom Grundgedanken her vglb. mit den Felsklassifikationen - siehe Pkt. 4) für verschiedene Vortriebsarten, die sich zwar ebenfalls auf die vortriebsbestimmenden Tätigkeiten des Stützmaßnahmeneinbaues bezieht, jedoch durch Adaption der generellen Vortriebsklassenfestlegung zu projektabhängigen Vortriebsklassenzuordnung umgewandelt werden kann⁴³¹. Wichtige Voraussetzungen für eine generelle Einteilung in VKL gem. der DIN-Untertagebaunormung lassen sich wie folgt anführen:

- **Baugrund:**
Klassifikation der Vortriebsarbeiten auf Grundlage der geomechanischer Untersuchungen und deren tunnelbautechnische Beurteilung;
- **Form und Fläche (Größe) des Hohlräume(-querschnitts):**
durch den Projektanten vorgegeben bzw. in der Entwurfsplanung⁴³² festgesetzt;
- **Vortriebsart:**
u.a. auch die Lösemethode des Gebirges

Die zur Zeit aktuelle Vortriebsklassifizierung für Untertagebauprojekte wird in Deutschland anhand den allgem. technischen Vertragsbedingungen (ATV) des Teils C der Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) – DIN 18312⁴³³ *Untertagebauarbeiten* i.d.F. vom Dezember 2002 geregelt. Die Klassifikation nach dieser DIN-Norm geht von der Voraussetzung aus, dass Form und Größe des Hohlraumquerschnitts sowie die Vortriebsart, die techn. Lösemethode und die Maßnahmen für Ausbruch und Stützung vorgegeben sind sowie die jeweilige Klassifikation von Boden oder Fels in den einzelnen Klassen nur unter Beachtung dieser Vorgabedaten erfolgt. Abweichend vom Begriff der Ausbruchklasse (AK) – wie auch vergleichsweise in der SN SIA 198 (01.05.1993) verankert – wird die Bez. Vortriebsklasse (VKL) seit dem Entwurf DIN 18312 i.d.F. vom April 1995 bzw. seit der DIN-Norm 18312 i.d.F. vom Dezember 1992 gewählt.

- **Anwendungsgebiet:**

Die bundesdeutsche Klassifikation setzt in Übereinstimmung mit den vglb. genormten Klassifizierungen der ÖN B 2203-1 und der SN SIA 198 ebenso für eine technisch einwandfreie und wirtschaftlich erfolgreiche Projektdurchführung die Erhaltung der Tragfähigkeit des den Hohlraum umgebenden Gebirges⁴³⁴ sowie eine messtechnische Beobachtung der Gebirgsreaktionen⁴³⁵ während der Vortriebsphase für flexible Tunnelbaumethoden voraus. Die aktuelle, zu begutachtende DIN 18312 Untertagebauarbeiten der VOB/Teil C – ATV begrenzt Ihre Gültigkeit der Anwendung für das Herstellen – umfasst den Ausbruch (Lösen, Laden und Fördern von Boden und Fels unter Tage) und die Stützung des Hohlräume – unterirdischer Hohlräume in Boden und Fels (Locker- und Festgestein) in geschlossener Bauweise, die nicht unmittelbar zur Gewinnung von

⁴³¹ vgl. Baudendistel (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 419

⁴³² siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 0.2.9, Seite 4: u.a. Angaben zur Ausführung

⁴³³ DIN 18312 (12.2002) VOB/Teil C - ATV

⁴³⁴ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 3.3.6, Seite 11

⁴³⁵ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 0.2.24, Seite 5

Bodenschätzen dienen und umfasst die konventionellen als auch die maschinellen Vortriebsarten.

5.3.1 Modellbeschreibung

Im vertragsrechtlichen Sinn gilt die DIN 18312 *Untertagebauarbeiten* in Ergänzung zur DIN 18299⁴³⁶ *Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art* i.d.F. vom Dezember 2002 im Zuge des Bestandteils der VOB/Teil C - Allgemeinen technischen Vertragsbedingungen (ATV) als eine vorformulierte Vertragsanbahnungs-, Vertragsabschluss- und -abwicklungsordnung⁴³⁷ für die Herstellung unterirdischer Hohlräume im Gebirge (Fest- und Lockergestein), die in ihrem überwiegenden Teil nur dann greift, wenn die Vertragspartner von ihr durch Einbeziehung in den Bauvertrag (BGB- oder VOB-Vertrag) als Vertragsbestandteil Gebrauch machen (VOB/Teil A §10, Nr. 1). Ausnahme bildet hier der Abschnitt 0 der jeweiligen ATV, da dieser Hinweise für das Aufstellen von LB enthält und daher nie Vertragsbestandteil werden kann.

Die Geltung der VOB/Teil C bei einem im Untertagebau typischen VOB-Vertrag ist dadurch gesichert, da einerseits bei Miteinbezug der VOB/Teil B als Vertragsbestandteil in den Bauvertrag der §1 „Art und Umfang der Leistungen“, Nr. 1 die Geltung der ATV anordnet und andererseits die ATV über den Aspekt der anerkannten Regeln der Technik miteinbezogen werden kann.

Hinsichtlich der Vollständigkeit ist Nachstehendes aufzuzeigen:

- Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING), Teil 5 Tunnelbau / Abschnitt 1: Geschlossene Bauweise⁴³⁸ i.d.F. vom Jänner 2003 - Dieses Regelwerk sieht eine konforme Vorgehensweise in der Vortriebsklassifizierung nach DIN 18312 vor.
- Richtlinie 853 – Eisenbahntunnel planen, bauen und instandhalten⁴³⁹ i.d.F. vom Juni 2002 – Die bei Planung, Bau und Instandhaltung von Eisenbahntunnel zu berücksichtigende RiLi 853 der DB-AG schreibt fest, dass die LB auf einer Vortriebsklassifizierung nach DIN 18312 zu beruhen hat.

5.3.1.1 Gebirgscharakterisierung

Die in den bundesdeutschen Regelwerken⁴⁴⁰ festgehaltene Globalzielformulierung der Gebirgscharakterisierung zufolge geomechanischer Untersuchungen ist die Beschreibung aller für die Baumaßnahmen maßgebenden, vortriebsartspezifischen Baugrundeigenschaften, wobei die Art und der Umfang der Untersuchungen auf die Größe und den Zweck des Hohlraumbauwerks⁴⁴¹, die Baugrundverhältnisse sowie die Auswirkungen des Vortriebs und der Nutzung des Bauwerks auf die Umgebung abzustimmen sind. Es gilt hierfür grundsätzlich die DIN 4020⁴⁴² *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke* i.d.F. vom Oktober 1990, in der Tunnelbauwer-

⁴³⁶ DIN 18299 (12.2002)

⁴³⁷ siehe Englert et al (2003) in Geolex 1.03, Seite 15ff.: Die ATV wirken nicht als Rechtsnormen.

⁴³⁸ ZTV-ING – Teil 5 Tunnelbau (Jänner 2003): Die ZTV-ING Teil 5, Tunnelbau ergänzt bzw. ändert an sich die geltende DIN-Normung und DIN-Fachberichte bzw. sie setzt darin enthaltene Bestimmungen außer Kraft. In der gegenständlichen Dissertation hat sie untergeordnete Bedeutung.

⁴³⁹ RiLi 853 – Modul 0023 (Juni 2002)

⁴⁴⁰ u.a. auch ZTV-ING – Teil 5 Tunnelbau (Jänner 2003), aaO. und RiLi 853 – Modul 0023 (Juni 2002), aaO.

⁴⁴¹ siehe Maidl (unveröffentlicht): Art und Umfang geotechnischer Untersuchungen sind auf die Größe und den Zweck des Hohlraumbauwerkes derart abzustimmen, sodass hieraus die notwendigen Angaben zur Wahl des Vortriebsverfahrens, zur Bemessung des Ausbaus (Sicherungsbedarf und Auskleidung) und zum Einfluss der Vortriebsverfahren und des Hohlraumbauwerkes auf die Umwelt erhalten bzw. abgeleitet werden können.

⁴⁴² DIN 4020 (10.1990)

ke im Regelfall der geotechnischen Kategorie 3 zu zuordnen sind und die in gewohnter Weise zwischen Dokumentation, Beschreibung, Beurteilung und Auswertung unterscheidet.

Die Beschreibung und Darstellung der geologischen, hydrogeologischen und geomechanischen Verhältnisse infolge von „geotechnischen“ Untersuchungen⁴⁴³ in Abhängigkeit des projektphasenorientierten Detaillierungsgrades (z.B. Betrachtung der geologischen Vorgeschichte, Luftaufnahmen, örtliche Begehungen, Aufschlussverfahren anhand direkter oder indirekter Aufschlussmethoden sowie Labor- und in-situ-Versuche) bilden die Grundlage für die Beurteilung des Gebirges und dessen Unterteilung in verschiedene Bereiche gleichartiger Gebirgscharakteristik (Homogenbereiche) sowie für die Formulierung und Auswertung möglicher Verhaltensphänomene⁴⁴⁴. Entsprechend der DIN 4020 ist folglich ein Modell des Baugrundes zu erarbeiten, welches aufgrund der charakteristischen Boden- und Felskennwerte des projektbezogenen Baugrundes das überwiegend erwartete Baugrundverhalten repräsentiert. Diese Ergebnisse unter Beachtung bautechnischer Aspekte - u.a. die Eigenschaften und Zustände von Boden und Fels und deren wesentliche Änderungen nach dem Lösen im Hinblick auf die zur Ausführung gelangende Vortriebsart und techn. Lösemethode⁴⁴⁵ - sind in einem geotechnischen Gutachten⁴⁴⁶ zusammenzufassen, welches Bestandteil der Ausschreibung zu werden hat. Somit ist eine nachvollziehbare, systematisierte Entscheidungsfindung für die Planung der Stützmaßnahmen hiermit ebenfalls gewährleistet.

Eine klar gegliederte, zweckgebundene Vorgehensstruktur hinsichtlich der Beurteilung des Gebirgsverhaltens bei Planung und Bauausführung ist in der DIN 4020 im Sinne eines z.B. Flussdiagramms, wie vglb. in der ÖGG-Richtlinie, nicht enthalten, hier kann aber auf die einschlägigen Empfehlungen des Arbeitskreises „Tunnelbau“⁴⁴⁷ (ETB) zurückgegriffen werden, die die Gebirgscharakterisierung in Deutschland – ähnlich zu den bereits erläuterten Gebirgscharakterisierungen aus Österreich und der Schweiz – widerspiegelt. Darin enthalten sind auch Empfehlungen für die Sicherheitsbetrachtung⁴⁴⁸ anhand von Risikoanalysen der in Frage kommenden Gefährdungsbilder auf Grundlage der Verhaltensphänomene des Fels bzw. Bodens.

Die Ermittlung – eigentlich handelt es sich hier nur mehr um eine projektspezifische Zuordnung - der VKL gemäß DIN 18312 basiert auf Grundlage erstellter projektabhängiger Bereiche gleichartiger Gebirgscharakteristik (Homogenbereiche) lt. DIN 4020; um die Mengenermittlung für das LV und eine Bauzeitprognose durchführen zu können, ist auf Basis der prognostizierten Verteilung dieser „Bereiche gleichartiger Gebirgscharakteristik“ eine Prognose hinsichtlich der Verteilung der VKL (unter Zuweisung der bautechnischen Maßnahmen) über die gesamte Länge des zu errichtenden Hohlraums zu erstellen.

⁴⁴³ siehe DIN 4020 (10.1990), Pkt. 4.2, Seite 5: Aussagefähigkeit von geotechnischen Untersuchungen – Aufschlüsse in Boden und Fels sind als Stichproben zu bewerten. Sie lassen für zwischenliegende Bereiche nur Wahrscheinlichkeitsaussagen zu.

Speziell bei Hohlraumbauwerken mit geringer Überlagerung sind nach DIN 4020 direkte Aufschlüsse in Mindestabständen von 50 - 200 m, mit Anpassung an die geologischen Verhältnisse und bis in eine Tiefe der 1 bis 2-fachen lichten Regelquerschnittsausdehnung unterhalb der Tunnelsohle reichend, durchzuführen.

⁴⁴⁴ vgl. Girmscheid (2000), Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau, Seite 36f.

⁴⁴⁵ siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 0.2.13, Seite 4

⁴⁴⁶ siehe DGGT – ETB (1994), Seite 7ff.: geotechnischen Untersuchungen - Aus dem geotechnischen Bericht ist erkennbar, welche Aussagen unmittelbar aus geotechnischen Untersuchungen abgeleitet sind, welche Aussagen auf Interpretation oder Erfahrung beruhen und welche Entscheidungen zur Wahl des Ausschreibungsentwurfs geführt haben, sofern kein gesonderter tunnelbautechnischer Bericht erstellt wird.

⁴⁴⁷ ausführlich in DGGT – ETB (1994), aaO.

⁴⁴⁸ ausführlich in DGGT – ETB (1994), Seite 15ff.: Sicherheitsbetrachtungen

Auch die bundesdeutsche Methode der Gebirgscharakterisierung gem. DIN 4020 unter Beachtung der ETB stellt eine, wenn gleich nicht so detailliert veranschaulichte Vorgangsweise der nachvollziehbaren Festlegung von bautechnischen Maßnahmen dar und zählt zu den **dem Sinne der Definition nach projektabhängigen Systemen**. Die Bereichsabgrenzung gleichartiger Gebirgscharakteristik ist u.a. Voraussetzung für die weitere Vorgangsweise der Vortriebsklassenfestlegung gem. DIN 18312.

5.3.1.2 Vorgangsweise der Klassifikation

5.3.1.2.1 Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)

Wie bereits eingangs erwähnt, geht die Klassifikation nach dieser DIN-Norm von der Voraussetzung aus, dass Form und Größe des Hohlraumquerschnittes sowie die Vortriebsart, die techn. Lösemethode und die Maßnahmen für Ausbruch und Stützung (i.S. der DIN Sicherung) vorgegeben sind sowie die jeweilige Klassifikation von Fels oder Boden in den einzelnen Klassen nur unter Beachtung dieser Vorgabedaten erfolgt. In der **generell gültigen, projektunabhängigen Vortriebsklassifikation für konventionelle Vortriebsarten** (wie z.B. Spreng-, Teilschnittmaschinen- und Baggervortrieb) der DIN 18312 wird nach der Menge der Sicherungsarbeiten und damit resultierend nach der Verzögerung bzw. Behinderung des Vortriebs in die Klassen 1 (A) bis 7 (A) unterschieden.

VKL:	Einfluss der Behinderung beim Ausbruch:
1	Ausbruch ohne Sicherung
2	Ausbruch mit Sicherung, die in Abstimmung mit dem Bauverfahren so eingebaut werden kann, dass Lösen und Laden nicht behindert werden.
3	Ausbruch mit in geringem Abstand zur Ortsbrust (bei Vertikalschächten: Schachtsohle bzw. -firste) folgender Sicherung, für deren Einbau das Lösen und Laden unterbrochen werden müssen.
4	Ausbruch mit unmittelbar folgender Sicherung
4 A	Ausbruch nach Vortriebsklasse 4 mit Unterteilung des Ausbruchquerschnitts aus Gründen der Standsicherheit
5	Ausbruch mit unmittelbar folgender Sicherung einschließlich Sicherung der Ortsbrust
5 A	Ausbruch nach Vortriebsklasse 5 mit Unterteilung des Ausbruchquerschnitts aus Gründen der Standsicherheit
6	Ausbruch mit unmittelbar folgender und voreilender Sicherung
6 A	Ausbruch nach Vortriebsklasse 6 mit Unterteilung des Ausbruchquerschnitts aus Gründen der Standsicherheit
7	Ausbruch mit unmittelbar folgender Sicherung einschließlich Sicherung der Ortsbrust und voreilender Sicherung
7 A	Ausbruch nach Vortriebsklasse 7 mit Unterteilung des Ausbruchquerschnitts aus Gründen der Standsicherheit

Bei der Planung eines Tunnelbauwerkes ist das **generelle Klassifizierungsschema projektbezogen**, d.h. **jede VKL ist mit konkreten Angaben**⁴⁴⁹ über Ausbruchsart, Abschlagslänge(n), Art und Menge der Stützmaßnahmen (üblich in klassenbezogenen Bandbreiten in Form eines

⁴⁴⁹ siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 0.2.16, Seite 5

Stützmaßnahmen-Rahmenplans⁴⁵⁰) und den Zeitpunkt des Einbaues zu versehen, anzuwenden. Die Ermittlung bzw. projektspezifische (deskriptive) Zuordnung zu der jeweiligen VKL erfolgt unter o.a. Voraussetzungen (→ **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**).

Der Buchstabe A ist der VKL zugefügt, wenn innerhalb vom Ausbruchquerschnitt, z.B. in der Kalotte, aus Gründen der Standsicherheit eine Querschnittunterteilung erforderlich wird. Durch weitere Strukturierung in Unterklassen⁴⁵¹ kann auf der Grundlage der generellen Vortriebsklassifikation eine Verfeinerung, z.B. durch die Berücksichtigung zunehmender Erschwernisse⁴⁵² (Verkürzung der Abschlaglänge, Einfluss aus Bergwasser, spezieller Einsatz von Maßnahmen zur Stützung des Hohlraums, etc.) erreicht werden. Hierbei sind konkrete, projektbezogene Besonderheiten zu erfassen.

Der Bieter hat für jede VKL unter Beachtung der vertraglich angeführten Rahmenbedingungen in der jeweilig zugehörigen Leistungsposition des LV einen Einheitspreis zu garantieren; bzgl. einer vergaberechtlichen und betriebswirtschaftlichen Festlegung zur Steuerung einer allfällig dynamisch anpassbar zu handhabenden Vortriebszeit enthält die vorliegende DIN keinen dieszgl. Passus.

In Deutschland besteht die Möglichkeit, dass bei Nebenangeboten (Voraussetzung ist der Nichtausschluss nach VOB/Teil A, §10, Nr. 5) der Bieter bzw. der künftige AN projektbezogen eine eigene Vortriebsklassifikation auf Grundlage der generellen Klassifikation der Vortriebsarbeiten vorschlagen kann, wobei jedoch ein Bezug zur ausgeschriebenen DIN-Vortriebsklassifikation hergestellt werden muss⁴⁵³.

5.3.1.2.2 Ausführungsphase (tatsächliche Vortriebsklassenfestlegung)

Die VKL werden auf Grundlage der genehmigten Ausführungspläne vor Ort in Form von Ausbaufestlegungen vor dem jeweiligen Ausbruchvorgang auf Vorschlag des AN einvernehmlich mit dem AG festgelegt. Die Grundlage der Festlegungen bildet die Sachverhaltsdarstellung des „frisch“ aufgefahrenen Gebirges, wie u.a. die Stabilität der Ortsbrust, die gemessenen Hohlraumverformungen, Oberflächennivellements und Vorerkundungsmaßnahmen sowie die Erfahrungen aus Ausbruch und Stützung der vorhergehenden Abschlüge. Bei widersprüchlicher Auffassung empfiehlt die DGGT in den ETB⁴⁵⁴, dass der AG die VKL festzulegen hat; die gegenständliche DIN 18312 enthält hierzu kein Regulativ.

Prinzipiell sieht die DIN 18312 unter Pkt. 3.4.1 vor, dass Art und Menge (Umfang) der Stützmaßnahmen entsprechend den Festlegungen (innerhalb der klassenbezogenen Bandbreiten der Rahmenpläne) nach den vereinbarten VKL auszuführen sind (→ **keine eigenständige Neuklassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens**). Ansonsten ist deren Wahl dem AN überlassen - dies kann nur insoweit gelten, als dass dem AN die Wahl der Sicherheitsmaßnahmen überlassen bleibt. Wenn Umstände auftreten, die eine Änderung der vereinbarten Ausbruchsicherung erfordern, sieht die gegenständliche DIN⁴⁵⁵ nur ein

⁴⁵⁰ vgl. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.5.2, Seite 47 sowie ZTV-ING - Teil 5 Tunnelbau (Jänner 2003), Abschnitt 1, Pkt. 6.3

⁴⁵¹ siehe z.B. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.5, Seite 42; vgl. ZTV-ING - Teil 5 Tunnelbau (Jänner 2003) und RiLi 853 - Modul 0023 (2002)

⁴⁵² vgl. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.5, Seite 42: Im Leistungsverzeichnis können zusätzliche Positionen zur Beschreibung von Erschwernissen oder Besonderheiten berücksichtigt werden.

⁴⁵³ ausführlich in DGGT - ETB (1994), Seite 42, vgl. ZTV-ING - Teil 5 Tunnelbau (Jänner 2003)

⁴⁵⁴ siehe DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.8.1, Seite 49

⁴⁵⁵ siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 3.4.2, Seite 11

Regulativ für jene Umstände infolge Gefahr im Verzug zur Verhütung von Schäden vor. Soweit die Ursache nicht der AN zu vertreten hat, sind die zur Verhütung von Schäden getroffenen sowie die weiteren einvernehmlich festgelegten bautechnischen Maßnahmen im Sinne der Norm besondere Leistungen⁴⁵⁶. **Jene Umstände, die im Zuge von Ausbaufestlegungen Abweichungen in Art und Menge von den prognostizierten Stützmaßnahmen (außerhalb der klassenbezogenen Bandbreiten der Rahmenpläne) zum tatsächlich auszuführenden Sicherheitsbedarf hervorrufen, werden in der DIN 18312, wie im vglb. Sinn einer eigenständigen Neuklassifikation der bereits aufgezeigten Normenklassifizierungen, nicht geregelt.** Diese Änderungen bzw. Abweichungen von den Rahmenbedingungen lösen jedoch im Regelfall eine Änderung der vertraglich festgelegten Preise (vgl. VOB/Teil B, §2, Nr. 5 u. 6) und eine Anpassungen der Bauzeit (vgl. VOB/Teil B §6, Nr. 2) aus.

In wie weit die Vortriebsklassifikation nach DIN 18312 eine faire, leistungsgerechte Vergütung der Leistung des potentiellen AN gewährleistet, v.a. im Hinblick auf die Änderung der prognostizierten Abschlagslänge, der Art und der Menge der jeweiligen, einer VKL zugrunde liegenden Rahmenpläne der Stützmaßnahmen, wird im Zuge dieser Dissertation im Pkt. 5.3.3 ff. ausführlich untersucht.

5.3.2 Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung

Die DIN 18312 bildet in Abschnitt 5 in wesentlicher Ergänzung zur DIN 18299 die Grundlage für die Regelung von Aufmaß und Vergütung. Für die Erstellung eines, im Sinne der DIN 18312 den Anforderungen eines geotechnisches Klassifizierungssystem inkl. eines formulierten, speziell auf das Klassifizierungssystem angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodell gerecht werdenden, tauglichen LV können lt. DGGT gem. ETB⁴⁵⁷ u.a. verwendet werden:

- Standardleistungsbuch (StLB) 007 für Untertagebauarbeiten
- Standardleistungskatalog (STLK) für den Straßen- und Brückenbau, Leistungsbe-
reich 125 „Ausbruch und Auskleidung von Tunneln“ (in Vorbereitung)
- Standardleistungsbuch der DB „Untertagebau“ (StLB/DB 808.0224.16)

5.3.2.1 Voraussetzungen für die Ausschreibung

Die Basisvoraussetzung für die Beschreibung der Leistungen stellen die VOB/Teil A §9, Nr. 1 sowie der §9, Nr. 9 bei LB mit LV dar, der besagt, dass die Leistungen im LV derart aufzugliedern sind, dass unter einer Position nur solche Leistungen aufgenommen werden, die nach ihrer technischen Beschaffenheit und für die Preisbildung als in sich gleichartig anzusehen sind.

Die Beachtung der Hinweise in Abschnitt 0 der gegenständlichen ATV ist Voraussetzung für eine ordnungsgemäße LB gem. VOB/Teil A §9, Nr. 3. In der DIN 18312/Pkt. 0.2.14 ist der Hinweis verankert, dass der Ausbruch nach VKL untergliedert bzw. zusammengefasst (z.B. nach Art und Menge (Umfang) der Stützmaßnahmen) werden darf. Unterschiedliche VKL in einem Querschnitt sind nur dann vorzusehen, wenn eine Unterteilung des Ausbruchsquerschnitts aus bauverfahrenstechnischen Gründen erforderlich ist. Für die jeweilige vortriebsartspezifische VKL ist die

⁴⁵⁶ siehe DIN 18299 (12.2002), Pkt 4.2, Seite 11: Besondere Leistungen sind Leistungen, die nicht Nebenleistungen – Leistungen, die auch ohne Erwähnung im Vertrag zur vertraglichen Leistung gehören (VOB/Teil B §1, Nr. 1 und §2, Nr. 1) – sind und nur dann zur vertraglichen Leistung gehören, wenn sie in der Leistungsbeschreibung besonders erwähnt sind; vgl. VOB/Teil B §2, Nr. 6

⁴⁵⁷ ausführlich in DGGT – ETB (1994), Pkt. 7.4, Seite 38

Ausbruchsart, die Abschlagslänge(n), die Art und die Menge der SichStützmaßnahmen (Stützmaßnahmen-Rahmenplan) sowie der Einbauort und die Einbauzeit anzugeben.

- **Ausbruch:**

In die projektabhängige VKL ist der zu quantifizierende Aufwand der Behinderung durch die üblicherweise ausgeschriebenen Bandbreiten der artdifferenten Ausbruchsicherungen, die Auswirkung auf die VT-Geschwindigkeit und -Leistung in Abhängigkeit der Ausbruchsart und der Abschlagslänge(n) des Vortriebs bewirken, zu berücksichtigen und in die Ausbruchspreise einzukalkulieren⁴⁵⁸. Dem wird mit einer Staffelung der Ausbruchpositionen mit dem Vordersatz [m³] oder [lfm], getrennt nach Preisanteil Lohn und Sonstiges, in einem DIN-konformen und VOB-gerechten LV entsprochen.

Bzgl. eines Auftretens von Mixed-Face-Bedingungen sieht die gegenständliche DIN 18312 keine speziellen Bestimmungen bzw. Regelungen hinsichtlich einer vertraglichen Abwicklung vor. Jedoch hinsichtlich der Risikübernahme⁴⁵⁹ ist anzuführen, dass bei Antreffen von in der LB abweichenden Gebirgsverhältnissen im Zuge der Herstellung von Hohlräumen und der Unmöglichkeit der Leistungserbringung in prognostizierter Art und Weise sowie bei Eintreten von Umständen zufolge denen das Ausbruchsollprofil nicht mehr eingehalten werden kann, der AG in Kenntnis zu setzen ist. Die einvernehmlich zu treffenden Maßnahmen sind besondere Leistungen im Sinne der DIN 18299/Pkt. 4.2.

- **Ausbruchsicherungen (Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen-Rahmenplan):**

Die ZTV-ING Teil 5 Tunnelbau, Abschnitt 1 beinhaltet unter Pkt. 6.3 die Empfehlung, dass die Angabe der bezogenen Stützmaßnahmen je VKL in Bandbreiten (Stützmaßnahmen-Rahmenplan) vorzusehen ist. Hierzu ergänzt die DGGT in den ETB⁴⁶⁰, dass beim konventionellen Vortrieb eine gewisse Überlappung der Bandbreiten zweckmäßig erscheint.

Da sich erfahrungsgemäß eine Änderung der Art, der Menge und des Einbauortes der Stützmittel auf die VT-Leistung auswirken, muss dies innerhalb einer leistungsabhängigen Vergütung geregelt werden:

Die in den prognostizierten VKL beinhaltenden Stützmaßnahmen werden gem. den DIN-konformen Standardleistungsbüchern in eigenen Leistungspositionen unabhängig von der jeweiligen VKL ausgeschrieben; eine bezugnehmende Verfahrensbestimmung dazu, wie vergleichsweise in der ÖN B 2203-1 enthalten, besitzt die DIN 18312 nicht. Auch der allfällig nachträgliche Einbau zusätzlicher Stützmaßnahmen außerhalb eines zu regelnden Vortriebsbereiches wird in der gegenständlichen Norm nicht erwähnt.

- **Mehrausbruch:**

Die DIN 18312 enthält den Ausschreibungshinweis, dass das Ausbruchsollprofil (L_{AS}-Linie), soweit dies nicht dem AN überlassen bleibt, und die zulässige Innen- und Außentoleranz vom AG anzugeben sind, wobei die Außentoleranz unter Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse für die jeweilige VKL gesondert festzulegen ist. Der MAB, ein i.A. zu verstehender über das plangemäße Ausbruchsollprofil hinausgehender Ausbruch, wird in der gegenständlichen DIN (ohne Angabe des Geltungsbereiches hinsichtlich der Querschnittunterteilung Kalotte/Strosse/Sohle) ebenfalls in zwei Kategorien unterteilt:

⁴⁵⁸ siehe DIN 18299 (12.2002), Pkt 4.1.4, Seite 10: Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen nach den Unfallverhütungsvorschriften und den behördlichen Bestimmungen sind Nebenleistungen.

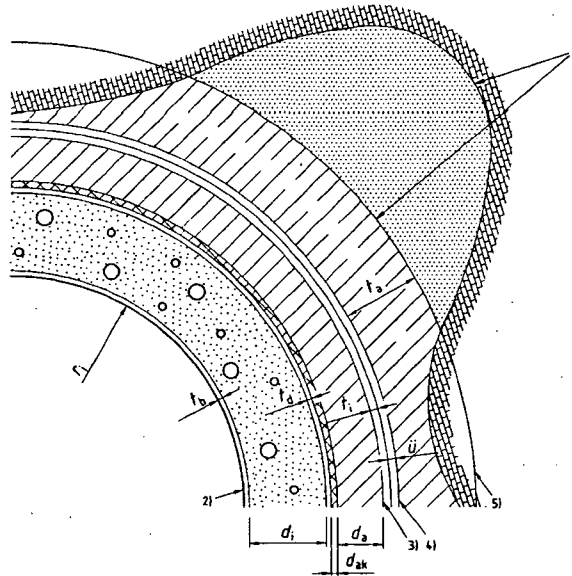
⁴⁵⁹ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 3.3.5, Seite 11

⁴⁶⁰ vgl. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.5.2, Seite 47

o **Mehrausbruch zufolge der Vorhaltung der Deformationstoleranz der Außenschale (t_d), der Innentoleranz (t_i) und der Überhöhung (\ddot{u}):**

Die radialen Angaben bzgl. der Deformationstoleranz der Außenschale (t_d), der Innentoleranz (t_i) und der Überhöhung (\ddot{u}) sind Teile des plangemäßen Ausbruchssollprofils, welche ebenfalls im Zuge der Ausschreibung vom AG vorzuschreiben sind. Das u.a. dadurch definierte Ausbruchssollprofil (L_{AS} -Linie) darf gem. DIN 18312⁴⁶¹ nur mit Zustimmung des AG abgeändert werden.

Zur Beherrschung der Gebirgsdeformationen unmittelbar nach dem plangemäßen Ausbruch dient einerseits die Innentoleranz (t_i), wobei das Überschreiten (L_I -Linie = L_{AS} -Linie - t_i - \ddot{u}) der vereinbarten Innentoleranz nicht zulässig ist⁴⁶², und andererseits die Deformationstoleranz der Außenschale (t_d); beide radialen Maßangaben sind für eine dynamische Anpassung - im Gegensatz zum Übermaß (\ddot{u}_m) lt. ÖN B 2203-1 - während der Ausführung nicht vorgesehen.



Die Überhöhung (\ddot{u}) dient normgem. lediglich zur Schaffung eines Deformationsraumes in Problemzonen für die nach dem Ausbruch unmittelbar beginnenden Gebirgsverformungen infolge druckhaftem oder schwellendem Gebirge (wertmäßige Erhöhung der Innentoleranz t_i).

Grundsätzlich liegt auch nach deutscher Rechtsauffassung der Baugrund im Risikobereich des Bestellers⁴⁶³, jedoch existieren in der DIN 18312 diesbzgl. keine Bestimmungen einer Risikoaufteilung zur Profileinhaltung. Lediglich in den DAUB-Empfehlungen zur Risikoverteilung in Tunnelbauverträgen ist nachzulesen, dass als oberstes Gebot die Vermeidung einer Unterschreitung des Soll-Profiles für die Außenschale gilt. Als wichtige vertragliche Festlegungen werden hierbei urgiert, wer die gebirgsbedingten Verformungsvorgaben gem. DIN 18312/Pkt. 3.3ff. trifft und wer die daraus resultierenden Konsequenzen zu tragen hat. Prinzipiell obliegt es

- r_i planmäßiger Radius der inneren Tagwerksbegrenzung
- d_i planmäßige Dicke der Innenschale
- d_{ak} Dicke der Ankerköpfe und der Abdichtung
- d_a planmäßige Dicke der Außenschale
- t_b Bautoleranz der Innenschale
- t_d Deformationstoleranz der Außenschale
- t_i Innentoleranz
- t_a Außentoleranz
- \ddot{u} Überhöhung zum Ausgleich nicht vermeidbarer Verformungen in Problemzonen

$$L_{AS} = L_{TW} + t_b + d_i + t_d + d_{ak} + d_a + t_i + \ddot{u}$$

$$L_I = L_{AS} - t_i - \ddot{u}$$

$$L_A = L_{AS} + t_a$$

- 1) Grenzlinien des geologisch bedingten, unvorhersehbaren und unvermeidbaren Mehrausbruchs
- 2) L_{TW} -Linie (innere Tragwerksbegrenzungslinie)
- 3) L_I -Linie
- 4) L_{AS} -Linie (Ausbruchssollprofil)
- 5) L_A -Linie (äußere Ausbruchtoleranz)

Abbildung 5-46: Darstellung der Schalendicken, der Toleranzen und des Mehrausbruchs (nach DIN 18312)

⁴⁶¹ siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 3.3.1, Seite 9

⁴⁶² siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 3.3.2, Seite 11

⁴⁶³ ausführlich in Müller - Teil 1 (1989) in Österr. Bauzeitung Nr. 45, Seite 27ff.: Das Bodenrisiko wird im Werkvertragsrecht des BGB nicht erwähnt und seine Zuordnung jedenfalls nicht ausdrücklich geregelt (vgl. BGB §645). Es besteht aber heute zwischen der Rechtsprechung und der herrschenden Lehre Übereinstimmung darin, dass zumindest hinsichtlich des Baugrundrisikos VOB/Teil A §9 einen rechtlichen Auslegungsmaßstab für BGB §645 geschaffen hat.
vgl. Pellar u. Watzlaw (1998) in Felsbau Nr. 5, Seite 375

dem AN, die Überhöhung während des Vortriebs so zu steuern, dass keine Profilunterschreitungen auftreten.

- **Mehrausbruch hinsichtlich einer Abhängigkeit zur L_A -Linie (äußere Ausbruchstoleranz):**

Mit der Außentoleranz (t_a), welche per Normdefinition bergseitig des plangemäßen Ausbruch-sollprofils zu liegen kommt und bezogen auf die jeweilige VKL extra anzuführen ist, wird der geologisch bedingte, vorhersehbare aber unvermeidbare MAB berücksichtigt⁴⁶⁴. Ist diese Vorgehensweise im Einzelfall nicht durchführbar, räumt die Norm die Möglichkeit ein, diesen MAB quantitativ in anderer Weise anzugeben. Ein bergseitiges Überschreiten der vereinbarten Außentoleranz durch die Arbeitsweise des Unternehmers, d.h. das Auslösen eines verfahrenstechnisch-bedingten, vorhersehbaren und vermeidbaren MAB, ist zu vermeiden.

Eine gesonderte Bestimmung für die Behandlung des verfahrenstechnisch-bedingten, vorhersehbaren und unvermeidbaren MAB - wie vglb. in der ÖN B 2203-1 bzw. SN SIA 198 - ist in der gegenständlichen DIN-Norm ebenfalls nicht existent; bzw. interpretierbar in der Außentoleranz (t_a) stillschweigend mit berücksichtigt.

Weiters wird in Pkt. 3.3.4 der DIN 18312 festgelegt, dass durch Eintreten eines geologisch-bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren MAB, der die äußere Ausbruchtoleranz (L_A -Linie) überschreitet, die zu treffenden Maßnahmen als besondere Leistungen im Sinne der DIN 18299/Pkt. 4.2 zu behandeln sind.

- **Bergwassererschweris:**

Die Berücksichtigung von Erschwerissen (Aufwendungen) bei den Ausbruchs- und Stützungsarbeiten zufolge eines Wasserandrangs findet in der Vortriebsklassifikation der DIN 18312 ab einer projektspezifisch festzulegenden Grenzwassermenge⁴⁶⁵ – vglb. mit der ÖN B 2203-1 und der SN SIA 198 - direkt einfließend nicht statt. Für die Bestimmung der Grenzwassermenge wird nur das bis zur Entfernung von 50 m von der Ortsbrust zutretende Bergwasser berücksichtigt. Diese durch die Wassererschweris bedungenen (Mehr-)Aufwendungen sind bis zur definierten Grenzwassermenge im Sinne der DIN 18312 als Nebenleistung zu behandeln⁴⁶⁶; für jene Aufwendungen, die durch Zutritt von Bergwasser über die Grenzwassermenge hinaus entstehen, sieht die DIN eine Vergütung über den Umweg der besonderen Leistungen vor⁴⁶⁷.

Ein diesbzgl. Modell, das eine Zuordnung in z.B. nach Mengenanfall gestaffelte, projektunabhängige Wassererschwerisklassen in Abhängigkeit eines fallenden oder steigenden Vortriebs vorsieht und dabei auch die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Soll-Vortriebszeit bzw. -dauer berücksichtigt, existiert in der DIN 18312 nicht. Lediglich ist der Ausschreibungshinweis (DIN 18312/Pkt. 0.4) verankert, dass die Aufwendungen beim Ausbruch durch Zutritt von Bergwasser über die Grenzwassermenge hinaus als Zulagen zum Ausbruch nach Raummaß [m³] oder Längenmaß [m] gestaffelt nach Bergwasseranfall im LV auszuschreiben sind.

⁴⁶⁴ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 0.2.10, Seite 4

⁴⁶⁵ vgl. ZTV-ING – Teil 5 Tunnelbau (Jänner 2003), Abschnitt 1, Pkt. 9.2

⁴⁶⁶ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 4.1.4, Seite 12

⁴⁶⁷ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 4.2.5, Seite 13

• **zeitgebundene Kosten der Bst. (u.a. zeitgeb. Baustelleneinrichtung und Gerätekosten der Bst.):**

Die DIN 18299⁴⁶⁸ definiert das Einrichten und Räumen der Bst. einschließlich der Geräte sowie das Vorhalten der Baustelleneinrichtung einschließlich der erforderlichen Geräte prinzipiell als Nebenleistung, die auch ohne Erwähnung im Bauvertrag zur vertraglich geschuldeten Leistung gehören (VOB/Teil B §2, Nr. 1).

Es ist sowohl in der DIN 18299 sowie auch in der DIN 18312 der Ausschreibungshinweis unter Pkt. 0.4.1 enthalten, das in der LB Nebenleistungen zu erwähnen sind bzw. eine ausdrückliche Erwähnung geboten ist, wenn sie ausnahmsweise selbstständig vergütet werden sollen bzw. wenn die Kosten der Nebenleistung von erheblicher Bedeutung für die Preisbildung sind (z.B. das Einrichten , Vorhalten und Räumen der Bst.). In diesen Fällen sind eigene Positionen im LV vorzusehen.

Aus den Erfahrungen empfiehlt es sich, die Vergütung der Gemein- und Gerätekosten im Bauvertrag dementsprechend zeit- bzw. leistungsabhängig zu regeln. Der DAUB⁴⁶⁹ führt hier in seinen Empfehlungen zur Risikoverteilung in Tunnelbauverträgen die Möglichkeiten für eine derartige Aufteilung an (siehe Abbildung 5-47), da hierfür die DIN 18312 keine dezidierten Hinweise und Bestimmungen enthält:

- zeitgeb. Baustelleneinrichtung (übergeordnete Gemeinkosten d. Bst.) mit allgem. Geräten in einer Position als Monatspauschale für die gesamte Bauzeit
- zeitgeb. Gerätekosten des Vortriebs - Leistungsgeräte des Vortriebs in zuordenbare Positionen je VKL (wenn nicht in den Ausbruchpositionen eingerechnet)
- zeitgeb. Personalkosten der Bst. in einer Position als Monatspauschale für die gesamte Bauzeit

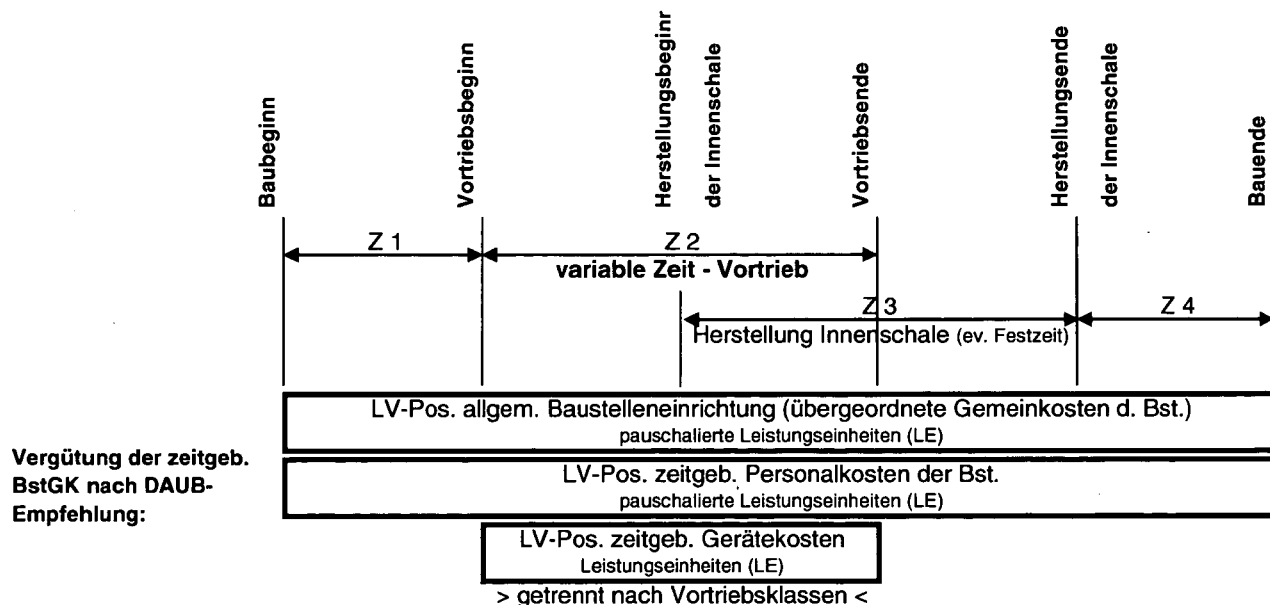


Abbildung 5-47: Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK nach LV-Pos. gem. den DAUB-Empfehlungen

Der DAUB hat erkannt, dass die zeitkritische Vortriebszeit für eine anpassbare, leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs als Variable zu handhaben

⁴⁶⁸ siehe DIN 18299 (12.2002), Pkt. 4.1.1 und Pkt. 4.1.2, Seite 10
⁴⁶⁹ ausführlich in DAUB (1998), Seite 50ff.

ist. Daher sind u.a. auch zufolge vergaberechtlicher und betriebswirtschaftlicher Aspekte Angaben und Regulative über die VT-Geschwindigkeiten und -Leistungen⁴⁷⁰, die durch den Bieter kalkulatorisch zu ermitteln sind, und somit Bezugsbasis dieser Vergütung darstellen, im Bauvertrag zu treffen. Damit können in vielen Fällen Veränderungen der Einheitspreise bei Mengenverschiebung in Verbindung mit den tatsächlich angetroffenen, zu den prognostizierten Verhältnissen vermieden werden⁴⁷¹.

5.3.2.2 Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation

Die **Basisvoraussetzung für die Gewährleistung einer angemessenen Preisbildung** zur Sicherstellung aller anzutreffenden Verhältnisse stellen das ständig weiterentwickelte **Kalkulationsschulungsheft des HVB dt. BI und des ZVB dt. BG**⁴⁷², die **VOB/Teil A & B** und deren **einschlägige ATV** sowie die durch die DGGT in ihren ETB **an die ATV abgestimmten Standardleistungsbücher** dar. Diese Dokumente regeln in Deutschland u.a. das Verfahren und die Darstellung der Preisermittlung von Bauleistungen und beinhalten Hinweise für den systematischen Aufbau der (Vor-)Kalkulation.

Zum Unterschied zu den bereits erläuterten Methoden der (Vor-) Kalkulation wird in der bundesdeutschen Literatur unter **Zuschlagskalkulation** die Umlage bzw. das Aufrechnen - der „Zuschlag“ - der Gemeinkosten (GKB) auf die Einzelkosten der Teilleistungen verstanden (siehe Abbildung 5-48). Diese EKT setzen sich demnach aus verschiedenartigen

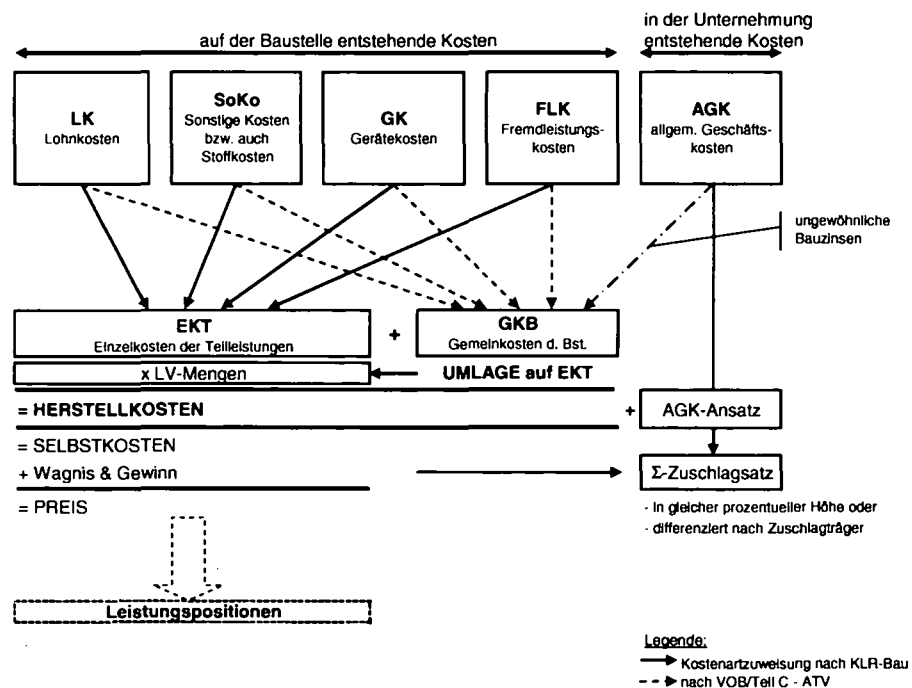


Abbildung 5-48: Aufbau der Preisbildung unter Berücksichtigung der KLR-Bau und der VOB allgem. bzw. nach VOB/Teil C - ATV

Kostenbestandteilen zusammen, die den Einzelleistungen (u.a. LV-Positionen) - im Gegensatz zu den alleinigen Gemeinkosten, die nur mit Hilfe von Umlage- oder Schlüsselverfahren auf die Einzelleistungen verteilt werden können - direkt zugerechnet werden können. Auf die so erhaltenen Herstellkosten sind die allgem. Geschäftskosten mittels prozentuellen Zuschlags umzulegen, wobei u.a. in den erhaltenen Selbstkosten bereits kalkulierbare Wagnisse und ungewöhnliche anfallende Bauzinsen, die mit der Bauausführung verbunden sind, einzurechnen sind⁴⁷³. Der zu den Selbstkosten hinzuzufügende Zuschlag für Wagnis und Gewinn deckt im Wagnisanteil das

470 vgl. DAUB (1998), Seite 50ff. und DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.5.1, Seite 47
 471 vgl. DIN 18299 (12.2002), Pkt. 5, Seite 12 bzw. VOB/Teil B §2 Vergütung, Nr. 2
 472 ausführlich in Prange et al (1991), Baukalkulation unter Berücksichtigung der KLR-Bau und der VOB, Seite 5ff.; vgl. Drees u. Paul (1998), Kalkulation von Baupreisen, Seite 39ff.
 473 vgl. Drees u. Paul (1998), aaO., Seite 95 bzw. Seite 106 u. vgl. HVB dt. BI & ZVB dt. BG (2001), Seite 32ff.

nicht kalkulierbare Unternehmerwagnis ab, im Gewinnanteil den Anreiz für das unternehmerische Tätigwerden.

Von dieser Vorgehensweise nimmt der DAUB in seinen Empfehlungen zur Risikoverteilung im Tunnelbau grundlegend Abstand (siehe Pkt. 5.3.2.1) und empfiehlt das Kalkulationsverfahren über die Endsumme⁴⁷⁴ (objektspezifische Ermittlung der Gemeinkosten der Bst.).

Die Vorkalkulation über die Endsumme ist so zu gliedern, dass eine klare Abgrenzung der Einzel- und der Gemeinkosten hervorgeht (siehe Abbildung 5-51). Der Bieter kalkuliert die Kosten für die Bauproduktion und weist diese geteilt durch den mengenspezifischen Vordersatz der Positionen für die Bildung der Einheitspreise den EKT und den objektspezifisch unterschiedlich zu handhabenden GKB (entspricht BstGK) zu. Die weitere Vorgehensweise in der Preisbildung ist vom Ablaufschema gemäß Abbildung 5-48 identisch.

Für das vertragliche Festhalten der für die Preisbestimmung bzw. Kalkulation der Herstellkosten erforderlichen und u.a. auch für die Ermittlung der zeitkritischen Vortriebszeit relevanten VT-Geschwindigkeiten und -Leistungen je VKL werden in der vorliegenden DIN 18312 keine diesbzgl. Bestimmungen angeführt. Lediglich die DGGT empfiehlt in ihren ETB die vertragliche Angabe einer VT-Geschwindigkeit für die jeweiligen VKL durch den Bieter bzw. künftigen AN.

Der je VKL festzulegende Bauablauf sowie die Wahl und der Einsatz geeigneter Vortriebsgeräte resultierend aus der Bau- und Betriebsweise für die Ermittlung der VT-Geschwindigkeiten und -Leistungen, soweit diese nicht durch die projektbezogene Vortriebsklassifikation gem. DIN 18312 bereits eingeschränkt wurden, obliegen der Ausführungsfreiheit des Bieters⁴⁷⁵.

5.3.2.3 Voraussetzungen für die Vergütung

Das Ziel während der Ausführung vor Ort ist - im Gegensatz zu den bereits diskutierten Vortriebsklassifikationen – die Zuordnung zu einer VKL anhand der genehmigten Ausführungsplanung durch die auf Vorschlag des AN einvernehmlich mit dem AG zu bestimmenden Ausbaufestlegungen (Einhaltung der Bandbreiten innerhalb der Rahmenpläne). Die Berücksichtigung der dabei angetroffenen Gebirgsverhältnisse geschieht hierbei über die Anpassung der Stützmaßnahmen innerhalb der prognostizierten Bandbreiten je VKL. Die Ausbaufestlegung stellt, wie gehabt, die Abrechnungsgrundlage für die Bestimmung des Vergütungsausmaßes und der Vergütungshöhe dar.

Die VOB/Teil C – ATV schlägt generell den Weg ein, dass bei einem Fehlschlagen der beauftragten Untertagebauleistungen aus Gründen, die nicht vom AN zu vertreten sind, der AG zum entscheiden muss, ob und ggf. wie weiter vorgegangen werden soll, und zum anderen ob zugleich darüber hinaus für den AG eine gesonderte Vergütungspflicht auf dem Umweg der besonderen Leistungen (VOB/Teil B §2, Nr. 6) ausgelöst wird⁴⁷⁶.

Generell gilt, dass gem. VOB/Teil B §2, Nr. 2 die Vergütung nach den vertraglichen Einheitspreisen und den tatsächlich ausgeführten Leistungen – soweit keine andere Ermittlungsmethodik vertraglich vereinbart ist - zu berechnen ist. Die Leistung bzw. die Mengen sind aus Zeichnungen anhand üblicher Näherungsverfahren zu ermitteln (Planmaß), soweit die ausgeführten Leistun-

⁴⁷⁴ ausführlich in HVB dt. BI & ZVB dt. BG (2001), Seite 52ff.

⁴⁷⁵ siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 3.1.1, Seite 9; vgl. VOB/Teil B §4, Nr. 2

⁴⁷⁶ vgl. Englert u. Schalk (2003) in Geolex 1.03, Seite 15ff.

gen diesen Zeichnungen entsprechen. Sind solche Zeichnungen nicht vorhanden, ist die Leistung aufzumessen⁴⁷⁷.

- **Ausbruch:**

Die DIN 18312 schreibt unter Pkt. 5.3.1 die Bestimmung vor, dass die Ausbruchmengen je effektiv ausgeführter VKL nach theoretischem Ausbruchquerschnitt, d.h. nach dem Ausbruchsollprofil, festgelegt durch die theoretische L_{AS} -Linie, und projektierte Achslänge im Raummaß [m³] oder Längenmaß [m] zu ermitteln sind.

- **Ausbruchsicherungen⁴⁷⁸ (Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen-Rahmenplan):**

Da eine vglb., dynamisch anpassbare Bezugslinie für die Ausmaßfeststellung der Ausbruchsicherungen, wie in der ÖN B 2203-1 definiert, in der betrachteten DIN 18312 fehlt, erfolgt die Vergütung der Ausbruchsicherungen nach plangemäßer (z.B. Spritzbeton, Betonstahlmatten, Verzugs- und Getriebedielen, etc.) bzw. tlw. nach tatsächlicher Ausmaßfeststellung (Felsnägel und -anker, etc.) in den verschiedensten Verrechnungseinheiten⁴⁷⁹ (z.B. Kubikmeter, Quadratmeter, Laufmeter, Stück usw.) und sie werden entsprechend den im LV angeführten Einheitspreisen vergütet.

- **Mehrausbruch:**

Zusätzliche Vergütung anhand besonderer Leistungen erfolgt nur für den geologisch-bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren MAB durch Ausmaßfeststellung. Verursachter geologisch-bedingter, vorhersehbarer und vermeidbarer sowie verfahrenstechnisch-bedingter, vorhersehbarer und ebenfalls vermeidbarer MAB werden auch hier nicht festgestellt und gehen zu Lasten des AN.

- **Mehrausbruch zufolge der Vorhaltung der Deformationstoleranz der Außenschale (t_d), der Innentoleranz (t_i) und der Überhöhung (\ddot{u}):**

Der Ausbruch für das Vorhalten der vom AG festgelegten Deformationstoleranz (t_d), der Innentoleranz (t_i) und einer ev. Überhöhung (\ddot{u}) zufolge des plangemäßen Ausbruchsollprofils (L_{AS} -Linie) ist bei der Ausmaßfeststellung nach Raum- oder Längenmaß des Ausbruchs bereits berücksichtigt.

Ein allfällig anfallender MAB zur geforderten Einhaltung der Innen- und Deformationstoleranz der Außenschale zufolge übermäßig geologisch-bedingter Gebirgsverformung wird in der DIN 18312 nicht geregelt. Eine Regulativ zur Anpassung der daraus resultierenden Auswirkungen auf die Bauzeit (über die z.B. VT-Geschwindigkeit) fehlt ebenfalls.

- **Mehrausbruch hinsichtlich einer Abhängigkeit zur L_A -Linie (äußere Ausbruchstoleranz):**

Ein MAB, der in der radialen Bereichsabgrenzung zufolge der festgelegten Außentoleranz (t_a) hohlraumseitig der theoretischen L_A -Linie bis zur L_{AS} -Linie (Ausbruchsollprofil) zu liegen kommt, ist nicht zu vergüten, da dieser MAB in den Leistungspositionen des Ausbruchs bereits enthalten ist⁴⁸⁰ (Nebenleistung im Sinne der DIN 18299).

Die Feststellung des geologisch bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren MAB bergseitig der äußeren Ausbruchstoleranz (L_A -Linie) erfolgt nach Aufmaß⁴⁸¹. Die Auswirkungen

⁴⁷⁷ vgl. DIN 18299 (12.2002), Pkt. 5, Seite 12

⁴⁷⁸ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 5.4, Seite 14

⁴⁷⁹ siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 0.5, Seite 6

⁴⁸⁰ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 4.1.6, Seite 12

⁴⁸¹ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 5.3.2, Seite 14

auf die VT-Geschwindigkeit bzw. daraus resultierend auf die Bauzeit kann über den Umweg der besonderen Leistung gem. DIN 18299/Pkt. 4.2 berücksichtigt werden.

- **Bergwassererschwernis:**

Die für die Abrechnung der Wassererschwernisse als Vergütungsbasis maßgebende, tatsächliche Wassermenge ist normenkonform aus der aus dem Hohlraum abgeführten Wassermenge abzüglich der zugeführten Brauchwassermenge zu ermitteln⁴⁸². Anfallsart des Wassers, Messpunkt und -zeit (Intervall) werden in der gegenständlichen DIN 18312 nicht geregelt.

Nach Vergleich mit der projektspezifisch festgelegten Grenzwassermenge wird die dadurch bedingene Erschwernis entweder als Nebenleistung oder über den Umweg der besonderen Leistung im Sinne dieser Norm vergütet.

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (u.a. zeitgeb. Baustelleneinrichtung und Gerätekosten der Bst.):**

Hinsichtlich der Anpassung der Bauzeit auf geänderte Verhältnisse für die Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. sind in der gegenständlichen DIN 18312 keine Regelungen für Vortriebe am zeitkritischen Weg enthalten; es gilt unter Bezug auf die Empfehlungen des DAUB und der DGGT - mit Hilfe „angeführter“ VT-Geschwindigkeiten im Bauvertrag und der tatsächlichen Verteilung der VKL lässt sich daraus die abrechenbare Vortriebszeit zuzüglich anerkannter Erschwernisse (ev. auch über besondere Leistungen), Stillliegezeiten, Vortriebsunterbrechungen und sonstiger vertraglich vereinbarter Festzeiten (entspricht in Summe wiederum der abrechenbaren Vortriebsdauer) errechnen, welche als Grundlage für die Vergütung der allgem. zeitgeb. Kosten der Bst. und u.a. der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. herangezogen wird.

⁴⁸² vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 5.2, Seite 13

5.3.3 Funktionalität des Modells

5.3.3.1 Vortriebsklassifikation

Die bereits aus der geomechanischen Planung festgesetzte Ausbruchsart - Kalottenausbruch und nachträglicher Strossenabbau -, die max. mögliche Abschlagslänge von 1,70 m sowie der Zeitpunkt des Einbaus der Stützmaßnahmen (Einbau erfolgt nach jedem Abschlag) werden auch in diesem Fall zwecks Vergleichbarkeit zur ÖN B 2203-1 beibehalten. I.S. der DIN 18312 ist eine unterschiedliche Vortriebsklassifikation von Kalotte und Strosse nur aus verfahrenstechnischen Gründen vorzusehen⁴⁸³; gegenständlich kann für die Kalotte die „projektabhängige“ VKL 6 - Ausbruch mit unmittelbar folgender und voreilender Sicherung - ohne Beachtung einer ev. Spezifikation (besonderes Erschwernis, etc.) durch deskriptive Zuordnung anhand der DIN 18312⁴⁸⁴ festgelegt werden (→ **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**). Eine Darstellung der VKL 6 in einer Vortriebs- bzw. ausbruchsartabhängigen Ausbruchsklassenmatrix ähnlich der ÖN B 2203-1 bzw. der SN SIA 198 sieht die gegenständliche DIN 18312 nicht vor.

Die Grundlage für die (Vor-) Kalkulation des Unternehmers stellt die beschreibend abgegrenzte VKL 6 sowie die in der bundesdeutschen Baupraxis bei konventionellen Vortrieben noch immer gängige Angabe des **klassenbezogenen Stützmaßnahmen-Rahmenplans** (siehe Abbildung 5-49) - **Bandbreitendarstellung der artdifferenten Stützmaßnahmen pro Abschlag anhand von „von, bis“-Regelungen** - im Gegensatz zu eingangs konkreter tabellarischer Auflistung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen bezogen auf eine wertmäßig festgelegte Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$) - dar.

VORTRIEBSKLASSE	K - 4	K - 5	K - 6	K - 7.1	K - 7.2	K - 7.3A	K - 7.4A
AUSBRUCHART	Sprengen					Mechanisch	
QUERSCHNITTS- UNTERTEILUNG	---	---	---	---	---	Ja	Ja / Stützkern
ORTSBRUSTSICHERUNG Spritzbeton	---	3cm	---	3cm	3cm	5cm	5cm
VORAUSEILENDE SICHERUNG	---	---	* Vermörtelte Spresse l= 3 - 4m * Injektionsspreße l= 3 - 4m				
ABSCHLAGSTIEFE (*BOGENABSTAND)	2 - 2,5m	1,75 - 2,25m	1,5 - 2m	1,25 - 1,75m	1 - 1,5m	0,75 - 1,25m	0,5 - 1m
SPRITZBETON B25	AUSSEN	20cm	20 - 25cm	20 - 25cm	25 - 30cm	25 - 30cm	30 - 35cm
	SOHLE	-----	-----	-----	25 - 30 n E	25 - 30 n E	25 - 30cm
BEWEHRUNG	AUSSEN	2-lagig	2-lagig	2-lagig	2-lagig	2-lagig	2-lagig
	SOHLE	---	-----	-----	2-lagig	2-lagig	2-lagig
AUSBAUBÖGEN	z.B.	TH 16 / 4R		TH 21 / 5R		TH 29 / 5R	
ANKER JE 16m	SN Anker					Injektionsanker	
	8-10 Stück, 4-6m	10-12 Stück, 4-6m	10-12 Stück, 4-6m	10-12 Stück, 4-6m	12-14 Stück, 4-6m	14-16 Stück, 6-8m	14-16 Stück, 6-8m
BEGRENZUNG DER VORTRIEBSGESCHWINDIGKEIT	---	---	---	≤ 8m / AT		≤ 6m / AT	
BEMERKUNGEN	Einbau der Sicherung soweit wie möglich bei jedem Abschlag						

Abbildung 5-49: projektabhängige Vortriebsklassifikation der Kalotte gem. DIN 18312 (praktisches Beispiel)

5.3.3.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten

Das Ziel der DIN 18312 ist, dass mit den in der Projektierungs- bzw. Ausschreibungsphase entwickelten VKL der Hohlraum aufgeföhren werden kann, d.h., dass die VKL mit der Beschreibung des erforderlichen Aufwands für Ausbruch und des Bedarfs an Stützmaßnahmen vergaberechtlich (Vorgabe einer eindeutigen, neutralen und vollständigen Kalkulationsgrundlage für die klassischen Bauvertragsmodelle⁴⁸⁵), ausführungs- und abrechnungstechnisch anwendbar sind⁴⁸⁶.

In den derzeit üblichen VOB-Leistungsverträgen im Untertagebau (Einheitspreisvertrag auf Basis einer konstruktiven, dynamischen LB) sind ebenfalls im Vergleich zur ÖN B 2203-1 und SN SIA

⁴⁸³ siehe DIN 18312 (12.2002), Pkt. 0.2.14, Seite 4 und vgl. Baudendistel (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 421

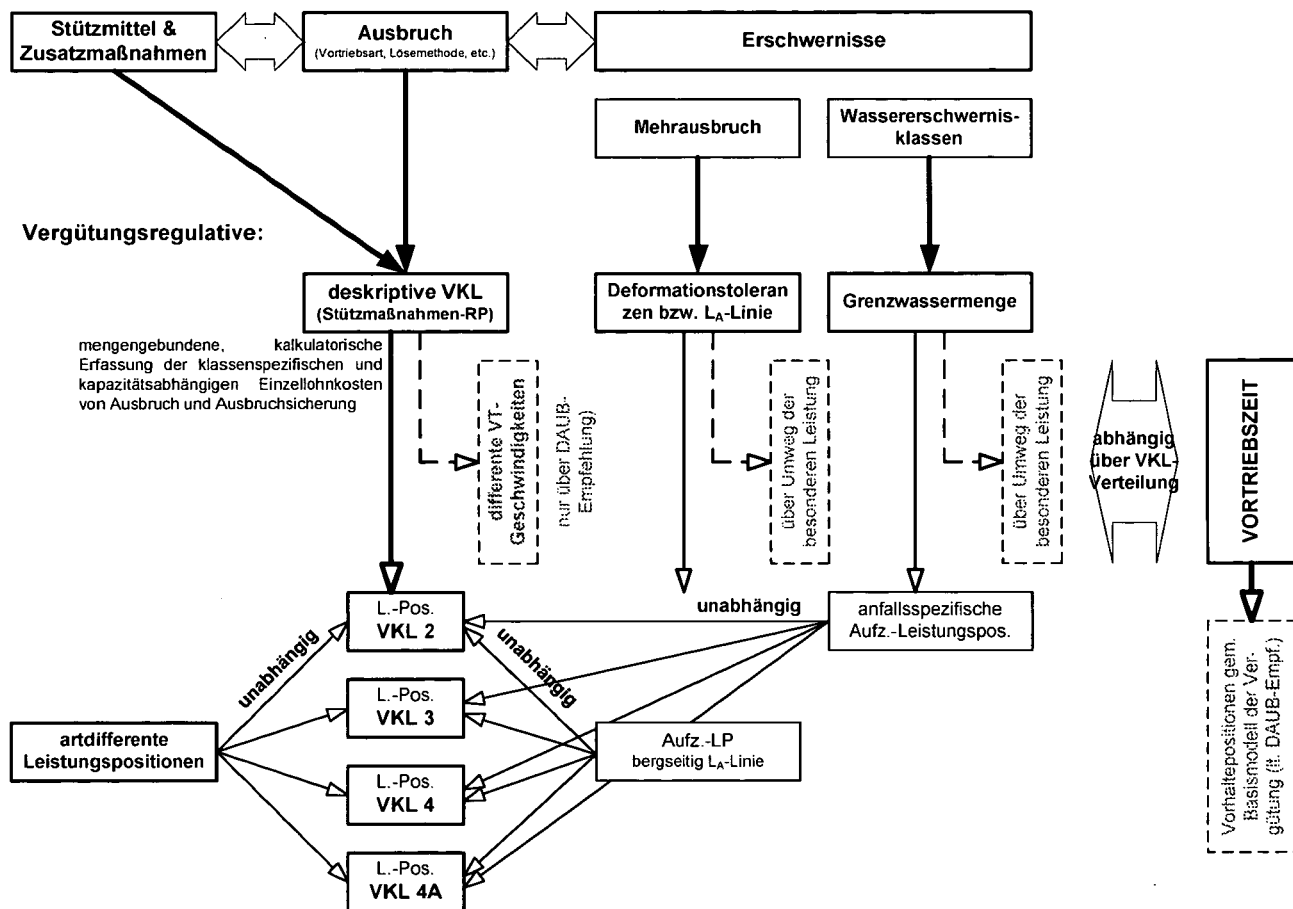
⁴⁸⁴ vgl. DIN 18312 (12.2002), Pkt. 2.3.1, Seite 7f.

⁴⁸⁵ vgl. VOB/Teil A §9, Nr. 1 und Nr. 2

⁴⁸⁶ vgl. Schottke (1993) in Tunnel 3, Seite 167ff.

198 wiederum nur die jeweiligen Leistungspositionen der VKL (Ausbruch) für das Einkalkulieren der vom Unternehmer kalkulierten Kosten des Vortriebs im verfahrenstechnischen sowie betriebswirtschaftlichen Sinn variabel anzusehen, da die einschlägigen Leistungspositionen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen gem. gängiger Baupraxis unabhängig von der jeweiligen VKL sowie die Leistungspositionen für Mehrausbruch und Erschwernisse zumeist als Aufzahlungen auf die Leistungspositionen der klassifizierten Regelvortriebe ausgeschrieben werden (siehe Abbildung 5-50).

Vortriebsklassifikation gem. DIN 18312 VOB/Teil C - ATV:



dynam. LV:

Leistungspositionen für VOB-Vertrag – gegliedert nach Preisanteilen LOHN / SONSTIGES

Abbildung 5-50: Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV gem. DIN 18312 beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)

Es besteht auch im Zuge eines VOB-Vertrages die legitime Möglichkeit, Einzelkostenkomponenten zugeschlagener Kostenarten einer LV-Position in andere LV-Positionen im Zuge des Kalkulationsverfahrens über die Endsumme umzulegen bzw. einzurechnen, die - wie schon mehrfach erwähnt - a.d.S. des Unternehmers mit einer höheren Wahrscheinlichkeit und Sicherheit im Bauproduktionsfall zu vergütet sind, um dadurch die bei der Bauproduktion schlagend werdenden ausgabenwirksamen Kosten (variable Kosten) sicher abdecken zu können. Unter voraussetzender Beachtung der DAUB-Empfehlungen in einem VOB-Vertrag (DIN 18312 (ATV) ist Bestandteil der VOB/Teil C) für Untertagebauarbeiten haben sich folgende - trotz der hier bereits vorwegzunehmenden und nachstehend angeführten Kalkulationsproblematik (siehe Pkt. 5.3.3.3) - Kostenartverschiebungen (siehe Abbildung 5-51), v.a. bei den Lohn-, Leistungsgerätekosten

des Vortriebs und den allgem. Geschäftskosten im bundesdeutschen Untertagebau bei der Zuordnung zu den Leistungs- und Vorhaltepositionen etabliert.

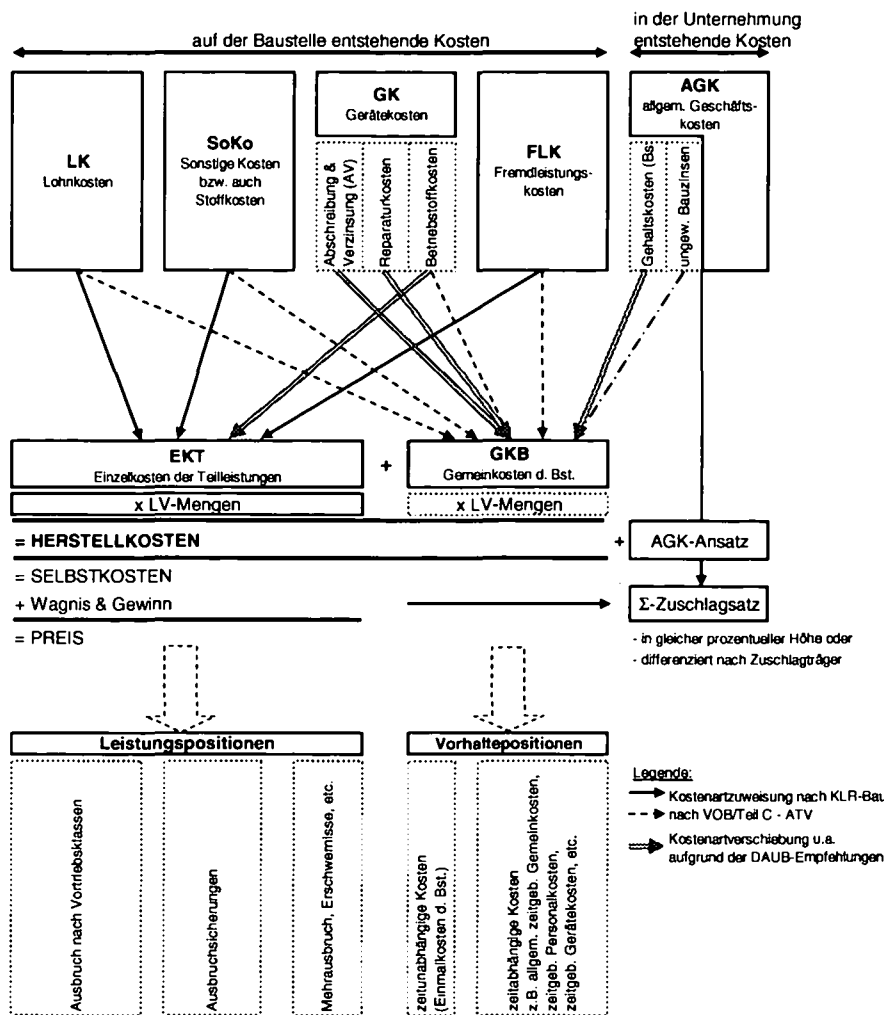


Abbildung 5-51: zulässige Kostenartverschiebung aufgrund des üblichen Kalkulationsverfahrens über die Endsumme und unter Beachtung der DAUB-Empfehlungen

Die nachfolgende Tabelle 5-23 stellt wiederum die wesentlichen Umlenkungen der den Einzelkosten der Teilleistungen und der den Gemeinkosten der Bst. zugewiesenen Kostenarten im Zuge der (Vor-)Kalkulation zu den im LV vorzusehenden Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen im Untertagebau auf Basis der VOB/Teil C (ATV) unter Beachtung der DAUB-Empfehlungen sowie im Vorgriff des in den folgenden Punkten erörterten Sachverhalts vereinfacht dar:

		Lohnkosten (LK):	allgem. Geschäftskosten (AGK):	sonstige Kosten bzw. Stoffkosten (SoKo):	Gerätekosten (GK):		
EKT:		Lohn	Gehalt	—	A&V ¹⁾	Rep. ¹⁾	Betriebsstoffkosten
Leistungspos. (variable Kosten)	Ausbruch nach Vortriebsklassen	X VT-Mannschaft gem. Abschlagszyklen		X Sprengmittel Verschleiß			X
	Ausbruchsicherung (Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen)	(X) Manipulation		X			(X)
	Mehrausbruch, Erschwernisse, etc.	X VT-Mannschaft		(X)			X

GKB (BstGK):							
Vorhaltepos. (Fixkosten)	zeitabhängige Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten)	X unprod. Lohn	X	(X)	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Vorhaltegeräte

Tabelle 5-23: Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation gem. VOB/Teil C (ATV) unter Beachtung der DAUB-Empfehlungen

¹⁾ wertmäßiger Ansatz aus der deutschen Baugeräteliste (BGL) des Hauptverbandes der Deutschen Bauindustrie

5.3.3.2.1 Kommentar zu den Lohnkosten (LK)

Die Art sowie die Menge der Stützmaßnahmen bleiben definitionsgemäß bekanntlich innerhalb einer flexiblen Tunnelbaumethode variabel und sollen laufend an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden können. Die in der Ausschreibung prognostizierte Bandbreite der Stützmaßnahmen (Stützmaßnahmen-Rahmenplan mit „von, bis“-Regelungen) innerhalb einer VKL kennzeichnet somit die Ungewissheit dessen, was ev. eintreten könnte und würde daher dem Grundgedanken einer flexiblen Tunnelbaumethode entsprechen. Während die konkreten Leistungspositionen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, die auch hier in der gängigen Baupraxis unabhängig von den VKL ausgeschrieben werden, eine direkte Abrechnung ermöglichen sollen.

Die Zuweisung der **klassenspezifischen, mengengebundenen Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)** unterliegt sinngemäß derselben Problematik wie bereits unter Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten im Zusammenhang mit der diesbzgl. Veranschaulichung bzw. Simulation der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 erörtert.

5.3.3.2.2 Kommentar zu den allgemeinen Geschäftskosten (AGK)

• ad Gehaltskosten:

Der während des Vortriebs anfallende zeitgeb. Kostenartenteil Gehalt der AGK (Fixkosten) wird - da einerseits die zu beachtenden DAUB-Empfehlungen⁴⁸⁷ hierfür die Möglichkeit eines Modells zur leistungsabhängigen Vergütung zeitgeb. Kosten (siehe Abbildung 5-47) vorsehen und andererseits das Erlösrisiko des Unternehmers durch Umlage dieses Kostenartenteils bei Mengenänderung umgangen werden kann - in den zeitgeb. Gemeinkostenanteil der Bst. umgelegt, und der entsprechenden Vorhalteposition für die Personalkosten (Vergütung als Monatspauschale) gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK zugerechnet.

5.3.3.2.3 Kommentar zu den Gerätekosten (GK)

Grundsätzlich wird in den DAUB-Empfehlungen⁴⁸⁸ hingewiesen, dass die Einzelgerätekosten der Vortriebsgeräte (Leistungsgeräte) in die jeweiligen Leistungspositionen eingerechnet sein sollten. Jedoch wird auch hier in der gängigen Baupraxis weitgehend dem Grundtenor entsprochen, dass die Leistungsgeräte des zyklisch konventionellen Vortriebs im Zuge der Kalkulation aus der unter Pkt. 5.1.3.2.2 angeführten betriebswirtschaftlichen Sichtweise generell als Vorhaltegeräte adaptiert werden.

⁴⁸⁷ ausführlich in DAUB (1998), Seite 55

⁴⁸⁸ vgl. DAUB (1998), Seite 55f.

Aufgrund dieser Tatsache empfiehlt der DAUB, dass eine der Realität am besten gerecht werdende Kalkulation die erforderlichen Gerätekosten dem Umfang und dem Zeiteinsatz nach klassenspezifisch der jeweiligen VKL zeitgeb. zuordnet. D.h., die Kostenkomponenten der Kostenart Gerät der adaptierten Vorhaltegeräte - Abschreibungs- & Verzinsungs- (Fixkosten) sowie Reparaturkosten (variable Kosten), entsprechen in Summe der Gerätemiete – werden daher dem Sinn nach dem zeitgeb. Kostenanteil der Bst. zugewiesen, welcher jedoch vortriebsklassenspezifisch getrennten Vorhaltepositionen gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. GKB (entspricht BstGK) lt. DAUB-Empfehlungen (siehe Abbildung 5-47) zuzuweisen ist.

Die Kostenkomponente Betriebsstoffkosten (variable Kosten) der Kostenart Gerät wird – wie in den üblichen Leistungsverträgen des österreichischen Untertagebaus aus betriebswirtschaftlichen Gründen - den einschlägigen Leistungspositionen des Ausbruchs zugeschlagen, da ausgabenwirksame Betriebsstoffkosten nur bei tatsächlicher Leistungserbringung des jeweiligen Geräts in Abhängigkeit der VKL mehr oder weniger stark verbraucht werden.

5.3.3.3 Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. der VT-Leistungen

Es ergibt sich nun für den Bieter bei der Ermittlung der klassenspezifischen VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung die Schwierigkeit, dass zwar in den üblicherweise angewandten LB insgesamt die Art und Menge der Stützmaßnahmen festgelegt ist, es bleibt aber unklar, welche Stützmittel und Zusatzmaßnahmen pro Abschlag innerhalb der Bandbreite einer VKL vom AG konkret erwartet werden. Eine definitive Festlegung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen nach Art und Menge in Zugehörigkeit zur VKL ist daher nicht gegeben.

Aus dieser Vorgehensweise in der Angebots- bzw. Kalkulationsphase ist der im Wettbewerb befindliche Bieter gezwungen, einerseits in Folge fehlender, eindeutiger Zuordnung der artdifferenzierten Stützmaßnahmen zu den einzelnen VKL den entstehenden Einbauaufwand, v.a. in der Lohnkomponente der Herstellkosten für die Ausbruchsstützung, in die Leistungsposition(en) für den Ausbruch einzukalkulieren und andererseits durch die fehlende, eindeutige Zuordnungsmöglichkeit der Stützmaßnahmen zur jeweiligen VKL - es handelt sich hier wiederum um ein ungewöhnliches Wagnis, das im Vorhinein vom Bieter weder beeinflussbar noch kalkulierbar ist - keine Festlegung einer entsprechenden VT-Geschwindigkeit in der bezogenen VKL treffen zu können, soweit von einer relativ großen Bandbreite der zulässigen Abschlagslängen sowie der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen inkl. allfälliger Überlappungsbereiche ausgegangen wird (vgl. z.B. Abbildung 5-50). Die VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung und die davon abhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch und den Bedarf an Stützmaßnahmen sowie die daraus resultierende Bauzeitplanung für die zeitkritische Angabe der Vortriebszeit und die davon leistungsabhängigen zeitgeb. Baustellengemeinkosten können als Folge der fehlenden, eindeutigen Zuordnungsmöglichkeit der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen zur VKL im Sinne der VOB/Teil A §9, Nr. 1 u. 2 nicht ordnungsgemäß kalkuliert werden.

M.E. existiert hier zu Lasten des Bieters eine zu hohe Eintrittswahrscheinlichkeit von für ihn nachteilig auswirkenden wirtschaftlichen Ereignissen, demzufolge er quasi in die Richtung einer spekulativen, aber auf den prognostizierten Baugrund fußenden Mischpreisfindung, v.a. hinsichtlich des Zuschlagens der Lohnkosten für den Ausbruch und der Stützmaßnahmen geführt wird, wobei ihm hierbei das Baugrundrisiko als ungewöhnliches Wagnis, das weder im Vorhinein beeinflussbar noch kalkulierbar ist und daher nicht in seiner Verantwortungssphäre zu liegen kommen kann, versteckt überwälzt wird.

5.3.3.4 Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse

An dieser Stelle ist nochmals explizit darauf aufmerksam zu machen, dass in der gängigen bundesdeutschen Baupraxis die **vortriebsklassenbezogene Angabe des zulässigen Abschlagslängenbereichs sowie des ermittelten Bedarfs an Stützmaßnahmen in Differenzierung der Art des jeweiligen Stützmittels oder der jeweiligen Zusatzmaßnahme in Bandbreiten** (Stützmaßnahmen-Rahmenplan mit „von, bis“-Regelungen pro Abschlag) noch immer empfohlen wird⁴⁸⁹ und auch in praktischer Ausführung tatsächlich erfolgt. Dieser Ansatz stammt einerseits aus der Überlegung, dass der Ausschreibung im Untertagebau nur die Entwurfsplanung aufgrund des lediglich prognostizierbaren Baugrunds und nicht wie in anderen Sparten üblich die konkrete Ausführungsplanung zugrunde liegt und andererseits aus der dem AG zu gewährleistenden Beibehaltung der Einheitspreise in den einschlägigen Leistungspositionen für die Stützmaßnahmen bei Mengenänderung unter meist zuzüglichem vertraglichen Ausschluss der Mengenänderungsklausel⁴⁹⁰ gem. VOB/Teil B §2, Nr. 3. Dieses Regulativ stellt auf die Einzelposition ab und greift ab einer Mengenänderung von bereits 10%. Im Unterschied zur Regelung in der ÖN B 2110 bzw. ÖN B 2203-1 greift diese Klausel sehr schnell, was bei der üblichen Zuschlagskalkulation im bundesdeutschen Sinn - sprich der Umlage der Baustellengemeinkosten auf die Einzelkosten der Teilleistungen (siehe Pkt. 5.3.2.2) - auch Sinn macht.

Dieser empfohlene, vom AG angegebene, klassenbezogene Rahmenplan für die zulässigen Abschlagslängen und den artdifferenten Bedarf an Stützmaßnahmen zeigt dem im Wettbewerb befindlichen Bieter jedoch keine deutliche interne Abhängigkeitsfestlegung zwischen der Bandbreite des Abschlagslängenbereichs und der der Stützmaßnahmen auf (vgl. Abbildung 5-49), wie vergleichsweise die ÖN B 2203-1 unter Pkt. 4.3.2.3⁴⁹¹ - die Festlegung der Art und der Menge der prognostizierten Stützmittel erfolgt für die Obergrenze des gültigen Abschlagslängenbereiches der Matrix - zweifelsfrei definiert. In Folge dessen lässt sich daher für den Bieter klassenbezogen nur eine Untergrenze (gemessen am mengenmäßigen Einsatz der Stützmaßnahmen) anhand eines „best case“-Szenarios (max. mögliche Abschlagslänge mit minimal möglichen Stützmaßnahmen) und eine Obergrenze anhand eines „worst case“-Szenarios (min. mögliche Abschlagslänge mit maximal möglichen Stützmaßnahmen) bilden, dazwischen sind der Variation keine Grenzen gesetzt (→ *Mischpreisbildung*).

Weiters veranschaulicht die Abbildung 5-49 auch die Empfehlung der DGGT in der ETB⁴⁹² zu o.a. Sachverhalt, dass beim konventionellen Vortrieb eine gewisse Überlappung der Bandbreiten zweckmäßig erscheint, wodurch m.E. eine zwischen AG und AN mit der gleichen Auslegung behafteten Abgrenzung für beide angesprochenen Szenarien innerhalb einer VKL unter Beachtung der angrenzenden VKL im Zuge der Vertragsabwicklung (→ *Leistungsänderungen*) noch zusätzlich erschwert wird.

Eine Simulation der Einflüsse spezieller Leistungsänderungen (Änderung der Abschlagslänge sowie bloße artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Stützmaßnahmen) innerhalb eines (fiktiv kreierten) Rahmenplans **erscheint für das gegenständliche Beispiel** der klassifi-

⁴⁸⁹ vgl. ZTV-ING - Teil 5, Abschnitt 1: Geschlossene Bauweise (Jänner 2003)

⁴⁹⁰ siehe Herig (2001), VOB Teile A, B & C – Baupraxis kompakt, Seite 18: Der BGH hat nunmehr klargestellt, dass die Toleranzgrenzen für Mengenänderungen von +/- 10% nur dann gelten, wenn diese nicht aus einem Eingriff in den ursprünglichen Leistungsbestand resultieren – wird hingegen die ursprüngliche Planung abgeändert, handelt es sich um eine inhaltliche Änderung; die entstandenen Mehr- oder Minderkosten führen zur direkten Kostenanpassung, einen Toleranzrahmen gibt es nicht.

⁴⁹¹ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.2.3, Seite 14

⁴⁹² vgl. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.5.2, Seite 47

zierten VKL 6 **nicht sinnvoll**, da eben einerseits kein diesbzgl. Rahmenplan vorliegt und m.E. andererseits diese Art der **Bandbreitenangabe für die klassenspezifischen Abschlagslängen und den Bedarf an Stützmaßnahmen nicht der Vorgabe einer im Sinne zu verstehenden eindeutigen, neutralen und vollständigen Kalkulationsgrundlage** für die klassischen Bauvertragsmodelle - wie unter Pkt. 5.3.3.3 bereits erläutert - entspricht.

Die Lösung liegt in der klaren, eindeutigen und vollständigen Kalkulationsvorgabe der Stützmaßnahmen (Stützmittel und Zusatzmaßnahmen) in Zuordnung zu den definierten VKL ohne einer Bandbreitenangabe mit „von, bis“ Regelungen und ohne einer Formulierung von Überlappungsbereichen⁴⁹³ (vgl. ÖN B 2203-1 und SN SIA 198). Der AG hat sich innerhalb der Bandbreite der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen aus der Entwurfsplanung auf eine Alternative festzulegen, auf deren Basis die Art- und Mengenvorgabe des Bedarfs an Stützmaßnahmen in der Ausschreibung eindeutig erfolgt. Demzufolge erscheint daher eine der DIN 18312 zugrunde liegende Simulation des gegenständlichen Beispiels nicht sinnvoll. Von einer vergleichbaren Simulation des Modells DIN 18312 entsprechend Pkt. 5.1.3.4 bzw. Pkt. 5.2.3.4 wird daher Abstand genommen.

5.3.3.5 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN

Eine detaillierte Analyse sowie kritische Anmerkungen können bei der gegenständlich betrachteten VT-Klassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell gem. DIN 18312 entfallen, da sämtliche Probleme der zuvor erläuterten Modelle hier auftreten würden und dazu bereits ausführliche Erörterungen und Erläuterungen in den vorangegangenen Punkten dieser Arbeit nachzulesen sind:

5.3.4 Zusammenfassung

Es handelt sich gegenständlich um die im deutschen Sprachraum am unvollkommensten ausgeprägte Vortriebsklassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell für den zyklischen, konventionellen Vortrieb hinsichtlich enthaltener Bestimmungen und Regulative für die Gewährleistung einer leistungsabhängigen und in Folge v.a. fairen, leistungsgerechten Vergütung im Zuge einer Vertragsabwicklung im Untertagebau. Im Sinne der Weiterentwicklung eines leistungsgerechten Vergütungsmodells als primäre Zielvorstellung dieser Dissertation ist von dessen Anwendung m.E. abzuraten.

⁴⁹³ vgl. Pellar u. Watzlav (1998) in Felsbau Nr. 5, Seite 374ff.

6 ALTERNATIVE MODELLE ZUR VORTRIEBSKLASSIFIKATION UND LEISTUNGSGERECHTEN VERGÜTUNG

Neben den bis dato aufgezeigten Problemen hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung von in ein Matrixsystem mit definierten Klassen einbezogenen Ausbruch und Sicherungsbedarf sowie der daraus abhängigen, über eine Soll-Leistungsangabe anpassbar zu steuernden zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs in den diskutierten Normenklassifizierungen, bringt generell die **Einführung einer zusätzlichen VKL bzw. AK (SK) zufolge eingetretener Leistungsänderungen eine weitere Problematik** mit sich.

- jede **neue VKL bzw. AK (SK)** ist grundsätzlich wie ein **Zusatzangebot zu be- und verhandeln** und formal als Zusatzleistung vom AG zu beauftragen;
- der **neue Einheitspreis** sowie die **zugehörige Vorgabe einer Soll-Leistung** (z.B. VT-Geschwindigkeit) wird von **zwei wesentlichen Einflussfaktoren bestimmt**:
 - **Matrix-bestimmende Leistungsänderung(en)** - wie z.B. Änderung des plangem. Ausbruchprofils, techn. Lösemethode, Ausbruchsart, etc.
 - **VKL-bestimmende**, aus der Prognose wissentlich erwartbare **Leistungsänderung(en)** - wie z.B. Abschlagslänge, Art und Menge der Stützmaßnahmen, Übermaß, etc.
- eine diesbzgl. **Vergütung der neuen VKL bzw. AK (SK) erfolgt erst mit Beauftragung der zusätzlichen Leistung** durch den AG;
- die von der vertraglich zu garantierenden Soll-Leistung (z.B. VT-Geschwindigkeit) abhängige vertraglich **abrechenbare Sollte-Vortriebszeit** kann ebenfalls **erst mit der Beauftragung der zusätzlichen Leistung** ermittelt werden. Daran ist jedoch direkt die Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs gekoppelt; d.h. die vertragliche Sollte-Bauzeitermittlung und die gesamte Vergütung des Vortriebs ist daher bis zur Klärung aller Zusatzangebote unsicher und nur vorläufig (daraus erwachsen dem AN zusätzliche, für ihn nachteilig auswirkende Vorfinanzierungskosten - erhöhte Bauzinsen);

→ **Demzufolge ist ein eindeutiger, signifikanter Soll(te)/Ist-Vergleich der terminlichen und kostenmäßigen Situation während des Vortriebs auf Grundlage der diskutierten Normenklassifizierungen nicht gewährleistet**⁴⁹⁴.

Aufgrund dieser Unzulänglichkeiten wird zusehends dazu übergegangen, ein mathematisches Modell zu definieren, dass eine Interpolation seitens der VKL-bestimmenden, aus der Prognose vorhersehbaren Leistungsänderungen innerhalb einer VKL bzw. AK zulässt und auch eine diesbzgl. Extrapolation zur Vermeidung einer Schaffung von neuen VKL bzw. AK ermöglicht - unter der Intention einer in allen Belangen zu wertenden fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN sowie der Gewährung der Preisstabilität und -sicherheit auf Basis der Vertragskalkulation und der zugehörigen Preisbasis für den AG.

⁴⁹⁴ vgl. Purrer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

Das primäre Ziel einer in der AG-Sphäre verantwortbaren Leistungsänderung besteht darin, das dadurch gestörte Gleichgewicht zwischen der zu erbringenden Leistung und des angemessenen leistungsgerechten Entgelts wieder herzustellen. Die Anpassung des Entgelts an die geänderte Leistung hat jedoch auf Basis der vertraglichen Kalkulationsgrundlagen und der Preisbasis des diesbzgl. Bauvertrages anhand von zumeist zusätzlichen Einheitspreisen der Änderungsleistungen im Sinne der allgem. Normenbestimmungen zu geschehen. Durch diese Ermittlung der Mehrkosten ist gewährleistet, dass einerseits ein der Vertragskalkulation allfällig zu Grunde liegender, immanenter Kalkulationsirrtum fortgeschrieben wird und andererseits das ursprüngliche Preisniveau als Basis der Ableitung der geänderten oder zusätzlichen Preise erhalten bleibt. Grundtenor dabei ist, einen Preis festzulegen, der auch zum Zeitpunkt der Zuschlagserteilung im Angebot (festgehalten im Angebots- bzw. späteren Vertrags-LV sowie in der jeweilig entsprechenden Kalkulation) enthalten gewesen wäre, wenn die im gegenständlichen Fall bereits während der Ausführung als offensichtlich zu bezeichnende Leistungsänderung ebenfalls bekannt gewesen wäre.

V.a. in Österreich sind jüngst in Äquivalenz zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203 (01.10.1994) zwei Modelle zur alternativen VT-Klassifikation und speziell zur Regelung der leistungsabhängigen Vergütung entwickelt worden. Über diese alternativen Modelle - besser bezeichnet als **äquivalente Vergütungsmodelle**, da die Klassifikation des Vortriebs weitgehend auf Basis der ÖN B 2203 beruht - wird momentan anhand praktischer Erprobung bei inländischen Tunnelbauprojekten Erfahrung gesammelt.

In der gegenständlichen ÖN B 2203-1⁴⁹⁵ ist bereits verankert, dass wenn es der AG aus besonderen Gründen als zweckmäßig erachtet, als Äquivalent zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) auch andere Vergütungsmodelle angewendet werden können. Dabei sind die Auswirkungen der VKL-bestimmenden Leistungsänderungen im Vortriebsablauf im Besonderen bzgl. der Abschlagslänge, der Art und der Menge der Stützmaßnahmen in einer dem Matrixmodell zumindest gleichwertigen Art und Weise zu regeln. Voraussetzung für die Anwendung eines solchen äquivalenten Modells ist dabei die Einhaltung folgender Grundsätze:

- Die **vertragliche Vortriebszeit ist variabel** und von den vor Ort aufgrund des tatsächlichen Gebirgsverhaltens getroffenen **Ausbaufestlegungen abhängig**⁴⁹⁶.
- Für geotechnisch gleichartige Bereiche sind jeweils ein oder mehrere **Regelvortriebe festzulegen**⁴⁹⁷. Für diese sind vom Bieter **vertraglich zu garantierende Vorgaben einer Soll-Leistung** (z.B. VT-Geschwindigkeit je VKL) **abzufragen**.
- Es ist **zu regeln**, wie die aufgrund der **Anpassung an die vor Ort angetroffenen Verhältnisse** erfolgten Abweichungen in der **Abschlagslänge, in der Art und in den Mengen für Ausbruch und Stützmaßnahmen** gegenüber den Regelvortrieben die **vertraglich abrechenbare Vortriebszeit verändern**.

(Da die ÖN B 2203-1 nur von zuregelnden Abweichungen in der Menge der Stützmaßnahmen hinsichtlich der dynamisch anzupassenden Vortriebszeit spricht, enthält sie diesbzgl. weiters erörternd folgenden Passus: Sofern keine Änderung

⁴⁹⁵ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.4, Seite 15

⁴⁹⁶ vgl. ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.2, Seite 11 - in Analogie zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl;

⁴⁹⁷ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.4, aaO.: Im Fall, dass für gleiche Abschlagslängen verschiedene Regelvortriebe ausgeschrieben werden, sind eindeutige projektspezifische Unterscheidungskriterien anzugeben.

der Art der Leistung bzw. der Umstände der Leistungserbringung gegeben ist, bleiben die Einheitspreise für Ausbruch und für Stützmaßnahmen davon unbeeinflusst.)

- Der **quantitative Einfluss** dieser Abweichungen (es folgt im Widerspruch zu vorherigem Passus nun einschränkend die folgende Aufzählung in der ÖN B 2203-1 - Abschlagslänge, Art und Menge der Stützmaßnahmen, usw.) **auf die Vergütung und die Bauzeitermittlung** erfolgt aufgrund der **vom Bieter in seinem Angebot bekannt gegebenen Angaben** (z.B. Kalkulationsansätze oder ausdrücklich dafür abgefragte Bieterangaben). Für den Fall, dass für diese Ermittlung Bieterangaben abgefragt werden, können vom AG obere und untere Schranken vorgegeben werden. Die Verknüpfung zwischen den Leistungsänderungen - die ÖN B 2203-1 spricht hier wiederum lediglich von Mengenänderungen in den Stützmaßnahmen - und der als dynamisch anpassbar zu handhabenden Vortriebszeit ist in einem mathematischen Modell und mit einem Rechenbeispiel zu beschreiben.

In Analogie zu ÖN B 2203-1 hat der Bieter bzw. potentielle AN auf Basis des vom AG vorgegebenen Mengengerüsts und seiner allgem. Zeitangaben die prognostizierbare Vortriebszeit seines Angebotes selbst zu errechnen. Diese errechnete Soll-Vortriebszeit sowie sämtliche für die Regelung der leistungsabhängigen Vergütung maßgeblichen Bieterangaben müssen dem wirtschaftlichen Wettbewerb unterliegen.

6.1 LAST-Modell - Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Stützung

Wird der Intention gefolgt, ein alternatives Vergütungsäquivalent zu wählen, das dem Grundgedanken der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittel Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 - eine objektive und nachvollziehbare Grundlage für die Projektabwicklung zu schaffen - im vglb. Sinn Rechnung trägt, zugleich aber auch die bekannten Probleme und Nachteile weitgehend vermeidet, erscheint es nicht sehr zweckmäßig die Abweichung der Stützmittelzahl (OZ^{II}) jedes einzelnen Abschlages mathematisch nachzuvollziehen, sondern nach Meinung der ILF⁴⁹⁸ (Ingenieurgemeinschaft Lässer-Feizlmayr) ist es viel zielführender, über jeweils ein gesamtes Abrechnungsmonat die Summe aller VKL-bestimmenden Leistungsänderungen in Bezug auf die Abschlagslänge, die Art und Menge des Bedarfs an Stützmaßnahmen, etc. im Zusammenspiel mit dem Ausbruch integrativ zu erfassen und dadurch eine monatliche, fast schlussrechnungsreife leistungsabhängige Vergütung des AN zu gewährleisten.

Der „Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Stützung“ (kurz LAST) ist eine in einigen Details dem Grunde nach verbesserte Weiterentwicklung des ehemaligen Modells der Deutschen Bahn für den Stützmaßnahmenvergleich sowie der bereits in Österreich beim Inntaltunnel (Ausschreibung 1989) bekannt angewandten Judtmann-Regel⁴⁹⁹. Am Projekt Selzthaltunnel, Neubau Ostrohre - Sanierung Westrohre (Ausschreibung 1997)⁵⁰⁰ wurde die Alternative „Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Stützung“ erstmals praktisch erprobt.

⁴⁹⁸ vgl. Purrer (1999) in Felsbau Nr. 3, Seite 181ff.

⁴⁹⁹ siehe John (2004) in Tagungsband Int. Consulting and Construction - ICC 5, Seite 3

⁵⁰⁰ siehe ÖSAG Ausschreibungsunterlagen - A9 Phyrnautobahn, Selzthaltunnel Oströhre

- **Anwendungsgebiet:**

Das Anwendungsgebiet für das LAST-Modell wurde für zyklische, konventionelle Hohlraumvortriebe in wechselhaft aufgebauten geologischen Verhältnissen angedacht, in denen eine **hohe Flexibilität hinsichtlich der Anpassbarkeit von Ausbruch und Stützmaßnahmen** an die örtlichen Gegebenheiten erforderlich wird und nur eine unzuverlässige Prognose des Baugrunds möglich ist.

6.1.1 Modellbeschreibung

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.1;

Das Modell „Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Stützung“ ist als Modelläquivalent - weitgehend angelehnte Vortriebsklassifikation nach ÖN B 2203-1 - und speziell zur Regelung der leistungsabhängigen Vergütung im Sinne der ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.4 entworfen worden.

6.1.1.1 Gebirgscharakterisierung

siehe Pkt. 5.1.1.1;

6.1.1.2 Vorgangsweise der Klassifikation

6.1.1.2.1 Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)

Die Grundvoraussetzung der an die ÖN B 2203-1 weitgehend angelehnten Vortriebsklassifikation für das Modell LAST ist, dass **für jede 1. Ordnungszahl (OZ^I)** - Abschlagslängenbereich analog zur ÖN B 2203-1 - **nur eine einzige Vortriebsklasse (VKL)** mit quasi fiktiv-variabler Stützmittelzahl (OZ^{II}) definiert wird, welche sich in der Planungsphase aus den prognostizierten Stützmittel und Zusatzmaßnahmen infolge der geomechanischen Planung in der jeweiligen abschlagslängendifferenten VKL ergeben würde.

Die Einteilung dieser VKL erfolgt wiederum getrennt nach der techn. Lösemethode (konventioneller Spreng- oder Baggervortrieb sowie Teilschnittmaschinenvortrieb), deren Darstellung zweckmäßigerweise in einer der ursprünglichen VKL-Matrix gem. ÖN B 2203-1 sehr ähnlichen, aber vereinfachten Matrix (siehe Abbildung 6-1) mit uneingeschränktem Geltungsbereich im spezif. Gebirgsverhalten innerhalb des jeweils zugewiesenen Abschlagslängenbereichs erfolgt.

Die festzulegende Ausbruchsart - der Ausbruch der Kalotte bzw. der Strosse (Teilausbruch) oder des Querschnittes von Kalotte mit Strosse (Vollausbruch) - wird weiterhin nach dem definierten Abschlagslängenbereich der genormten Matrix (Gliederung in 9 Abschlagslängenbereiche), der allfällige Ausbruch

ERSTE ORDNUNGSZAHL	KALOTTE oder KALOTTE & STROSSE	STROSSE	ZWEITE ORDNUNGSZAHL - STÜTZMITTELZAHL																				
			ABSCHLAGSLÄNGE BIS																				
1	keine Vorgabe	ist projektbezogen festzulegen																					
2	4,00 m																						
3	3,00 m																						
4	2,20 m																						
5	1,70 m																						
6	1,30 m																						
7	1,00 m																						
8	0,80 m																						
9	0,60 m																						

Abbildung 6-1: Vortriebsklassenmatrix für zyklisch, konventionellen Vortrieb bei Anwendung des „LAST“ (vgl. ÖN B 2203-1)

der Sohle wird nach einem projektspezifisch festzulegenden Öffnungslängenbereich unterteilt. Daraus lässt sich in gewohnter Weise in beiden Fällen die jeweilige OZ¹ ableiten.

Die Stützmittel einschließlich der Voraus- und Ortsbruststützung sowie die Zusatzmaßnahmen (Stützmaßnahmenübersicht je VKL in Ausschreibungsunterlagen ersichtlich) werden für jede im Abschlagslängenbereich festzulegende VKL nach Art und Menge sowie nach dem Ort und Zeitpunkt des Einbaues angegeben. Bei Querschnittunterteilungen, bei denen die Teilquerschnitte verfahrenstechnisch voneinander unabhängig vorgetrieben werden können, sind die den Vortrieb bestimmenden Stützmittel und Zusatzmaßnahmen getrennt für die einzelnen Teilquerschnitte festzulegen. Auch hat hier die prognostizierte Festlegung für die Stützmaßnahmen für die Obergrenze des jeweiligen Abschlagslängenbereiches der Matrix⁵⁰¹ zu erfolgen.

Die wertmäßige Angabe der OZ¹ sowie die prognostizierte, im Sinne keiner „von, bis“-Regelung⁵⁰² eindeutig definierte Art- und Mengenangabe für Ausbruch und Stützmaßnahmen objektiviert nachvollziehbar die jeweilige VKL. Der gedachte Schnittpunkt aus 1. und quasi fiktiv-fixierter Stützmittelzahl aus der Prognose würde einen punktförmigen Eintrag in der Matrix ergeben, für den der Bieter bzw. spätere AN eine vertraglich zu garantierende VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung je Arbeitstag bzw. Kalendertag und in vortriebsklassenspezifischen Tabellen⁵⁰³ über vertraglich festzusetzende Aufwandswerte (z.B. im Konnex zu den diesbzgl. angesetzten Aufwandswerten [h/VE] in der K7-Blatt-Kalkulation) für den Ausbruch, für den Einbau der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen Soll-Lohnstunden pro m-VT [Mah/m-VT] sowie einen konstanten Einheitspreis z.B. je m³-Ausbruch in der zugehörigen Leistungsposition festzulegen hat (→ **einmalige Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**).

Da der Geltungsbereich jeglicher VKL nur durch den behafteten Abschlagslängenbereich eingeschränkt ist, die leistungsabhängige Vergütung unter Berücksichtigung von Leis-

⁵⁰¹ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.2.3, Seite 14

⁵⁰² vgl. Purrer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

⁵⁰³ siehe z.B. ÖSAG Ausschreibungsunterlagen - A9 Phyrnautobahn, Selzthaltunnel Oströhre; B.8 Erklärung des Bieters - Anhang B8-III/1 Soll-Lohnstundentabelle für Ausbruch und Stützung

tungsänderungen in Bezug auf die Änderung der Abschlagslänge, der Art und Menge der Stützmaßnahmen mittels den vertraglichen Aufwandswerten über eine diesbzgl. mathematische Anpassung der Vorgabe der Soll-Lohnstunden (Algorithmus) zu regeln versucht wird, ist in dieser Dissertation zu untersuchen, in wie weit diese Vorgehensweise eine faire, leistungsgerechte Vergütung der Leistung des potentiellen AN gewährleistet.

6.1.1.2.2 *Ausführungsphase (monatliche Anpassung an prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung durch Lohnstundenvergleich)*

Während des Vortriebs ist der die VT-Leistung maßgebend bestimmende Sicherheitsbedarf (neben Abschlagslänge, Übermaß, etc.) einvernehmlich zwischen AG und AN vor Ort in Form von Ausbaufestlegungen gem. ÖN B 2203-1 festzulegen.

Stellen sich u.a. die in der Planungsphase prognostizierten Stützmaßnahmen als unzureichend heraus, sind im Zuge der Ausführung wiederum zusätzliche festzulegen, d.h. die einzelnen Stützmittel und Zusatzmaßnahmen können - im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 jedoch ohne allfällige Tendenz zu berücksichtigender wirtschaftlicher Interessen zufolge des Entfallens einer notwendigen 2-maligen VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens - auf die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort angepasst werden. Jener zusätzliche Bedarf an Stützmaßnahmen, der direkt in den Abschlagszyklus eingreift bzw. wenn dessen Einbaustelle innerhalb des im Bauvertrag definierten Vortriebsbereiches zu liegen kommt, wird im LAST-Modell durch den integrierten Algorithmus auf Grundlage der prognostizierten Verhältnisse (u.a. der vertraglich vereinbarten Soll-Lohnstunden pro m-VT) berücksichtigt. Dies stellt - vereinfacht gesagt - die Basis für die Abrechnung, ausgehend von den in den VKL jeweils festgelegten Soll-Lohnstundenvorgaben pro m-VT, der VT-Leistungen und der Ermittlung der abrechenbaren Bauzeit dar (→ **keine eigenständige Neuklassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens**).

Nachträglich eingebaute Stützmaßnahmen außerhalb des im Bauvertrag definierten Vortriebsbereiches verändern die prognostizierte VKL im adäquaten Interesse der ÖN B 2203-1 nicht.

6.1.1.3 **Bewertungsfaktoren**

Das Modell „Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Stützung“ (LAST) beinhaltet keinen Gebrauch der in der ÖN B 2203-1 normativ festgelegten Bewertungsfaktoren.

6.1.2 **Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung**

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2;

Vorweggenommen werden kann, dass das Verbesserungspotential des LAST-Modells vorrangig darauf beruht, **drei wesentliche Probleme der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 zu lösen**⁵⁰⁴:

- **Reduktion einer hohen Anzahl an erforderlichen VKL**
(→ *Reduktion des Arbeitsaufwandes beider Vertragsparteien im Zuge der Vertragsabwicklung*)

⁵⁰⁴

vgl. Purrer (1999) in Felsbau Nr. 3, Seite 184f.

- **Verhinderung der Umlage der gesamten leistungsabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en) in die einschlägige Leistungsposition der VKL** anhand einer mengenabhängigen kalkulatorischen Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen
(→ Ermöglichung einer monatlichen schlussrechnungsmäßigen Abrechnung durch den Algorithmus - Lohnstundenvergleich des Ausbruchs und der Stützung)
- **Glättung des bestehenden sprunghaften Verlaufs v.a. in der Erlössituation der Lohnstunden**
(→ Gewährung einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN)

6.1.2.1 Voraussetzungen für die Ausschreibung

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.1;

In Abhängigkeit des Anwendungstyps des LAST-Modells sind infolge vergaberechtlicher Voraussetzung zuzüglich, anhand dem wirtschaftlichen Wettbewerb unterstellten Bieterlücken in der Ausschreibung, vertraglich festzulegende Kalkulationsgrundlagen (Aufwandswerte [h/VE] entsprechend der K7-Blatt-Kalkulation) für den Ausbruch sowie für den zusätzlichen und reduzierten Einbau der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen hinsichtlich einer vergabebeeinflussenden Ermittlung die Soll-Lohnstunden [Mah/m-VT] für jede VKL in z.B. vortriebsklassenspezifischen Tabellen abzufragen.

- **Ausbruch:**

Für den unter gleichen Voraussetzungen wie in der ÖN B 2203-1 an umfassenden Leistungen zu erbringenden Ausbruch ist in Abhängigkeit des ausgeschriebenen Anwendungstyps des LAST-Modells folgende ÖN-gemäße Variante (a) oder (b) an Leistungspositionen für den Ausbruch im LV vorzusehen:

Typ-Nr.:	Anwendung des LAST-Modells auf ...	Vorgabe der Lohnstunden für den klassenspezifischen Ausbruch und klassenunabhängiger Stützmaßnahmen durch AG (Bandbreitenangabe)	Leistungspos. nach ÖN-gemäßen Varianten (siehe Pkt. 5.1.2.1/Ausbruch):	Auswirkung auf Vorkalkulation des Bieters:	Kommentar - Auswirkung auf ZA-Behandlung bei eintretenden Leistungsänderungen:	Kommentar - Handhabung für Vortriebszeitermittlung und leistungsabhängige Vergütung:
1	zeitgeb. Kosten des VT	Nein	(a)	hoher Druck Einzellohnkosten in die Stützmaßnahmen einzukalkulieren	eindeutige Grundlage für ZA-Beurteilung;	keine Abhängigkeit zu ZA, einfach und übersichtlich
2	zeitgeb. Kosten des VT	Ja	(a)	geringer Druck Einzellohnkosten in die Stützmaßnahmen einzukalkulieren	eindeutige Grundlage für ZA-Beurteilung nur bei Mengenänderung der Stützmaßnahmen;	Abhängigkeit zu ZA, verzögernd jedoch übersichtlich

3	leistungsgeb. Kosten und zeitgeb. Kosten des VT	Ja (ansonsten marktwirtschafts- und wettbewerbsverzerrend)	(b)	kein Druck Einzellohnkosten in die Stützmaßnahmen einzukalkulieren, da separate zeitgeb. Vorhalteposition für die VT-Mannschaften vorhanden ist;	eindeutige Grundlage für ZA-Beurteilung	keine Abhängigkeit zu ZA, einfach und übersichtlich
im Vergleich ÖN B 2203-1:						
---	---	Nein	(a) bzw. (b)	kein Druck Einzellohnkosten in die Stützmaßnahmen einzukalkulieren,	keine eindeutige Grundlage für ZA-Beurteilung	Abhängigkeit zu ZA, komplex und langwierig

Tabelle 6-1: Anwendungstypen des LAST-Modells

- **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:**

Das LAST-Modell führt definitionsgemäß dann zu einer fairen, leistungsgerechten Vergütung, wenn auch die Stützmittel und Zusatzmaßnahmen mit angemessenen Einzellohnkosten (kompletter Ansatz der Lohnkosten für den Einbau) vom Bieter kalkuliert werden. Um dieser Anforderung des LAST-Modells zu genügen, ist in der Ausschreibung eine klare Kalkulationsempfehlung⁵⁰⁵ - verbunden mit einer ebenso klaren Risikoordnung bei Abweichung gegenüber dieser Kalkulationsempfehlung⁵⁰⁶ - zu definieren. Derartige Abweichungen sind im Rahmen der (vertieften) Angebotsprüfung durch den AG festzustellen und im Falle einer etwaigen Beauftragung eindeutig als Ausführungsrisiko des AN vertraglich festzulegen.

Weiters siehe Pkt. 5.1.2.1/Stützmittel und Zusatzmaßnahmen;

- **Mehrausbruch:**

siehe Pkt. 5.1.2.1/Mehrausbruch;

- **Bergwassererschwernis:**

siehe Pkt. 5.1.2.1/Bergwassererschwernis;

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.):**

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.1/zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.);

Das mathematische Modell für die leistungsabhängige Anpassung der dynamisch anzupassenden Vortriebszeit - die Vergütung erfolgt wie gehabt in Verrechnungseinheiten (VE), wobei eine VE einem Kalendertag mit $\leq 24,0$ Arbeitsstunden entspricht - auf Basis des Lohnstundenvergleichs für Ausbruch und Stützung⁵⁰⁷ illustriert sich wie folgt:

⁵⁰⁵ siehe Purrer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

⁵⁰⁶ siehe z.B. ÖSAG Ausschreibungsunterlagen - A9 Phyrnautobahn, Selzthaltunnel Oströhre; B.7 Leistungsverzeichnis - Pkt. 7.242 Kalkulation der Vortriebsarbeiten

⁵⁰⁷ in Richtiggstellung zu Zettler et al (2004) in Felsbau Nr. 1, Seite 68

Berechnung der vertraglichen Vortriebszeit⁵⁰⁸:
$$BZ_v [KT] = BZ_s [KT] \times \frac{\sum LSE_T [h]}{\sum LSE_P [h]}$$

(vertraglich abrechenbare Vortriebszeit = Soll(te)-Vortriebszeit x tatsächlicher Lohnstundenerlös : prognostizierter Lohnstundenerlös)

wobei sich die Soll(te)-Vortriebszeit wie folgt berechnet:
$$BZ_s [KT] = \sum \frac{l_{fm_{VKL,i,j}} [m - VT]}{v_{i,j} [m - VT/AT] \times \frac{AT/VM}{KT/VM}}$$

- BZ_v ...** vertragliche (abrechenbare) Vortriebszeit [KT] für Ausbruch und Stützmaßnahmen, z.B. in der Kalotte (ausschlaggebender Vordersatz zur Vergütung der Vorhalteposition für zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs); zugleich die für die Berechnung der vertraglichen (abrechenbaren) Vortriebsdauer maßgebliche Vortriebszeit;
- BZ_s ...** Soll- bzw. Sollte-Vortriebszeit [KT] für Ausbruch und Stützmaßnahmen, z.B. in der Kalotte;
(ermittelt aus den tatsächlich aufgefahrenen Vortriebsmetern [m-VT] der entspr. VKL dividiert durch die vertraglich vereinbarten VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung [m-VT/KT] in der jeweiligen VKL)
- Σ LSE_T ...** Summe aller vertraglich erlösbaren Lohnstunden für Ausbruch und Stützmaßnahmen, z.B. in der Kalotte;
(ermittelt aus den Sollte-Lohnstunden für Ausbruch und Stützmaßnahmen multipliziert mit den tatsächlich aufgefahrenen Vortriebsmetern [m-VT] der entspr. VKL (Ist-Menge); die Sollte-Lohnstunden für Ausbruch und Stützmaßnahmen in jeder VKL [h/m-VT] ergeben sich aus den Aufwandswertansätzen der Vertragskalkulation multipliziert mit der tatsächlich im Vortriebsbereich ausgeführten Menge (Ist-Menge) - soweit diese während eines Abschlags im Regelvortrieb und nicht in der Zeit eines anerkannten oder gesondert vergüteten Vortriebsstillstands erbracht wurde - für den theoretischen Ausbruch (plangem. Ausbruchprofil mit zugrunde liegendem tatsächlichen Übermaß) und der Stützmaßnahmen in der jeweiligen VKL)
- Σ LSE_P ...** Summe aller Soll-Lohnstunden für Ausbruch und Stützmaßnahmen z.B. in der Kalotte;
(ermittelt aus der klassenspezifischen Soll-Lohnstundenvorgabe für Ausbruch und Stützmaßnahmen multipliziert mit den tatsächlich aufgefahrenen Vortriebsmetern [m-VT] der entspr. VKL (Ist-Menge); die Soll-Lohnstunden für Ausbruch und Stützmaßnahmen in jeder VKL [h/m-VT] ergeben sich aus den Aufwandswertansätzen der Vertragskalkulation multipliziert mit der ursprünglich prognostizierten Menge für den theoretischen Ausbruch (plangem. Ausbruchprofil mit zugrunde liegendem prognostizierten Übermaß) und der Stützmaßnahmen in der jeweiligen VKL)

6.1.2.2 Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation

siehe Pkt. 5.1.2.2;

6.1.2.3 Voraussetzungen für die Vergütung

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.3;

Die für die gegenständliche Bestimmung des Vergütungsausmaßes und der leistungsabhängigen Vergütungshöhe basierende Abrechnungsgrundlage bildet beim LAST-Modell ebenfalls die zwi-

⁵⁰⁸ siehe Purrer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

schen AG und AN einvernehmlich vor Ort festzulegende Ausbaufestlegung, auf der anhand der vertraglich festgelegten Kalkulationsgrundlagen (Aufwandswerte für Ausbruch und Stützmaßnahmen) die Anpassung der jeweiligen klassenspezifischen Soll-Lohnstundenvorgaben und dadurch anteilig die automatische Regelung sämtlicher leistungsabhängiger zeitgeb. Kosten der Bst. (unabhängig vom Anwendungstyp des LAST-Modells) während des Vortriebs erfolgt.

- **Ausbruch:**

Die zur Vergütung des Ausbruchs notwendige Feststellung der Vordersätze (mengenmäßig festzustellender Ausbruch in Bezug auf das tatsächlich ausgeführte, plangemäße Ausbruchprofil) der einschlägigen Leistungspositionen für die in der Matrix zuordenbar klassifizierten VKL erfolgt entsprechend den Regelquerschnitten, Ausbaufestlegungen und der tatsächlichen Vortriebsklassenverteilung (unabhängig vom Anwendungstyp des LAST-Modells).

Die Leistungspositionen für den klassenspezifischen Ausbruch sind entsprechend der in der Matrix zuordenbar klassifizierten VKL nur den Geltungsbereichen der jeweiligen Abschlagslängen (OZ¹) unterworfen und daher ist der jeweils zu gewährende Einheitspreis einem weitläufigen, spezif. Gebirgsverhalten innerhalb des behafteten Abschlagslängenbereiches ausgesetzt. Eine daraus resultierende Leistungsänderung ist durch Vergleich zwischen prognostiziertem und tatsächlichem spezif. Gebirgsverhalten zur Anpassung der Einheitspreise im Sinne des LAST-Modells angedacht (siehe Pkt. 6.1.3.4).

- **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:**

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.3/Stützmittel und Zusatzmaßnahmen;

Ein ev. eingetretener Mehrverbrauch an Stützmittel und anderen Zusatzmaßnahmen zufolge des angeordneten Übermaßes (\ddot{u}_m) – insbesondere jene Stützmittel die mengenmäßig bei einer Änderung des Übermaßes beeinflusst werden, wie z.B. Baustahlgitter, Bogen und Lastverteiler, Spritzbeton, etc. - fließt beim Lohnstundenvergleich der Stützmaßnahmen leistungsabhängig ein. Der hierbei einerseits anfallende Materialmehrverbrauch ist durch die leistungsabhängige Vergütung anhand der einschlägigen Stützmittel-Leistungspositionen gewährleistet; der andererseits anfallende, ev. auch in die vertragliche Baudauer bzw. Vortriebszeit einfließenden Mehrstundenaufwand zufolge zusätzlicher Einbauzeit und daraus resultierender zusätzlicher Behinderung der ursprünglichen VT-Leistung ist über das LAST-Modell berücksichtigbar.

- **Mehrausbruch:**

siehe Pkt. 5.1.2.3/Mehrausbruch;

- **Bergwassererschwernis:**

siehe Pkt. 5.1.2.3/Bergwassererschwernis;

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.):**

Hinsichtlich einer leistungsabhängigen Anpassung der Bauzeit auf geänderte Verhältnisse - insbesondere der klassenspezifischen Mengenänderungen im Ausbruch und in den Stützmaßnahmen auf Basis der vertraglich fixierten Soll-Aufwandswertansätze (Kalkulationsgrundlagen gem. K7-Blatt-Kalkulation) - enthält das LAST-Modell für die Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. (unabhängig vom Anwendungstyp des LAST-Modells) einen eindeutigen Algorithmus für den Vortrieb am zeitkritischen Weg.

6.1.3 Funktionalität des Modells

6.1.3.1 Vortriebsklassifikation

Es ist wiederholt anzumerken, dass die Stützmaßnahmen auf die Obergrenze des Abschlaglängenbereiches – in diesem Bsp. auf die Abschlaglänge von 1,70 m in der Kalotte – festgelegt wurden und die Vortriebsarbeiten in Folge so zu kalkulieren sind, dass in die einzelnen Leistungspositionen des Ausbruchs neben den reinen Ausbruchtätigkeiten auch die erforderlichen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. für die prognostizierten Stützmaßnahmen eingerechnet werden (vgl. SN SIA 198). Diese Kalkulationsvorgabe zielt darauf ab, dass im Zusammenhang mit dem monatlichen "Lohnstundenvergleich für Ausbruch und Stützung" eine faire, leistungsgerechte Vergütung angestrebt wird.

Der **Geltungsbereich der VKL 5/X-K** für die Kalotte, der durch die in der ÖN B 2203-1 enthaltene Unterteilung des Abschlaglängenbereiches bestimmt wird, ergibt sich daher wie nachstehend angeführt zu:

- o 1. Ordnungszahl (Abschlaglänge):
 $OZ^I [1] = 5$, daher gilt $1,31\text{ m} \leq l_{\text{ABSCHLAG}} \leq 1,70\text{ m}$

Die folgende Abbildung 6-2 veranschaulicht das durch die VKL 5/X-K kreierte Matrixfeld in der Vortriebsklassenmatrix bei Anwendung des LAST-Modells für konventionellen Sprengvortrieb, welche u.a. neben der tabellarischen Auflistung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen die objektive und nachvollziehbare

Grundlage der (Vor-)Kalkulation des Bieters darstellt (→ **einmalige Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**).

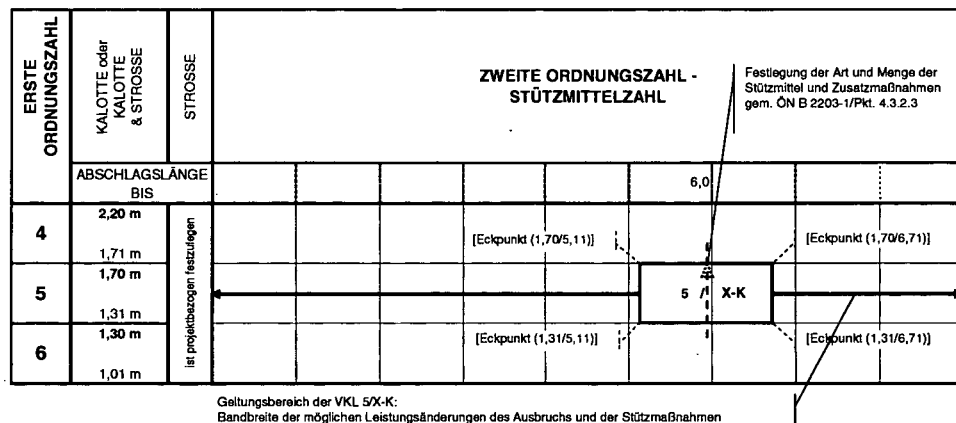
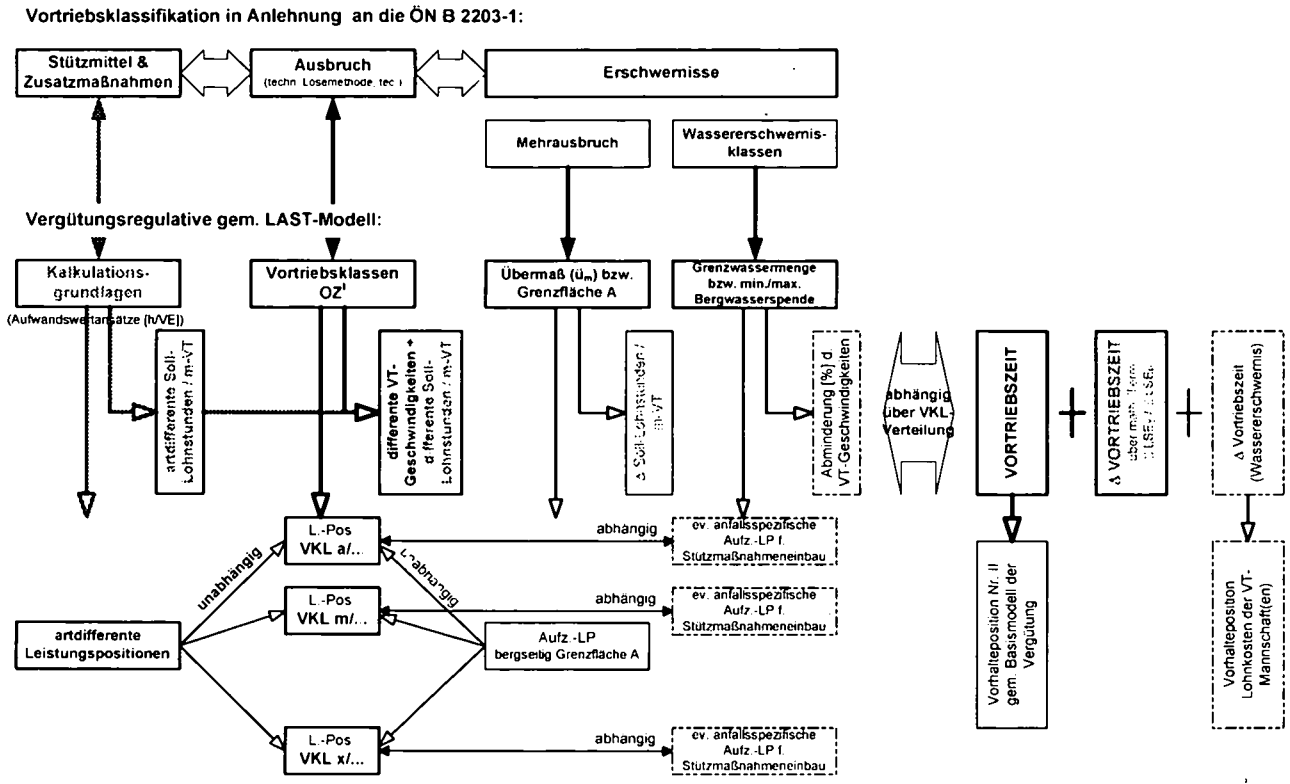


Abbildung 6-2: Matrixfeld der VKL 5/X-K bei Anwendung des LAST-Modells (im Vergleich zur VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1)

6.1.3.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten

In den das LAST-Modell beinhaltenden Leistungsverträgen (Einheitspreisvertrag auf Basis einer konstruktiven, dynamischen LB) sind trotz der systemimmanenten Kalkulationsempfehlung für den Ausbruch bzw. für die Stützmaßnahmen nur wiederum die jeweiligen Leistungspositionen der VKL (Ausbruch) für das Zuschlagen der vom Unternehmer kalkulierten Kosten des Vortriebs im verfahrenstechnischen sowie betriebswirtschaftlichen Sinn variabel anzusehen (vgl. Abbildung 6-3), da die einschlägigen Leistungspositionen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen gem. ÖN B 2203-1 unabhängig von der jeweiligen VKL sowie die Leistungspositionen für Mehrausbruch und Erschwernisse zumeist als Aufzahlungen auf die Leistungspositionen der klassifizierten Regelvortriebe ausgeschrieben werden.



dynam. LV – Variante (a):
Leistungspositionen für Einheitspreisvertrag – gegliedert nach Preisanteile LOHN / SONSTIGES

Abbildung 6-3: LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B2203-1 / Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV bei der Anwendung des LAST-Modells beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)

Die folgende Tabelle 6-2 stellt daher neuerlich die wesentlichen Umlegungen - aufgrund einer a.d.S. des Unternehmers höheren Vergütungswahrscheinlichkeit und -sicherheit im Bauproduktionsfall, um dadurch die bei der Bauproduktion schlagend werdenden ausgabenwirksamen Kosten (variable Kosten) sicher abdecken zu können - der den EKT und der den BstGK zugeteilten Kostenarten im Zuge der (Vor-)Kalkulation zu den im LV vorzusehenden Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen im Untertagebau bei Anwendung des LAST-Modells auf Basis der LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1 und unter Berücksichtigung des in den folgenden Punkten zu erläuternden Sachverhalts zusammenfassend vereinfacht dar:

EKT:		Personalkosten (PK):		Materialkosten (MK):	Gerätekosten (GK):		
		Lohn	Gehalt		A&V ¹⁾	Rep. ¹⁾	Betriebsstoffkosten
Leistungspos. (variable Kosten)	Ausbruch nach Vortriebsklassen (nur OZ ¹⁾	X		X			X
	Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen	X		X			(X)
	Mehrausbruch, Erschwernisse, etc.	X		(X)			X
BstGK:							

Vorhaltepos. (Fixkosten)	zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten)	X unprod. Lohn	X	(X)	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Vorhaltegeräte
-----------------------------	---	-------------------	---	-----	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------

Tabelle 6-2: Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung des LAST-Modells auf Basis der LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1

¹⁾ wertmäßige Ansätze aus österreichischer Baugeräteliste (ÖBGL) der VIBÖ

6.1.3.2.1 Kommentar zu den Personalkosten (PK)

• ad Lohnkosten:

Einleitend gilt Selbiges wie bereits in Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten erläutert, jedoch mit Verweis auf Abbildung 6-3;

- Die **bauverfahrenstechnische Sichtweise** hinsichtlich der Kalkulation der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen gilt sinngemäß lt. Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten uneingeschränkt;
- Die **betriebswirtschaftliche Sichtweise** hinsichtlich der Kalkulation der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen gilt sinngemäß lt. Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten uneingeschränkt;
- Eine **vergaberechtliche Betrachtung** in Hinsicht einer angemessenen Preisbildung gem. ÖN B 2061⁵⁰⁹ sowie ÖN A 2050⁵¹⁰ bzw. BVergG 2002 in den einschlägigen Leistungspositionen der VKL (Ausbruch) und der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen bei aufgegliederten Preisanteilen Lohn und Sonstiges dieser LP im LV hält aufgrund der gegenständlich existierenden Kalkulationsempfehlung des LAST-Modells für das „Zuschlagen“ diesbzgl. Einzellohnkosten zu den gen. LV-Positionen des Ausbruchs bzw. der Stützmaßnahmen stand.

Es werden die gesamten, zufolge eines Regelabschlags in einer VKL anfallenden, **klassenbehafteten und mengenabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en)** (variable Kosten), verursacht durch die Ausbruchstätigkeit, den Einbau der Stützmaßnahmen sowie durch etwaige klassenspezifisch einzukalkulierende Erschwernisse, anteilig den entsprechenden Leistungspositionen der VKL (Ausbruch) und der Stützmaßnahmen - im Gegensatz zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 ist in vglb. Art und Weise zur SN SIA 198 eine **systemimmanente kalkulatorische Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes** für jedes artdifferente Stützmittel bzw. artdifferente Zusatzmaßnahme im Zuge der Anwendung des LAST-Modells gefordert - zugeschlagen (→ **mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** - siehe Abbildung 6-4).

Diese Leistungen sind aber vom Unternehmer bzw. Bieter dahingehend zu kalkulieren, dass in die jeweils entsprechenden Leistungsposition der VKL (Ausbruch) neben der reinen Ausbruchstätigkeit auch noch der klassenspezifische Einfluss der aus der gewählten Bau- und Betriebsweise resultierenden Behinderung des Abschlagszyklus - zufolge einerseits aus dem generellen

⁵⁰⁹ vgl. ÖN B 2061 (01.09.1999), Pkt. 9.1.2, Seite 13

⁵¹⁰ ausführlich in ÖN A 2050 (01.03.2000), Pkt. 7.3ff., Seite 22

Einbau der Stützmaßnahmen sowie andererseits der aus dem Einbau der progn. Stützmaßnahmen allfällig gebirgsverhaltensinduziert entstehenden Erschwernisse sowie der durch den Einbau der progn. Stützmaßnahmen etwaig erforderlichen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. - eingerechnet werden, um den prognostizierten Aufwand an Lohnstunden entsprechend korrekt erfassen zu können.

Im Vergleich zur SN SIA 198, jedoch hier durch eine Kalkulationsempfehlung bekräftigt, ist diese Maßnahme ebenso Grundvoraussetzung für das kalkulatorische Generieren eines „völlig“ VKL-unabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes betr. einer gebirgsneutralen Lohn-Preisbildung in jeglicher Leistungsposition der ausgeschriebenen, artdifferenten Stützmaßnahmen. Sodann sind den einschlägigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen demnach nur jene Einzellohnkosten zuzuschlagen, die aus dem Aufwand des gebirgsneutralen Einbaus (kalkulatorische Generierung eines „Regeleinbau“-Aufwandswertes) der progn. Stützmittel und Zusatzmaßnahmen resul-

tieren. Hierbei sind nicht nur die am entsprechnenden Einbau des Stützmittels bzw. der Zusatzmaßnahme unmittelbar beteiligten Mineure, sondern die volle Drittelstärke der VT-Mannschaft(en) in Ansatz zu bringen.

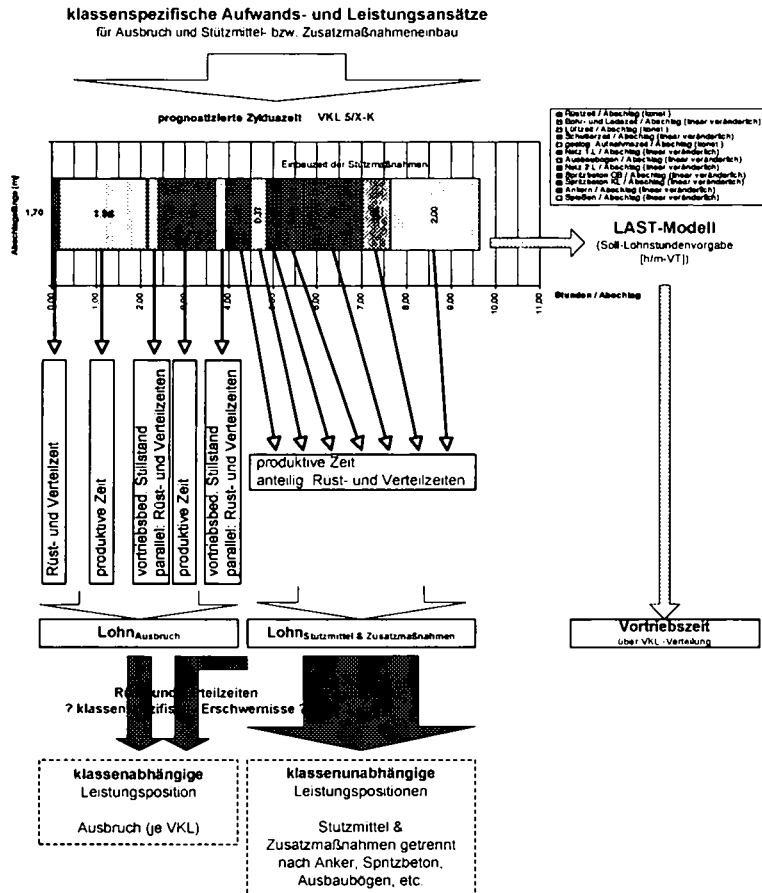


Abbildung 6-4: mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch, die Stützmittel und die Zusatzmaßnahmen bei Anwendung des LAST-Modells (LV-Positionen-Variante (a))

Ein augenscheinlicher, in der Detailkalkulation des Bieters aufscheinender Zusammenhang zwischen der jeweiligen klassenspezifischen Soll-Lohnstundenvorgabe bzw. in Folge der davon abhängigen VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung, über die sich im Weiteren die anteilig prognostizierbare Vortriebszeit über die zugehörig prognostizierte VKL-Verteilung errechnet, und dem in der Detailkalkulation in den klassenspezifischen Leistungspositionen des Ausbruchs auszuweisenden klassenunterschiedlichen Aufwand an Einzellohnstunden (beinhaltet die Ausbruchstätigkeit, die generell klassenbezogene Behinderung zufolge des Einbaues der Stützmaßnahmen und die klassenspezifische Behinderung zufolge der durch den Einbau der progn. Stützmaßnahmen allfällig gebirgsverhaltensinduziert entstehenden Erschwernisse sowie der durch den Einbau der progn. Stützmaßnahmen etwaig erforderlichen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc.) zufolge gewählter Bau- und Betriebsweise sowie dem ebenfalls in der

Detailkalkulation in den klassenunabhängigen Leistungspositionen der artdifferenten Stützmaßnahmen auszuweisenden jeweiligen Aufwand an Regeleinbau-Einzelohnkosten (beinhaltet den gebirgsneutralen Einbau der progn. Stützmaßnahmen) ist nur über die im Zuge der Anwendung des LAST-Modells Vertragsbestandteil werdenden, vortriebsklassenspezifischen Tabellen gewährleistet (siehe Tabelle 6-6).

- **ad Gehaltskosten:**
siehe Pkt. 5.1.3.2.1/ad Gehaltskosten;

6.1.3.2.2 Kommentar zu den Gerätekosten (GK)

siehe Pkt. 5.1.3.2.2;

6.1.3.3 Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen VT-Geschwindigkeiten bzw. VT-Leistungen

Des Weiteren hat der Bieter wiederum auf Basis der in den Ausschreibungsunterlagen prognostiziert angeführten VKL (siehe z.B. Abbildung 6-1) anhand von vertraglich vorzugebenden Soll-Lohnstunden die gesamten, den vorhandenen Leistungspositionen des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen anteilig zuzuschlagenden Lohnkosten zu kalkulieren. Für eine dem prognostizierten Sachverhalt entsprechende Ermittlung der Soll-Lohnstundenvorgabe bzw. in Folge der davon abhängigen VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung je VKL sind angemessene, projektspezifisch festzulegende Aufwands- und Leistungswerte für den Ausbruch und den Einbau des jeweiligen Stützmittels oder der jeweiligen Zusatzmaßnahme unter zu beachtenden Randbedingungen (techn. Lösemethode, Ausbruchsart, max. Abschlagslänge, Ringschlusszeiten bzw. -distanzen, etc.) als verbindliche Kalkulationsannahmen eindeutig und vollständig - in der Hinsicht einer nachvollziehbaren Preisermittlung bei Zusatzangeboten - zu treffen.

Die Berechnung der Zykluszeit für den prognostizierten Regelabschlag mit $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$ der VKL 5/X-K erfolgt auf Grundlage EDV-gestützter Tabellenkalkulation; die dafür kalkulatorisch angesetzten Aufwands- und Leistungswerte sind im Anhang 13.2.3/Tabelle 13-25 dargestellt. In weiterer Folge ist neuerlich besonderes Augenmerk auf die kalkulierte VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung und dem damit direkt zusammenhängenden Einzelohnkosten pro m-VT bzw. pro m³-VT der VT-Mannschaft(en) zu legen.

Nachstehende Situation lässt sich daher für den prognostizierten Regelvortrieb der VKL 5/X-K hinsichtlich markanter Vortriebsdaten (VT-Geschwindigkeit, VT-Leistung, Aufwand in Lohnstunden pro m-VT bzw. m³-VT sowie Einzelohnkosten pro m-VT bzw. m³-VT) in Tabelle 6-3 und Tabelle 6-4 veranschaulichen:

→ **Ausbruch:**

AUSBRUCH gem. VKL 5/X-K (LAST-Modell)																	
	Abschlagslänge [m]	Stunden / Abschlag [h/Absch.]	Vortriebsgeschw.-zeit [t/m ³ VT]	Δ-% auf Regel-VT-Geschw. [%]	Lohnstl. / m-VT [Mahl/m ³]	Lohnstl. / m ³ -VT [Mahl/m ³]	Δ-% auf Regel-VT [%]	Δ Mah / m-Ausbruch [Mahl/m ³]	Δ Mah / Stützmaßn. [Mahl/m ³]	Δ h _{abs} / m-Ausbruch [Mahl/m ³]	Δ h _{abs} / Stützmaßn. [Mahl/m ³]	Lohnkosten / m-VT (Ausbruch) [€/m ³]	Δ Regel-VT [€/m ³]	Δ-% auf Regel-VT [%]	Lohnkosten / m ³ -VT (Ausbruch) [€/m ³]	Δ Regel-VT [€/m ³]	LK umgel. / m ³ (steigende Ausbr.) [€/m ³]
Regelabschlag:																	
VKL 5 / X-K Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	697,29	0,00	0,00%	10,10	0,00	10,91
Abweichung plangen. Ausbruchprofil	1,70	9,40	4,34	2,55%	33,1827	0,4806	-2,48%	13,1008	20,0819	0,1897	0,2908	655,04	-42,25	-6,06%	9,49	-0,61	10,24

Tabelle 6-3: Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs VKL 5/X-K (bei Anwendung des LAST-Modells)

Anhand einer prognostizierten Längenverteilung für die VKL 5/X-F dividiert durch die ermittelte, vertraglich zu garantierende VT-Geschwindigkeit von $v_{VKL5/5,91} = 4,23 \text{ lfm/AT}$ würde sich nun eine anteilig prognostizierbare, kritische Vortriebszeit errechnen lassen. Dadurch wäre die Grundvoraussetzung für die dynamisch anpassbare Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs über die tatsächliche Längenverteilung der VKL 5/X-F im Sinne des LAST-Modells geschaffen.

→ **Stützmaßnahmen (Aufsplittung der anfallenden Lohnkosten der Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen gem. VKL 5/X-K):**

Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Menge pro m-Tunnel	Lohnaufwand / m ² ·VT [Mah/m ²]	Lohnaufwand / VE [Mah/VE]	Überprofilfaktor [1]	Lohnaufwand / VE [Mah/VE]	Lohnkosten / VE [€/VE]
Anker:							
Swellex-Anker	l = 2,00 m	0,00 Stk.	0,0000	0,2583 / Stk.	---	0,2583 / Stk.	12,92 / Stk.
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	4,12 Stk.	0,0154	0,3500 / Stk.	---	0,3500 / Stk.	17,50 / Stk.
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	3,53 Stk.	0,0179	---	---	---	---
Ortsbrustanker:							
Ankeranzahl im Abschlag		0,00 Stk.	0,0000	---	---	---	---
Vers. Ankerplatte ohne Vorspannung		0,00 Stk.	---	---	---	---	---
Baustahlgitter:							
1. Lage	Abw. = 1,0	19,26 m ²	0,0272	0,0976 / m ²	1,06	0,0920 / m ²	4,60 / m ²
2. Lage	Abw. = 1,0	19,26 m ²	0,0170	0,0610 / m ²	1,06	0,0575 / m ²	2,88 / m ²
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0	0,00 m ²	0,0000	---	1,17	---	---
Bogen- und Lastverteiler:							
Ausbaubogen	Stk. = 1,0	11,33 m	0,0192	0,1167 / m	1,06	0,1100 / m	5,50 / m
Spritzbeton:							
Kalotte	d = 0,25 m	4,81 m ³	0,0658	0,9433 / m ³	1,06	0,8889 / m ³	44,44 / m ³
Ortsbrust	d = 0,05 m	1,74 m ³	0,0261	1,0398 / m ³	1,17	0,8889 / m ³	44,44 / m ³
Spieße:							
unvermörtelt	l = 6,00 m	28,24 Stk.	0,1022	0,2500 / Stk.	---	0,2500 / Stk.	12,50 / Stk.
vermörtelt	l = 6,00 m	0,00 Stk.	0,0000	---	---	---	---
			Σ: 0,2908				

Tabelle 6-4: Übersicht der Zuteilung der Aufwandswerte in die artdifferenten, VKL-unabhängigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen bei Anwendung des LAST-Modells

In Tabelle 6-4 ist wiederum der Aufwand an Lohnstunden je Verrechnungseinheit (vgl. Tabelle 5-17) dargestellt, der der jeweiligen artdifferenten und VKL-unabhängigen Leistungsposition der entsprechenden Stützmaßnahme bei Anwendung des LAST-Modells zu zuweisen ist. Nun ist jedoch auch hier wieder zu beachten, dass diese Aufwandswerte für den Lohnansatz lediglich einen zusätzlichen, speziell auf diese VKL abgestimmten, seriellen Stützmittel- bzw. Zusatzmaßnahmeneinbau (wie z.B. beim Stützmittel Anker, Spieße, Spritzbeton, etc.) in Abhängigkeit der angesetzten Parallelität - gleichzeitiger Ablauf gleicher VT-Tätigkeiten der VT-Mannschaft beim Einbauvorgang der entsprechenden Stützmaßnahme - und der sich daraus ergebenden Gleichzeitigkeit widerspiegeln.

6.1.3.4 Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse

Einleitend gilt Selbiges wie bereits in Pkt. 5.1.3.4 erläutert;

Unter Bezugnahme auf das zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 vergleichend fortzusetzende Beispiel entsteht bei Anwendung des LAST-Modells (unabhängig vom Anwendungstyp) im Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/X-K folgender fixierter Bezugssachverhalt:

- **VT-Geschwindigkeit $v_{VKL 5/X-K} = 4,23 \text{ lfm/AT} = \text{konst.}$** für die Ermittlung der anteiligen kritischen Vortriebszeit im Zuge des Algorithmus LAST (prognostizierbare sowie vertragliche bzw. Ausgangspunkt der abrechenbaren Vortriebszeit)

Sinne einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des Ausbruches gegenüber dem AG führen würde - diesem Gedanken folgt ansatzweise, jedoch nicht ganz widerspruchsfrei (siehe Pkt. 6) auch die ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.4 „Alternative Modelle zur Vortriebsklassifizierung und Abrechnung“.

- **Ursache: Änderung der Abschlagslänge**
Wirkung: Änderung der VT-Leistung und v.a. der VT-Lohnkosten
 → Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie des im Zusammenhang stehenden Aufwandswertes und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL bei Anwendung des LAST-Modells:

Mengenabhängige Komponente:

Das Eintreten einer Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/X-K beeinflusst eine ev. mitunter eintretende Änderung der Gesamtausbruchsmenge gegenüber des prognostizierten Vordersatzes durch zeitl. Verschiebung des VKL-Wechsels. Diese **Mehr- oder Mindergesamtmengen an Ausbruchsmassen in der zugehörigen VKL** berücksichtigen durch Vordersatzanpassung der zugrunde liegenden abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungsposition des Ausbruchs dadurch die **leistungsabhängige Vergütung der mengenabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs direkt proportional**; eine diesbzgl. Anpassung der in der abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungsposition angemessen einzukalkulierenden Einzellohnkosten (unter Berücksichtigung der vertraglichen Festlegung eines diesbzgl. Aufwandswertes) kann nur über das allgem. Mengenänderungs-Regulativ der ÖN B 2203/Pkt. 5.1.2 in Abweichung zur ÖN B 2110 erfolgen.

Da die **mengenabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs beim LAST-Modell** jedoch auch unabhängig einer Stützmittelzahl (OZ^{II}) - im Gegensatz zur ursprünglichen VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 - gelten, ist eine **Anpassung** dieser Kosten **aus bauwirtschaftlicher Sicht** an die unabgegrenzte Bandbreite des spezif. Gebirgsverhaltens innerhalb des abschlagslängenbereich-bezogenen Geltungsbereiches der VKL angedacht, praktisch verwirklicht **nur durch die Abhandlung von Zusatzangeboten bzw. -beauftragungen** erreichbar.

Diese kann m.E. aber nicht abschlagsbezogen, sondern nur integrativ für einen repräsentativen Gebirgsabschnitt zu untersuchen und zu beurteilen sein. Eine geotechnisch fundierte Beurteilung einer solchen Leistungsänderung kann in der Regel ohnehin nur für einen längeren Gebirgsabschnitt gemacht werden. Wichtig dabei ist, dass eine Leistungsänderung beim Ausbruch nicht automatisch durch eine außerhalb der Prognose liegende „fiktive Stützmittelzahl“, sondern nur durch Vergleich zwischen dem prognostizierten und dem tatsächlichen Gebirgsverhalten zu begründen ist.

Kapazitätsabhängige Komponente:

Bei **Eintreten einer Änderung der Abschlagslänge** innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/X-K **ändert sich bekanntermaßen die in einer Zeiteinheit auszubrechende Kubatur eines Abschlags**, welche eine Änderung der VT-Leistung und damit zusammenhängend eine Änderung der - nun als zu betrachtende - kapazitätsabhängige Lohnkosten des Ausbruchs im Abschlagszyklus der gegenständlichen VKL verursacht.

Die gegenständliche Simulation veranschaulicht in vergleichender Art und Weise zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 wie-

derum die Abhängigkeit der VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung zu den behafteten, jedoch um den Stützmaßnahmen-Anteil bereinigten Aufwand an Lohnstunden pro m-VT bzw. m³-VT sowie der daraus resultierenden kapazitätsabhängigen Lohnkosten pro m-VT bzw. m³-VT des Ausbruchs in der klassifizierte Abschlagslängenbandbreite des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/X-K gem. LAST-Modell (bei der Änderung der Abschlagslänge wird der Aufwand an Lohnstunden in den Stützmaßnahmen konstant gehalten).

AUSBRUCH gem. VKL 5/X-K (LAST-Modell)

Regelabschlag:	Abschlagslänge [m]	Stunden / Abschlag [h/Absch.]	Vortriebsgeschw. Anteil [m/AT]	Δ-% auf Regel-VT-Geschw. [%]	Lohnstd. / m-VT [Mah/m ³]	Lohnstd. / m ³ -VT [Mah/m ³]	Δ-% auf Regel-VT [%]	Δ Mah / m-Ausbruch [Mah/m ³]	Δ Mah / Stützmaßn. [Mah/m ³]	Δ h _{aus} / m ³ -Ausbruch [Mah/m ³]	Δ h _{st} / Stützmaßn. [Mah/m ³]	Lohnkosten / m-VT (Ausbruch) [€/m ³]	Δ [€/m ³]	Δ-% auf Regel-VT [%]	Lohnkosten / m ³ -VT (Ausbruch) [€/m ³]	Δ [€/m ³]	LK umgel. / m ³ (plangem. Ausbruch) [€/m ³]	
VKL 5 / X-K Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	697,29	0,00	0,00%	10,10	0,00	10,91	
Variation der Abschlagslänge (bei fixierter OZ ^{II} = 5,91 = konst.):																		
VKL 5 / X-K	1,31	7,88	3,99	-5,71%	36,0871	0,5226	6,05%	16,0053	20,0819	0,2318	0,2908	800,26	102,97	14,77%	11,59	1,49	12,52	
+ 0,04 m	1,35	8,06	4,02	-5,01%	35,8211	0,5188	5,27%	15,7393	20,0819	0,2279	0,2908	786,96	89,67	12,86%	11,40	1,30	12,31	
+ 0,05 m	1,40	8,29	4,06	-4,17%	35,5100	0,5143	4,36%	15,4282	20,0819	0,2234	0,2908	771,41	74,12	10,63%	11,17	1,07	12,06	
+ 0,05 m	1,45	8,51	4,09	-3,39%	35,2204	0,5101	3,51%	15,1385	20,0819	0,2192	0,2908	756,93	59,63	8,55%	10,96	0,86	11,84	
+ 0,05 m	1,50	8,74	4,12	-2,64%	34,9500	0,5062	2,71%	14,8682	20,0819	0,2153	0,2908	743,41	46,12	6,61%	10,77	0,67	11,63	
+ 0,05 m	1,55	8,96	4,15	-1,93%	34,6971	0,5025	1,97%	14,6153	20,0819	0,2117	0,2908	730,76	33,47	4,80%	10,59	0,48	11,43	
+ 0,05 m	1,60	9,19	4,18	-1,25%	34,4600	0,4991	1,27%	14,3782	20,0819	0,2082	0,2908	718,91	21,62	3,10%	10,41	0,31	11,24	
+ 0,05 m	1,65	9,42	4,21	-0,61%	34,2373	0,4959	0,62%	14,1554	20,0819	0,2050	0,2908	707,77	10,48	1,50%	10,25	0,15	11,07	
Kontrolle Regelvortrieb:	+ 0,05 m	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	697,29	0,00	0,00%	10,10	0,00	10,91

Tabelle 6-5: Übersicht markanter Daten bei Änderung der Abschlagslänge des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/X-K

Anm.: Spalte Δ-% auf Regel-VT entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - max. bzw. min. Abweichung +/- 11% bis +/- 12%)

Bei Reduktion der Abschlagslänge verringert sich auch hier gleichermaßen die VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung (siehe Abbildung 6-6) und es steigt der um den Stützmaßnahmen-Anteil bereinigte Aufwand an Lohnstunden (siehe Abbildung 6-7) im Bezug zum progn. Regelvortrieb über die max. Abweichung der üblichen Kostenelastizität in den Einzellohnkosten von 11% bzw. 12%.

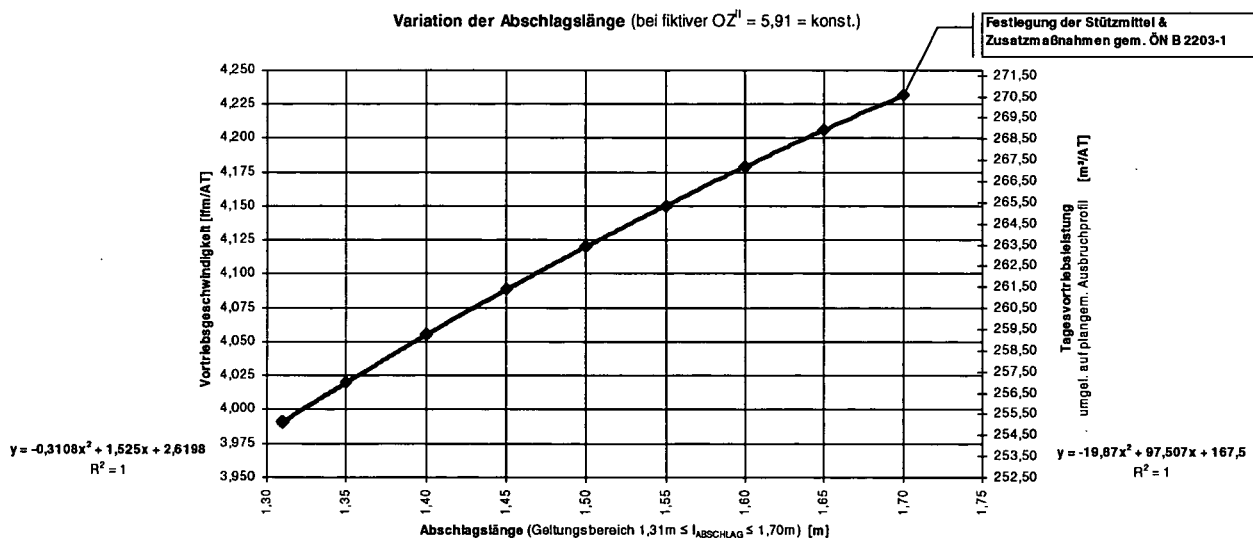


Abbildung 6-6: VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite der VKL 5/X-K bei Anwendung des LAST-Modells

Anm.: die jeweilige Funktion ist in Abhängigkeit der Abschlagslänge mit einem Polynom 2. Grades angenähert

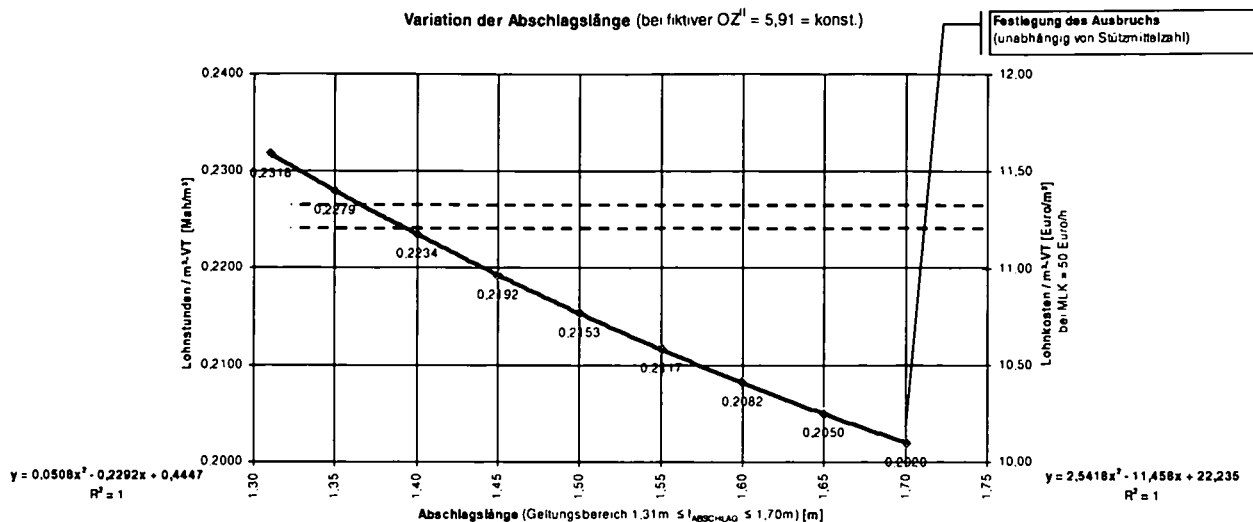


Abbildung 6-7: Lohtunden des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite der VKL 5/X-K bei Anwendung des LAST-Modells

Anm.: die jeweilige Funktion ist in Abhängigkeit der Abschlagslänge mit einem Polynom 2. Grades angenähert

strichlierte Linien entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - max. bzw. min. Abweichung +/- 11% bis +/- 12%)

Mehr- oder Mindermengen an Ausbruchsmassen im Abschlagszyklus zufolge der Änderung der Abschlagslänge in der VKL **beeinflussen diese kapazitätsabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs beschränkt degressiv** (= *beschränkt degressiv mengenabhängige Lohnkosten des Ausbruchs*); eine Anpassung dieser in der abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungsposition angemessen einzukalkulierenden Einzellohnkosten (bedingt durch die vertragliche Festlegung eines diesbzgl. Aufwandswertes) erfolgt gemäß den Bestimmungen der ÖN B 2203-1-angepassten VT-Klassifikation des LAST-Modells nicht.

zeitabhängige Komponente:

Eine daraus resultierende zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs anhand einer Abänderung der VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung erfolgt ebenfalls gemäß den Bestimmungen der ÖN B 2203-1-angepassten VT-Klassifikation des LAST-Modells nicht.

6.1.3.4.2 (Mengen-)Änderung der Stützmaßnahmen

- **Ursache: Änderung des spezifischen Gebirgsverhaltens**
Wirkung: artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Stützmaßnahmen
→ Simulation der jeweils möglichen (Einzel-)Mengenänderung innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL bei Anwendung des LAST-Modells:

Die folgende Simulation befasst sich mit den möglich auftretenden Mehr- bzw. Mindermengen an Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen bei theoretischer Ausnutzung des max. Geltungsbereiches infolge der Anwendung des LAST-Modells auf Basis der Vortriebsklassifikation (VKL 5/X-K). In diesem Zusammenhang ist vorauszusetzen, dass in einem ersten Schritt die Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m} = \text{konst.}$) und das Übermaß ($\ddot{u}_m = 10 \text{ cm} = \text{konst.}$) konstant gehalten werden.

Aufgrund der dem **Modell generell anhaftenden mengenabhängigen kalkulatorischen Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** sowie der geforderten diesbzgl. **Angabe von Aufwandswerten** kann vorweg genommen werden, dass **diverse (artreine) Mehr- bzw. Mindermengen an Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen lediglich den mengenabhängigen Ansatz** einerseits in den **Vordersätzen der zugehörigen Leistungspositionen** und andererseits im Zuge des **durchzuführenden Algorithmus zur Ermittlung der abrechenbaren Vortriebszeit verändern** und daher im Sinne der Anwendung des LAST-Modells bei theoretischer Ausnutzung der projektabhängigen Bandbreite des veränderlichen spezif. Gebirgsverhaltens uneingeschränkt auftreten können.

Wird auch in vergleichender Weise zur ÖN B 2203-1 in einem zweiten Schritt zuzüglich zum ersten Schritt die Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$) gem. dem Geltungsbereich der 1. Ordnungszahl auf das Minimum $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ reduziert, so können die dadurch kausal verursachten Effekte in der Mengenänderung der Stützmaßnahmen ohne Verknüpfung zu einer ev. eingetretenen Leistungsänderung im Ausbruch betrachtet werden. **Der entstehende kritische Einfluss der bloßen Mengenänderung in den Stützmaßnahmen kann daher ganz allgem. gesprochen durch die Anwendung des LAST-Modells schlussrechnungsmäßig, monatlich berücksichtigt werden.**

- Ursache: artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Stützmaßnahmen**
Wirkung: Änderung der VT-Leistung und v.a. der VT-Lohnkosten
 → Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie des im Zusammenhang stehenden Aufwandswertes und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL bei Anwendung des LAST-Modells:

Mengenabhängige Komponente:

Bei Eintreten von **bloßen Mengenänderungen in einer VKL** werden diese Mehr- oder Mindermengen an Stützmaßnahmen durch Vordersatzveränderung in den einschlägigen Leistungspositionen bei der **leistungsabhängigen Vergütung der mengenabhängigen Lohnkosten der Stützmaßnahmen** prinzipiell **direkt proportional** berücksichtigt; **eine Anpassung der in die jeweilige Leistungsposition angemessen einzukalkulierenden Einzellohnkosten** (unter Berücksichtigung der vertraglichen Festlegung eines „Regeleinbau“-Aufwandswertes je Stützmaßnahme) kann nur über das allgem. Mengenänderungs-Regulativ der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.1.2 in Abweichung zur ÖN B 2110 erfolgen.

zeitabhängige Komponente:

Die kalkulierte Vorgabe der Soll-Lohnstunden [Mah/m-VT] in jeder ausgeschriebenen VKL stellt auf Basis der Prognosemenge des Ausbruchs und v.a. des Bedarfs an Stützmaßnahmen sowie der vertraglich festgelegten Aufwandswerte je artdifferenten Stützmaßnahme (siehe Tabelle 6-4) die weitere Bezugsquelle der diesbzgl. Simulation dar. Die VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung ist in Abhängigkeit der kalkulierten Soll-Lohnstundenvorgabe [Mah/m-VT] und der durchschnittlichen Mannanzahl pro VT-Mannschaft ableitbar bzw. ebenfalls vertraglich zu garantieren.

Pos.-Nr.:	Name:	Menge:	Mengen-EH:	Mah/VE:	Faktor:	Mah/m-VT:	Σ Mah/m-VT:	[%]:	V _{VKL 5/X-K} [l/m/AT]:
Ausbruch:									
	Ausbruch 5/X-K	63,94	m³/lfm	0,2020	69,05/ 63,94	13,95			
Σ Lohnstunden / m-VT des Ausbruchs:							13,95	40,99	
Stützmaßnahmen:									

	Swellex-Anker, l=2,00m	---	Stk./lfm					
	SN-Mörtelanker, l=4,00m	4,12	Stk./lfm	0,2583		1,06		
	SN-Mörtelanker, l=6,00m	3,53	Stk./lfm	0,3500		1,24		
	Ortsbrustanker (Anzahl) im Abschlag	---	Stk./lfm					
	Vers. Ankerplatte für Ortsbrustanker ohne Vorsp.	---	Stk./lfm					
	Baustahlgitter, 1. Lage	19,26	m ² /lfm	0,0920	1,06	1,88		
	Baustahlgitter, 2. Lage	19,26	m ² /lfm	0,0575	1,06	1,17		
	Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	---	m ² /lfm		1,17			
	Ausbaubogen	11,33	m/lfm	0,1100	1,06	1,32		
	Spritzbeton, Kalotte d=0,25m	4,81	m ³ /lfm	0,8889	1,06	4,54		
	Spritzbeton, Ortsbrust d=0,05m	1,74	m ³ /lfm	0,8889	1,17	1,81		
	Spieße unvermörtelt, l=6,00m	28,24	Stk./lfm	0,2500		7,06		
	Spieße vermörtelt, l=6,00m	---	Stk./lfm					
Σ Lohnstunden der Stützmaßnahmen / m-VT:						20,08	59,01	
Σ Lohnstunden / m-VT auf Basis der Prognosemenge (= Soll):						34,03	100,00	4,23

Tabelle 6-6: Soll-Lohnstunden / m-VT der VKL 5/X-K auf Basis der prognostizierten Mengen für Ausbruch und Sicherungsbedarf

Im Zuge des Vortriebs ist für jede VKL monatlich zu berechnen, welche Lohnstunden auf Basis der tatsächlich ausgeführten Mengen (Ist-Mengen) u.a. für den Ausbruch jedoch im Speziellen für die Stützmaßnahmen (Stichwort - Ausbaufestlegung) unter Berücksichtigung der vertraglich festgelegten Aufwandswerte abzurechnen sind. Die gemittelten Ist-Mengen an Stützmaßnahmen pro m-VT werden in Analogie zur Tabelle 6-6 mit den entsprechenden Aufwandswerten multipliziert und durch anschließende Aufsummierung die Sollte-Lohnstunden pro m-VT in der betrachteten VKL berechnet. Der Vergleich der kalkulierten Summe der Soll-Lohnstunden mit der abrechenbaren Summe der Sollte-Lohnstunden liefert die Grundlage für die Anpassung der im Vertrag ursprünglich auf die Prognosemenge der Stützmaßnahmen im Konnex befindlichen VT-Geschwindigkeit(en) bzw. -Leistung(en).

Pos.-Nr.:	Name:	Menge	Men-gen-EH:	Mah/VE:	Mah/m-VT:	Σ Mah/m-VT:	[%]:	V _{VKL 5/X-K} [lfm/AT]:
Ausbruch:								
	Ausbruch 5/X-K	63,94	m ³ /lfm	0,2020	69,05/ 63,94	13,95		
Σ Lohnstunden / m-VT des Ausbruchs:						13,95	---	
Stützmaßnahmen (uneingeschränkt veränderlich):								
	Swellex-Anker, l=2,00m	---	Stk./lfm					
	SN-Mörtelanker, l=4,00m	4,12	Stk./lfm	0,2583		1,06		
	SN-Mörtelanker, l=6,00m	3,53+ 6,85	Stk./lfm	0,3500		3,63		
	Ortsbrustanker (Anzahl) im	---	Stk./lfm					

Abschlag								
Vers. Ankerplatte für Ortsbrustanker ohne Vorsp.	---	Stk./lfm						
Baustahlgitter, 1. Lage	19,26	m ² /lfm	0,0920	1,06	1,88			
Baustahlgitter, 2. Lage	19,26	m ² /lfm	0,0575	1,06	1,17			
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	---	m ² /lfm		1,17				
Ausbaubogen	11,33	m/lfm	0,1100	1,06	1,32			
Spritzbeton, Kalotte d=0,25m	4,81	m ³ /lfm	0,8889	1,06	4,54			
Spritzbeton, Ortsbrust d=0,05m	1,74	m ³ /lfm	0,8889	1,17	1,81			
Spieße unvermörtelt, l=6,00m	28,24	Stk./lfm	0,2500		7,06			
Spieße vermörtelt, l=6,00m	---	Stk./lfm						
Σ Lohnstunden der Stützmaßnahmen / m-VT:	22,47	---						
Σ Lohnstunden/ m-VT auf Basis der tatsächlichen Menge:	36,42	+ 7,02						(3,95)
Σ Lohnstunden/ m-VT auf Basis der Prognosemenge (= Soll):	34,03	100,00						4,23

Tabelle 6-7: (Sollte-)Lohnstunden / m-VT der VKL 5/X-K auf Basis tatsächlicher Mengen

Eine bloße Mengenänderung, speziell in den Stützmaßnahmen, bewirkt bei der Anwendung des LAST-Modells nicht die direkte Errechnung einer neuen vertraglichen VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung, sondern gleich die automatische Anpassung der abrechenbaren Vortriebszeit hinsichtlich einer leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs:

- o nach LAST:
(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)
 $BZ_v [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) \times 36,42 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm} :$
 $(34,03 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm}) = 27,1 \text{ KT}$
- o nach ÖN B 2203-1 (im Vergleich):
 $BZ_v [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = 25,3 \text{ KT}$
(bzw. bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm und entspr. auf die Mengenänderung der Stützmaßnahmen abgestimmte, neu kalkulierte VT-Geschwindigkeit)
 $BZ_{S \text{ neu}} [KT] = 100 \text{ lfm} : (3,95 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = 27,1 \text{ KT}$

Die prozentuale Abweichung der Summe der Sollte-Lohnstunden pro m-VT (tatsächlicher Lohnstundenerlös) von der Summe der Soll-Lohnstunden pro m-VT (prognostizierter Lohnstundenerlös) erhöht bzw. erniedrigt die behaftete VT-Leistung im äquivalenten Ausmaß. Die Berechnung in Tabelle 6-7 zeigt eine Erhöhung der (Sollte-)Lohnstunden pro m-VT gegenüber Tabelle 6-6 um 7,02%. Die vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung in der VKL 5/X-K wird daher um 7,02% reduziert. Dadurch ist die anteilige vertragliche Vortriebszeit für die in dieser Periode fiktiv aufgefahrenen Vortriebsmeter in der VKL 5/X-K um 7,02% verlängerbar und die abrechenbaren zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs erhöhen sich ebenfalls um 7,02%.

6.1.3.5 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN

Einleitend gilt Selbiges wie bereits in Pkt. 5.1.3.5 erläutert;

Bei diesbzgl. Analyse der prognostizierten Klassenfestlegungen eines Untertagebauprojekts, deren aufzuwendender Bedarf an Stützmaßnahmen bekanntermaßen durch Normenvorgabe der ÖN B 2203-1 für die Obergrenze des jeweiligen Abschlaglängenbereiches festzulegen ist, lässt sich auch bei der Anwendung des LAST-Modells anhand der Abbildung 6-6 und der Abbildung 6-7 relativ schlüssig zeigen, dass die **klassenspezifisch geringsten Lohnkosten** (bzw. i. A. Sinn, die Herstellkosten) **bei niedrigstem Aufwandswert und maximal möglicher VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung** für den Bieter bzw. AN zu erzielen sind. Die **maximal mögliche VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung**, im Bauvertrag als Vorgabe von Soll-Lohnstunden pro m-VT je VKL festzulegen, **ermöglicht daher durch ihren zeitkritischen Einfluss auch die zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu minimieren.**

6.1.3.5.1 Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell LAST im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung

- **Bau- und Betriebsweise:**

Unter Bezugnahme auf den Pkt. 5.1.3.5.1 und der darin erläuterten Problematik einer unterschiedlichen oder einheitlichen Klassifikation von Kalotte und Strosse desselben Querschnitts im gleichen Gebirgsverhalten mit einzuhaltenden Abstandskriterien hinsichtlich der zu garantierenden, für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs maßgebenden VT-Geschwindigkeit(en) bzw. -Leistung(en) ist bei der Anwendung des LAST-Modells selbiger Konnex zu beachten.

- **VKL-Wechsel:**

Aufgrund des dynamischen Modellcharakters können theoretisch beim Vortrieb während der Ausführungsphase keine Bereiche mehr aufgefahren werden, die in der dem LAST-Modell zugrunde liegenden Matrix - im Vergleich zur klassischen VKL-Matrix gem. ÖN B 2203-1 - noch nicht festgelegt wurden; auch ein VKL-Wechsel im alt her gebrachten Sinn innerhalb des jeweiligen Abschlaglängenbereiches entfällt dadurch.

Die **allgem. Thematik des VKL-Wechsels** sowie deren mögliche Eintretenshäufigkeit tritt daher **nur mehr im eingeschränkten Rahmen aufgrund des spezifischen Modellcharakters dieser VT-Klassifikation** inkl. formuliertem Vergütungsmodell LAST auf. Lediglich die Auswirkung eines Wechsels von einem Abschlaglängenbereich in einen anderen Abschlaglängenbereich - vollständiger Entfall des VKL-Wechsels innerhalb eines Abschlaglängenbereiches - ist hier weiterhin in der AN-Sphäre zu vertreten. Aus bauwirtschaftlicher Sicht ist hier jedoch wiederum den Argumentationen (Produktivitätsverlust aufgrund ungewöhnlichem, in der Sphäre des AG zu verantwortendes Wagnis) aus Pkt. 5.1.3.5.1 bei sinngemäßer Übertragung auf das LAST-Modell zu folgen.

Eine weitere wichtige **Voraussetzung für eine faire, leistungsgerechte Vergütung ist bei der Anwendung des LAST-Modells**, dass die wie in der Abbildung 6-8 veranschaulichte **Zusammenfassung von artdifferenten**

Vortriebsklasse: 2-X-F Kalotte

		Menge Einheit	Lohnstunden je Einheit	Lohnstunden je lfm
LV-Position		A	B	A x B
03 210110A	Ausbruch Kalotte 2-X-F	41,10 m ³ /lfm		
Stützmittel				
03 230201A	Spritzbeton 5 cm	8,10 m ² /lfm		
03 230111D	SN-Anker, BI=250 kN; 4,0m, oder SSW	0,86 Stk/lfm		
SUMME:				Std/lfm

Abbildung 6-8: Auszug Bauvertrag - Soll-Lohnstundentabelle für zusammengefasste, artdifferente Stützmaßnahmen bei Anwendung des LAST-Modells⁵¹¹

Stützmittel und Zusatzmaßnahmen zu einem vertraglich festzulegenden „Regeleinbau“-Aufwandswert im Bauvertrag vermieden wird, da artdifferente Stützmaßnahmen neben den unterschiedlichen Materialaufwänden v.a. auch unterschiedliche Aufwände an Lohnstunden im Einbau im unterschiedlichen Gebirgsverhalten bedingen.

6.1.3.5.2 Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell LAST im Zuge der leistungsgerechten Vergütung

In Analogie zu den bereits erörterten Szenarien im Zuge der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 sind dem Sinn nach selbige Szenarien (eine Überlagerung der Szenarien kann aufgrund der systemimmanenten, kalkulatorisch geforderten Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen unterbleiben) im Zuge der Anwendung des LAST-Modells zu untersuchen:

A.) Vergütungssituation bei der Anwendung des LAST-Modells

(Vergleichsbasis der Vergütungssituation zur ÖN B 2203-1 inkl. klassischem VMod mittels Stützmittelzahl (OZ^I) bei neuklassifizierter Stützmittelzahl innerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix)

• **Ausbruch:**

In den Szenarien 1 und 2 wird vorausgesetzt, dass die Bewertungsfläche (A_B), das Übermaß (\ddot{u}_m) und das Überprofil (\ddot{u}_p) konstant sind und lediglich eine **Änderung in der Abschlagslänge** eintritt. Die Auswirkungen auf die vertraglich abrechenbare Vortriebszeit werden in Abhängigkeit vom Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/X-K illustriert.

○ **Szenario 1 (Idealfall):**

A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge gem. Bauvertrag, d.h. keine diesbzgl. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung

B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengenänderung der Stützmaßnahmen

⁵¹¹ siehe ÖSAG Ausschreibungsunterlagen - A2 Südbahn, Gräbertunnel Weströhre; B.8 Erklärungen des Bieters - Anhang B8-III Soll-Lohnstundentabelle für Ausbruch und Stützung

In diesem Szenario 1 ist die Höhe der leistungsabhängigen Vergütung der einschlägigen klassenspezifischen Ausbruchssposition sowie der Erlös aus den zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs adäquat mit den dafür kalkulierten Herstellkosten (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/X-K	5/X-K
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM_{TM}	gem. Pkt. 6.1.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	konst.
\dot{u}_m [m]	0,10	konst.
\dot{u}_p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	unverändert
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	unverändert
progn. LK/m-VT [€/lfm]	697,29	unverändert
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	unverändert
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	697,29	unverändert

o **Szenario 2** (vgl. Szenario 2 bei ÖN B 2203-1):

- **A: effektive Abschlagslänge \neq prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
- **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengenänderung der Stützmaßnahmen

ad **2A/1** - **effektive Abschlagslänge < prognostizierte Abschlagslänge:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erzwingt eine Reduktion der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. VKL gem. Abschlagslängenbereich (OZ¹ gem. LAST-Modell in Analogie zur ÖN B 2203-1) prognostizierend festgelegt wurde. Hier entsteht das Problem, dass sich die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (entspricht der garantierten VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag) verringert und sich daher der Aufwandswert bzw. die daraus resultierenden Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en) aufgrund der an Gewichtung gewinnenden anteiligen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, etc. sowie beim konventionellen Sprengvortrieb verordnet durchzuführender Bewetterung nach der Sprengung (vortriebsbedingte Stillstandszeiten) innerhalb des Abschlagszyklus ungünstiger auf den m-VT bzw. m³-VT des Ausbruchs umlegen. Dies führt in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchssposition zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN, den dieser mit einem Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig höherer 1. Ordnungszahl (Wechsel des Abschlagslängenbereichs – OZ¹ >>) abzuwenden versucht (**\neq faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/X-K	5/X-K
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	$1,31 \leq l_{\text{ABSCHLAG}} \leq 1,70$
StM_{TM}	gem. Pkt. 6.1.3.1	unverändert

plangem. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	konst.
ü _m [m]	0,10	konst.
ü _p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	3,99 ≤ v_{VKL} ≤ 4,23
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	≤ 12,52
progn. LK/m-VT [€/lfm]	697,29	≤ 800,26
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	10,91
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	697,29	697,29

Im gegenständlichen Sachverhalt verringert sich die effektive VT-Geschwindigkeit gegenüber der prognostizierten VT-Geschwindigkeit (vertraglich garantierte VT-Geschwindigkeit gem. Bauvertrag), was ebenfalls in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN führt, da das LAST-Modell hierfür keine Anpassung der anteilig abrechenbaren Vortriebszeit vorsieht (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

- nach LAST:

(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)

$$\mathbf{BZ}_V \text{ [KT]} = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) \times 34,03 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm} : (34,03 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm}) = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = \mathbf{25,33 \text{ KT}}$$

- nach ÖN B 2203-1 (im Vergleich):

(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)

$$\mathbf{BZ}_V \text{ [KT]} = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = \mathbf{25,33 \text{ KT}}$$

(bzw. entspr. auf die Änderung der Abschlagslänge - min l_{ABSCHLAG} = 1,31 m - abgestimmt neu kalkulierte VT-Geschwindigkeit)

$$\mathbf{BZ}_{S \text{ neu}} \text{ [KT]} = 100 \text{ lfm} : (3,99 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = \mathbf{26,85 \text{ KT}}$$

ad 2A/2 - effektive Abschlagslänge > prognostizierte Abschlagslänge:

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt eine Vergrößerung der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. VKL gem. Abschlagslängenbereich (OZ¹ gem. LAST-Modell in Analogie zur ÖN B 2203-1) prognostizierend festgelegt wurde. In diesem Fall bewirkt dies einen Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig kleinerer 1. Ordnungszahl (Wechsel des Abschlagslängenbereichs - OZ¹ <<).

Beim LAST kann zwar der Mengeneinfluss des Ausbruchs pro m-VT bzw. m³-VT ausgehend von den prognostizierten Rahmenbedingungen sofort bei Eintreten einer diesbzgl. Mengenänderung im Abschlagszyklus im Rahmen der regulären Vergütung monatlich erfasst und abgehandelt werden, es verbleibt jedoch die Abhandlung von eingetretenen Leistungsänderungen im Ausbruch bezogen auf die kalkulierten Soll-Lohnstunden pro m-VT bei einer Änderung der Abschlagslänge.

• **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:**

Da die Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL auf das spezif. Gebirgsverhalten abgestimmt werden müssen, jedoch die einschlägigen Leistungspositionen unabhängig von der jeweiligen VKL im LV ausgeschrieben sind, enthalten diese Leistungspositionen dem Modelltenor entsprechend in artspezifischer Unterscheidung die Kostenarten Lohn - den monetär bewerteten „Regeleinbau“-Lohnaufwand – und Material (angemessene Preisbildung gem. ÖN B 2061⁵¹²). Die leis-

⁵¹² siehe ÖN B 2061 (01.09.1999), Pkt. 9.1.2, Seite 13

tungsabhängige Vergütung erfolgt nach effektiver Aufmaßfeststellung gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.5 unabhängig zur VKL.

An dieser Stelle ist zur diesbzgl. kalkulatorischen Generierung der klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswerte der artdifferenten Stützmaßnahmen anzumerken, dass die vertraglich festzulegenden - eigentlich im Sinne zu handhabender, klassenspezifisch variabler - Aufwandswerte der Stützmaßnahmen für die dynamische Anpassung der abrechenbaren Vortriebszeit (über den monatlichen Lohnstundenvergleich) identisch zu den in der (Vor-)Kalkulation (K7-Blatt, Detailkalkulation) enthaltenen klassenunabhängigen Aufwandswerten in den betrff. Leistungspositionen der Stützmaßnahmen sind (= **klassenunabhängige „Regeleinbau“-Aufwandswerte der artdifferenten Stützmaßnahmen mit Gültigkeit in jeder VKL für den monatlichen Lohnstundenvergleich**). Die Gründe dafür liegen einerseits in der vertraglich geforderten Angemessenheit der Aufwandswerte im zusammenhängenden Einklang mit den zu bildenden Einzellohnkosten in den entsprechenden Leistungspositionen der Stützmaßnahmen lt. Kalkulation und andererseits zur Vorbeugung etwaiger Komplexitäten bei der Abrechnung sowie aufgrund der Einfachheit und der Reduktion des Arbeitsaufwandes für beide Vertragsparteien bei der Abwicklung von Zusatzangeboten.

Somit entsteht im Zuge des LAST-Modells bei der kalkulatorischen Generierung der klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswerte die gleiche Problematik wie bereits bei der Analyse und den kritischen Anmerkungen der SN SIA 198 beschrieben (vgl. Pkt 5.2.3.5.2/siehe Abbildung 5-42).

In den folgenden Szenarien I und II wird wieder im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 vorausgesetzt, dass die Bewertungfläche (A_B), das Übermaß (\ddot{u}_m) und das Überprofil (\ddot{u}_p) konstant sind und lediglich eine **artreine bzw. eine artdifferente Mengenänderung in den Stützmaßnahmen** eintritt. Die Auswirkungen auf die vertraglich abrechenbare Vortriebszeit werden in Abhängigkeit vom Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/X-K beschrieben.

- **Szenario I** (vgl. Szenario 3 bei ÖN B 2203-1):
 - **A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. keine Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
 - **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen \neq prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. Mengenänderung der Stützmaßnahmen

→ **artreine Mengenänderung - tatsächliche Menge der Stützmaßnahmen < bzw. > prognostizierte Menge der Stützmaßnahmen:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt bzw. erzwingt vor Ort den Einbau einer reduzierten bzw. erhöhten Menge an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, als für die entspr. VKL prognostiziert wurde. In diesem Szenario weichen die effektiv eingebauten Stützmaßnahmen von den unter Pkt. 6.1.3.1 prognostizierten Stützmaßnahmen mengenmäßig (pro m-VT) ab, es bleibt jedoch der Einheitspreis des Ausbruchs, der jeweiligen Stützmaßnahme und die garantierte VT-Leistung der VKL unverändert (wie bei der ursprüngl. Intention der ÖN B 2203-1 innerhalb des Geltungsbereiches). Die Mengenänderung der Stützmaßnahmen wird durch Vordersatzanpassung der entspr. Leistungsposition im LV berücksichtigt (siehe Pkt. 6.1.3.4.2), die diesbzgl. leistungsabhängige Vergütung erfolgt in Unterscheidung:

- keine Umlage eines Differenz-Aufwandswertes in den Ausbruch im Zuge der kalkulatorischen Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**)
- Umlage eines Differenz-Aufwandswertes in den Ausbruch aufgrund der kalkulatorischen Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**)
- Bildung eines gemittelten klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**)

Da sich eine Mengenänderung der Stützmaßnahmen auf die VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung kritisch auswirkt, wird diese Änderung der Menge an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen durch Berücksichtigung der Änderung ihrer anteiligen Lohnstunden pro m-VT bei der Ermittlung der anteilig abrechenbaren Vortriebszeit für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs gem. der dargestellten mathematischen Beziehung unter Pkt. 6.1.2.1 erfasst (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/X-K	5/X-K
l _{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM _{TM}	gem. Pkt. 6.1.3.1	artrein verändert
plangem. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	konst.
ü _m [m]	0,10	konst.
ü _p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	abrechenbare VT-Zeit monatlich anpassbar

- o **Szenario II** (vgl. Szenario 5 bei ÖN B 2203-1):
 - **Leistungsänderung in den Stützmittel und Zusatzmaßnahmen**, d.h. Art und Menge der Stützmaßnahmen vor Ort **≠** Art und Menge der Stützmaßnahmen gem. Bauvertrag

→ **artdifferente Mengenänderung - tatsächliche Art (und Menge) der Stützmaßnahmen < bzw. > prognostizierte Art (und Menge) der Stützmaßnahmen:**

Das vorhandenen Gebirgsverhalten erzwingt eine Änderung der Art und u.a. auch eine ev. begleitende Änderung der Menge der Stützmaßnahmen gegenüber jenen, die für die entspr. VKL prognostizierend zur VT-Klassifikation zugrunde gelegt wurden. Zuzufolge selbiger, wie bereits bei der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 durchgeführten Artänderung in den Stützmaßnahmen (vermörtelte Spieße anstatt der ursprünglich prognostizierten unvermörtelten Spieße) ist bei dieser Simulation über die diesbzgl. Auswirkungen infolge der Anwendung des LAST-Modells mehr Aufschluss zu erlangen.

Die Berechnung der kalkulierten Lohnstunden pro m-VT für die Prognosemenge des Bedarfs an Stützmaßnahmen (siehe Pkt. 6.1.3.4.2/Tabelle 6-6) stellt wiederum die Bezugsquelle dar. Der neuerliche Vergleich der kalkulierten Soll-Lohnstunden pro tatsächlichem m-VT mit den Sollte-Lohnstunden pro m-VT auf Basis der Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen liefert die Grundlage für die Anpassung der im Vertrag ursprünglich auf die Prognosemenge der Stützmaßnahmen garantierten VT-Geschwindigkeiten bzw. -Leistungen.

Pos.-Nr.:	Name:	Menge	Men- gen-EH:	Mah/VE:		Mah/m- VT:	Σ Mah/m- VT:	[%]:	VVKL 5/X-K [lfm/AT]:
Ausbruch:									
	Ausbruch 5/X-K	63,94	m³/lfm	0,2020	69,05/ 63,94	13,95			
Σ Lohnstunden / m-VT des Ausbruchs:							13,95	---	
Stützmaßnahmen (uneingeschränkt veränderlich!):									
	Swellex-Anker, l=2,00m	---	Stk./lfm						
	SN-Mörtelanker, l=4,00m	4,12	Stk./lfm	0,2583		1,06			
	SN-Mörtelanker, l=6,00m	3,53	Stk./lfm	0,3500		1,24			
	Ortsbrustanker (Anzahl) im Abschlag	---	Stk./lfm						
	Vers. Ankerplatte für Ortsbrustanker ohne Vorsp.	---	Stk./lfm						
	Baustahlgitter, 1. Lage	19,26	m²/lfm	0,0920	1,06	1,88			
	Baustahlgitter, 2. Lage	19,26	m²/lfm	0,0575	1,06	1,17			
	Zusatz- u. Ortsbrustbeweh- rung	---	m²/lfm		1,17				
	Ausbaubogen	11,33	m/lfm	0,1100	1,06	1,32			
	Spritzbeton, Kalotte d=0,25m	4,81	m³/lfm	0,8889	1,06	4,54			
	Spritzbeton, Ortsbrust d=0,05m	1,74	m³/lfm	0,8889	1,17	1,81			
	Spieße unvermörtelt, l=6,00m	---	Stk./lfm	0,2500		---			
	Spieße vermörtelt, l=6,00m	28,24	Stk./lfm	0,3900		11,01			
Σ Lohnstunden der Stützmaßnahmen / m-VT:							24,03	---	
Σ Lohnstunden / m-VT auf Basis der tatsächlichen Menge:							37,98	+ 11,61	(3,79)
Σ Lohnstunden / m-VT auf Basis der Prognosemenge (= Soll):							34,03	100,00	4,23

Tabelle 6-8: (Sollte-)Lohnstunden / m-VT der VKL 5/X-K auf Basis einer Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen

Die Anpassung der abrechenbaren anteiligen Vortriebszeit hinsichtlich einer leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs lässt sich im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 wie folgt darstellen:

- nach LAST:

(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)

$$\mathbf{BZ}_V [\text{KT}] = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) \times 37,98 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm} : (34,03 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm}) = \mathbf{28,27 \text{ KT}}$$

- nach ÖN B 2203-1 (im Vergleich):

(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)

$$\mathbf{BZ}_V [\text{KT}] = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = \mathbf{25,33 \text{ KT}}$$

(bzw. entspr. auf die Änderung der Art und Menge der Stützmaßnahmen abgestimmte, neu kalkulierte VT-Geschwindigkeit)

$$\mathbf{BZ}_{S \text{ neu}} [\text{KT}] = 100 \text{ lfm} : (3,79 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = \mathbf{28,27 \text{ KT}}$$

Durch das LAST-Modell werden daher Art- und Mengenänderungen in den Stützmaßnahmen in bauzeitlicher Hinsicht leistungsgerecht monatlich erfasst und fair vergütet, daraus kann weiters geschlossen werden, dass auch all jene Leistungsänderungen innerhalb des Vortriebsbereiches in Bezug auf eine VKL aus diversen Zusatzaufträgen erfasst und fair vergütet werden können (= faire, leistungsgerechte Vergütung). Es ist lediglich anzumerken, dass geändert anfallende unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingte Stillstandszeiten, etc. zufolge Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL bei der Vergütung der zugehörigen LP des Ausbruchs nicht leistungsgerecht abgegolten werden, da im fixierten Einheitspreis des Ausbruchs der zugehörigen VKL die aus den progn. Stützmaßnahmen zugrunde liegenden unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingte Stillstandszeiten, etc. enthalten sind.

Dieser Lohnstundenvergleich ist auf Basis jeder Abschlagsrechnung (Teilrechnung) schlussrechnungsmäßig durchführbar und wird auch von ev. Zusatzaufträgen nicht beeinflusst. Damit ist mit jeder Abschlagsrechnung auch zugleich die monatliche vertragliche Berechnung der Sollte-Vortriebszeit ermöglicht. Die unter Pkt 5.1.3.5.2 angeführten diesbzgl. Nachteile der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 bei (bloßer) Mengenänderung der Stützmaßnahmen werden dadurch vollständig vermieden.

- **Mehrausbruch:**
 - **Mehrausbruch für das Vorhalten des Übermaßes (\ddot{u}_m):**
siehe einleitend dem Sinn nach Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch;

Nach Berechnung der maßgebenden Daten für die VKL 5/X-K unter Beibehaltung aller Kalkulationsgrundlagen und -annahmen lässt sich für die zu untersuchende Gebrauchsnotwendigkeit des in der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 festgehaltenen Regulativs bei der Anwendung des LAST-Modells folgende Situation darstellen:

Abschlags- gänge	%- planm. Ausbruch- profil	planm. Ausbruch- zeit	Vortriebs- geschw.-zeit	Vortriebs- geschw.-zeit IL ÖN	Vortriebs- leistung / Arbeitsstag	VL _{planm.} anomal / AT	Lohnstunden / m-VT	Lohnstunden / m-VT	Δ Mah / m-Ausbruch	Δ Mah / Stützmaß	Δ h _{plan} / m ² -Ausbruch	Δ h _{plan} / Stützmaß	Lohnkosten m-VT (Ausbruch)	Δ	Δ-% auf Regel-VT	Lohnkosten m ² -VT (Ausbruch)	Δ	Lk _{planm.} anomal / m ²			
																			[m]	[m]	[m]
Variation des Übermaßes (\ddot{u}_m) bei prognostizierter Stützmittel- und Zusatzauftragsverteilung:																					
VKL 5 / XK	$\ddot{u}_m =$	0,100 m	1,70	0,00%	63,94	4,23	4,23	292,20	270,58	34,0277	0,4928	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	697,29	0,00	0,00%	10,10	0,00	10,91
	$\ddot{u}_m = +$	0,195 m	1,70	3,01%	65,86	4,18	4,10	296,65	275,00	34,4880	0,4854	14,2232	20,2648	0,2002	0,2852	711,16	13,87	1,99%	10,01	-0,09	10,80
	$\ddot{u}_m = +$	0,250 m	1,70	4,76%	66,98	4,14	4,03	298,66	277,04	34,6148	0,4822	14,4447	20,3701	0,2000	0,2821	722,23	24,94	3,58%	10,00	-0,10	10,78
	$\ddot{u}_m = +$	0,500 m	1,70	12,93%	72,21	3,97	3,68	308,49	286,94	36,2374	0,4668	15,3827	20,8547	0,1982	0,2686	763,13	71,84	10,30%	9,91	-0,19	10,65
	$\ddot{u}_m = +$	0,750 m	1,70	21,41%	77,63	3,82	3,33	318,17	296,69	37,6782	0,4526	16,2338	21,3444	0,1962	0,2564	816,69	119,40	17,12%	9,81	-0,29	10,52
	$\ddot{u}_m = +$	1,000 m	1,70	30,20%	83,25	3,68	3,05	327,70	306,31	39,1372	0,4394	17,2080	21,8392	0,1942	0,2452	864,90	167,51	24,04%	9,71	-0,39	10,39
	$\ddot{u}_m = +$	1,355 m	1,70	43,21%	91,57	3,49	2,40	340,63	319,37	41,2854	0,4228	18,7358	22,5507	0,1918	0,2309	936,70	239,50	34,25%	9,59	-0,51	10,23
	$\ddot{u}_m = -$	0,003 m	1,70	-3,01%	62,01	4,30	4,36	288,26	266,62	33,4322	0,4995	13,5963	19,8969	0,2028	0,2968	679,81	-17,48	-2,51%	10,14	0,04	10,96
	$\ddot{u}_m = -$	0,000 m	1,70	-3,11%	61,95	4,30	4,36	288,06	266,43	33,4825	0,4989	13,5918	19,8907	0,2029	0,2970	679,59	-17,70	-2,54%	10,15	0,05	10,87
VKL 5 / XK	$\ddot{u}_m =$	0,100 m	1,31	0,00%	63,94	3,99	4,23	275,52	255,14	36,0671	0,5226	16,0063	20,0819	0,2318	0,2908	800,26	102,97	14,77%	11,59	1,49	12,52
	$\ddot{u}_m = +$	0,195 m	1,31	3,01%	65,86	3,94	4,10	279,72	259,31	36,5755	0,5148	16,3107	20,2648	0,2296	0,2852	815,53	118,24	16,96%	11,48	1,38	12,38
	$\ddot{u}_m = +$	0,250 m	1,31	4,76%	66,98	3,90	4,03	281,55	261,17	36,9303	0,5115	16,5602	20,3701	0,2293	0,2821	828,01	130,72	18,75%	11,47	1,37	12,38
	$\ddot{u}_m = +$	0,500 m	1,31	12,93%	72,21	3,74	3,68	290,92	270,32	38,4650	0,4965	17,6103	20,8547	0,2268	0,2686	880,51	183,22	26,28%	11,34	1,24	12,19
	$\ddot{u}_m = +$	0,750 m	1,31	21,41%	77,63	3,60	3,33	299,57	279,34	40,0178	0,4807	18,6736	21,3444	0,2243	0,2564	933,67	236,38	33,90%	11,22	1,12	12,00
	$\ddot{u}_m = +$	1,000 m	1,31	30,20%	83,25	3,46	3,05	308,39	288,25	41,5889	0,4689	19,7487	21,8392	0,2217	0,2452	987,49	290,20	41,62%	11,09	0,99	11,88
	$\ddot{u}_m = +$	1,355 m	1,31	43,21%	91,57	3,28	2,40	320,30	300,31	43,9063	0,4496	21,3556	22,5507	0,2187	0,2309	1.067,78	370,49	53,19%	10,93	0,83	11,68
	$\ddot{u}_m = -$	0,003 m	1,31	-3,01%	62,01	4,06	4,36	271,88	251,47	35,5106	0,5296	15,6137	19,8969	0,2329	0,2968	780,68	83,39	11,96%	11,64	1,55	12,59
	$\ddot{u}_m = -$	0,000 m	1,31	-3,11%	61,95	4,06	4,36	271,69	251,29	35,5000	0,5300	15,6092	19,8907	0,2330	0,2970	780,46	83,17	11,93%	11,65	1,55	12,50

Tabelle 6-9: Übersicht maßgebender Daten bei Variation des Übermaßes auf Basis des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/X-K

Anm.: Spalte Δ-% auf Regel-VT entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - Abweichungsbandbreite ± 6%)

Jegliche Erhöhung des prognostizierten Übermaßes wirkt sich in der Leistungserbringung, wie in Tabelle 6-9 veranschaulicht, für den AN in Bezug auf den prognostizierten Regelvortrieb der VKL 5/X-K nachteilig aus. In der Vergütung der klassenspezifischen LP des Ausbruchs führt dies jedoch unter Beachtung des in Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch gemachten, vereinfachten Ansatzes

weitgehend zu einem Vorteil des AN und zu einem Nachteil des AG, wie das nachstehende Bsp. zeigt:

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb (+ 3,00% $A_{\text{AUSBRUCH prog.}}$):
Klassifikation (VKL)	5/X-K	5/X-K
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM _{TM}	gem. Pkt. 6.1.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	≥ 65,86
\ddot{u}_m [m]	0,10	≥ 0,195
\ddot{u}_p [m]	0,25	konst.
VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	≤ 4,10 (bzw. 4,18)
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	≤ 10,80
progn. LK/m-VT [€/lfm]	697,29	≥ 711,16
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	10,91
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	697,29	≥ 718,53

(vgl. zu ÖN B 2203-1 - diese Auswirkungen stellen sich beim modifizierten Regelvortrieb $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ m bei der Erhöhung des Übermaßes nicht ein)

Die Auswirkung im Ausbruch und in den Stützmaßnahmen zufolge der \ddot{u}_m -Erhöhung (für z.B. $\ddot{u}_m = 0,195$ m > $\ddot{u}_{m \text{ prog.}} = 0,10$ m) bei den Sollte-Lohnstunden pro m-VT hinsichtlich der anteilig abrechenbaren Vortriebszeit der VKL 5/X-K für eine leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zeigt sich - im Vergleich zur ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 - wie folgt:

Pos.-Nr.:	Name:	Menge	Men- gen-EH:	Mah/VE:		Mah/m- VT:	Σ Mah/m- VT:	[%]:	VVKL 5/X-K [lfm/AT]:
Ausbruch:									
	Ausbruch 5/X-K	65,86	m ³ /lfm	0,2020	69,05/ 63,94	14,37			
Σ Lohnstunden / m-VT des Ausbruchs:							14,37	---	
Stützmaßnahmen:									
	Swellex-Anker, l=2,00m	---	Stk./lfm						
	SN-Mörtelanker, l=4,00m	4,12	Stk./lfm	0,2583		1,06			
	SN-Mörtelanker, l=6,00m	3,53	Stk./lfm	0,3500		1,24			
	Ortsbrustanker (Anzahl) im Abschlag	---	Stk./lfm						
	Vers. Ankerplatte für Ortsbrustanker ohne Vorsp.	---	Stk./lfm						
	Baustahlgitter, 1. Lage	19,56	m ² /lfm	0,0920	1,06	1,91			
	Baustahlgitter, 2. Lage	19,56	m ² /lfm	0,0575	1,06	1,19			
	Zusatz- u. Ortsbrustbeweh- rung	---	m ² /lfm		1,17				
	Ausbaubogen	11,50	m/lfm	0,1100	1,06	1,34			
	Spritzbeton, Kalotte d=0,25m	4,89	m ³ /lfm	0,8889	1,06	4,61			
	Spritzbeton, Ortsbrust	1,79	m ³ /lfm	0,8889	1,17	1,86			

d=0,05m								
Spieße unvermörtelt, l=6,00m	28,24	Stk./lfm	0,2500			7,06		
Spieße vermörtelt, l=6,00m	---	Stk./lfm	0,3900					
Σ Lohnstunden der Stützmaßnahmen / m-VT:						20,27	---	
Σ Lohnstunden / m-VT auf Basis der tatsächlichen Menge:						34,64	+ 1,79	(4,15)
Σ Lohnstunden / m-VT auf Basis der Prognosemenge (= Soll):						34,03	100,00	4,23

Tabelle 6-10: (Sollte-)Lohnstunden/m-VT der VKL 5/X-K auf Basis der \ddot{u}_m -Erhöhung ($\ddot{u}_m = 0,195 \text{ m}$)

nach LAST:

(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)

$$BZ_V [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) * 34,64 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm} : (34,03 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm}) = 25,78 \text{ KT}$$

nach ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 (im Vergleich):

(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)

$$BZ_V [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,10 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = 26,13 \text{ KT}$$

(bzw. entspr. auf die Änderung des Übermaßes abgestimmte, neu kalkulierte VT-Geschwindigkeit)

$$BZ_{S \text{ neu}} [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,18 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = 25,63 \text{ KT}$$

Bei Gegenüberstellung der anteilig abrechenbaren Vortriebszeiten nach LAST und ÖN B 2203-1 ist ersichtlich, dass das LAST-Modell für Mehrmassen des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen aus dem tatsächlichen gegenüber dem prognostizierten Übermaß einen eingeschränkteren Stützmaßnahmen-Puffer (es erfolgt gem. Modellgehalt keine Anpassung der vertragl. festgelegten Aufwandswerte zufolge \ddot{u}_m -Erhöhung) im Zuge einer leistungsgerechten Vergütung für die zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs erwirkt; jedoch stellt sich hier i.A. ebenfalls ein Vorteil für den AN in den zur Vergütung gelangenden zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs ($BZ_V = 25,78 \text{ KT}$) gegenüber der effektiven Situation ($BZ_{S \text{ neu}} = 25,63 \text{ KT}$) unter Beachtung des in Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch gemachten, vereinfachten Ansatzes ein (die Aussage gilt nicht für den modifizieren Regelvortrieb bei $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31 \text{ m}$).

Bei Abminderung des Übermaßes in der Leistungserbringung sinken die Lohnstunden pro m-VT bzw. die Einzellohnkosten pro m-VT gegenüber den prognostizierten Vorgaben des Regelvortriebs. Dies wirkt sich aber in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition unter Beachtung des in Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch gemachten, vereinfachten Ansatzes zum Nachteil des AN und zum Vorteil des AG aus, wie das nachstehende Bsp. zeigt:

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb (- 3,00% $A_{\text{AUSBRUCH prog.}}$):
Klassifikation (VKL)	5/X-K	5/X-K
$l_{\text{ABSCHLAG}} [m]$	1,70	unverändert
StM_{TM}	gem. Pkt. 6.1.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchprofil [m^2]	63,94	$\leq 62,01$
$\ddot{u}_m [m]$	0,10	$\leq 0,003$
$\ddot{u}_p [m]$	0,25	konst.

VT-Geschwindigkeit [m/AT]	4,23	≥ 4,36 (bzw. 4,30)
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	≥ 10,96
progn. LK/m-VT [€/lfm]	697,29	≤ 679,81
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	10,91	10,91
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	697,29	≤ 676,53

(vgl. zu ÖN B 2203-1 - diese Auswirkungen stellen sich ebenfalls beim modifizierten Regelvortrieb $I_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ m bei der Abminderung des Übermaßes ein)

Die Auswirkung im Ausbruch und in den Stützmaßnahmen zufolge der \ddot{u}_m -Abminderung (für z.B. $\ddot{u}_m = 0,003$ m < $\ddot{u}_{m \text{ prog.}} = 0,10$ m) bei den Sollte-Lohnstunden pro m-VT hinsichtlich der anteilig abrechenbaren Vortriebszeit der VKL 5/X-K für eine leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zeigt sich - im Vergleich zur ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 - wie folgt:

Pos.-Nr.:	Name:	Menge	Men-gen-EH:	Mah/VE:	Mah/m-VT:	Σ Mah/m-VT:	[%]:	VVKL 5/X-K [lfm/AT]:
Ausbruch:								
	Ausbruch 5/X-K	62,01	m ³ /lfm	0,2020	69,05/ 63,94	13,53		
Σ Lohnstunden / m-VT des Ausbruchs:						13,53	---	
Stützmaßnahmen:								
	Swellex-Anker, l=2,00m	---	Stk./lfm					
	SN-Mörtelanker, l=4,00m	4,12	Stk./lfm	0,2583		1,06		
	SN-Mörtelanker, l=6,00m	3,53	Stk./lfm	0,3500		1,24		
	Ortsbrustanker (Anzahl) im Abschlag	---	Stk./lfm					
	Vers. Ankerplatte für Ortsbrustanker ohne Vorsp.	---	Stk./lfm					
	Baustahlgitter, 1. Lage	18,95	m ² /lfm	0,0920	1,06	1,85		
	Baustahlgitter, 2. Lage	18,95	m ² /lfm	0,0575	1,06	1,16		
	Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	---	m ² /lfm		1,17			
	Ausbaubogen	11,15	m/lfm	0,1100	1,06	1,30		
	Spritzbeton, Kalotte d=0,25m	4,74	m ³ /lfm	0,8889	1,06	4,47		
	Spritzbeton, Ortsbrust d=0,05m	1,68	m ³ /lfm	0,8889	1,17	1,75		
	Spieße unvermörtelt, l=6,00m	28,24	Stk./lfm	0,2500		7,06		
	Spieße vermörtelt, l=6,00m	---	Stk./lfm	0,3900				
Σ Lohnstunden der Stützmaßnahmen / m-VT:						19,89	---	
Σ Lohnstunden / m-VT auf Basis der tatsächlichen Menge:						33,42	-1,79	(4,31)
Σ Lohnstunden / m-VT auf Basis der Prognosemenge (= Soll):						34,03	100,00	4,23

Tabelle 6-11: (Sollte-)Lohnstunden/m-VT der VKL 5/X-K auf Basis der \ddot{u}_m -Abminderung ($\ddot{u}_m = 0,003$ m)

- nach LAST:
(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)
 $BZ_V [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,23 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) \times 33,42 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm}$
 $: (34,03 \text{ Mah/m-VT} * 100 \text{ lfm}) = \mathbf{24,88 \text{ KT}}$
- nach ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 (im Vergleich):
(bei fiktiver Annahme der aufgefahrenen Strecke in der VKL 5/X-K von 100 lfm)
 $BZ_V [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,36 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = \mathbf{24,57 \text{ KT}}$
(bzw. entspr. auf die Änderung des Übermaßes abgestimmte, neu kalkulierte VT-Geschwindigkeit)
 $BZ_{S_{\text{neu}}} [KT] = 100 \text{ lfm} : (4,30 \text{ lfm/AT} * 28\text{AT}/30\text{KT}) = \mathbf{24,92 \text{ KT}}$

Bei Gegenüberstellung der anteilig abrechenbaren Vortriebszeiten nach LAST und ÖN B 2203-1 ist ersichtlich, dass das LAST-Modell für Mindermassen des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen aus dem tatsächlichen gegenüber dem prognostizierten Übermaß ebenfalls einen eingeschränkteren Stützmaßnahmen-Puffer (es erfolgt gem. Modelltenor keine Anpassung der vertragl. festgelegten Aufwandswerte zufolge \ddot{u}_m -Abminderung) im Zuge einer leistungsgerechten Vergütung für die zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs erwirkt; jedoch stellt sich hier i.A. ebenfalls ein Nachteil für den AN in den zur Vergütung gelangenden zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs ($BZ_V = 24,88 \text{ KT}$) gegenüber der effektiven Situation ($BZ_{S_{\text{neu}}} = 24,92 \text{ KT}$) unter Beachtung des in Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch gemachten, vereinfachten Ansatzes ein (die Aussage gilt nicht für den modifizieren Regelvortrieb bei min. $I_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31 \text{ m}$).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei der Anwendung des LAST-Modells keine verbindliche Gebrauchsnotwendigkeit des in der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.1 festgehaltenen Regulativs besteht, da eine durch einen „eingeschränkten Stützmaßnahmen-Puffer“⁵¹³ - keine Anpassung der vertragl. festgelegten Aufwandswerte zufolge Änderung des Übermaßes - leistungsgerechte Anpassung der abrechenbaren Vortriebszeit zufolge Mehr- oder Mindermassen des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen aus dem tatsächlichen gegenüber dem prognostizierten Übermaß erfasst und vergütet wird.

o **Mehrausbruch hinsichtlich einer Abhängigkeit zur Grenzfläche A:**

siehe Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch;

• **Bergwassererschwernis:**

siehe Pkt. 5.1.3.5.2/Bergwassererschwernis;

• **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.):**

Die zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs werden bei der Anwendung des LAST-Modells nach dem selben Prinzip anhand der LV-Position II (Vorhalteposition) lt. Bauzeitmodell gem. ÖN B 2203-1 (siehe Abbildung 5-5), durch die vertraglich ermöglichte Dynamik anhand der Steuerung des Vordersatzes unter Einfluss der tatsächlichen VKL-Verteilung mit dem im Vergütungsmodell LAST integrierten Algorithmus anpassbar vergütet.

Beim Zusammentreffen von **unterschiedlichen VKL getrennt beinhaltender, konventioneller Lösemethoden** Bagger- und Sprengabbau im zyklischen Vortrieb zeigt diese Kombination auch bei der **Anwendung des LAST-Modells** wiederum die **gleichen Auswirkungen auf die (Vor-)**

⁵¹³ in Richtigstellung zu Purrer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

Kalkulation und Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs aufgrund des veränderlichen Baugrunds (siehe Pkt. 5.1.3.5.2).

B.) Fortsetzung der Vergütungssituation bei der Anwendung des LAST-Modells
(Vergleichsbasis der Vergütungssituation zur ÖN B 2203-1 inkl. klassischem VMod mittels Stützmittelzahl (OZ^{II}) bei neuklassifizierter Stützmittelzahl außerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix)

Bei der Anwendung des LAST wird aufgrund der speziellen Charakteristik dieser VT-Klassifikation inkl. formuliertem Vergütungsmodell - zwar fußend auf der ÖN B 2203-1, jedoch ohne Gebrauch der Stützmittelzahl - im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 **die Anzahl der für die Vertragsabwicklung erforderlichen VKL auf jeweils eine VKL im benötigten Abschlagslängenbereich, die sodann das spezif. Gebirgsverhalten in der zugrunde liegenden techn. Lösemethode abzudecken versucht, reduziert.**

Die Wahrscheinlichkeit des Antreffens von vertraglich nicht vereinbarten VKL wird dadurch bedeutend minimiert (Entfall einer Anwendung des Extrapolationsregulativs der ÖN B 2203-1).

C.) Fazit der Vergütungssituation

- **Lohnkosten der Bst. während des Vortriebs:**

In der Abbildung 6-9 und in der Abbildung 6-10 ist für die Änderung der Abschlagslänge und die Mengenänderung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen die systemintegrierte Dynamik der Verlaufsanpassung in der Erlössituation der Lohnstunden pro m-VT infolge einer der leistungsabhängigen Vergütung bei der Anwendung des LAST-Modells (unabhängig des Anwendungstyps) im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 dargestellt:

- ad Änderung der Abschlagslänge:
Bei der Anwendung des LAST-Modells entsteht einerseits aufgrund der **Änderung der Abschlagslänge über den festgelegten Abschlagslängenbereich der VKL hinaus** ebenfalls ein **sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] infolge einer leistungsabhängigen Vergütung der VKL samt behafteter Stützmaßnahmen** (mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen), jedoch wird dieser um den entstehenden Lohnstunden-Differenzbetrag in der VKL bzw. im Ausbruch zufolge der theoretisch möglichen Reduktion der Abschlagslänge im zulässigen Abschlagslängenbereich konstant gehalten⁵¹⁴.

⁵¹⁴ in Richtigstellung zu Purrer (1999) in Felsbau Nr. 3, Seite 185

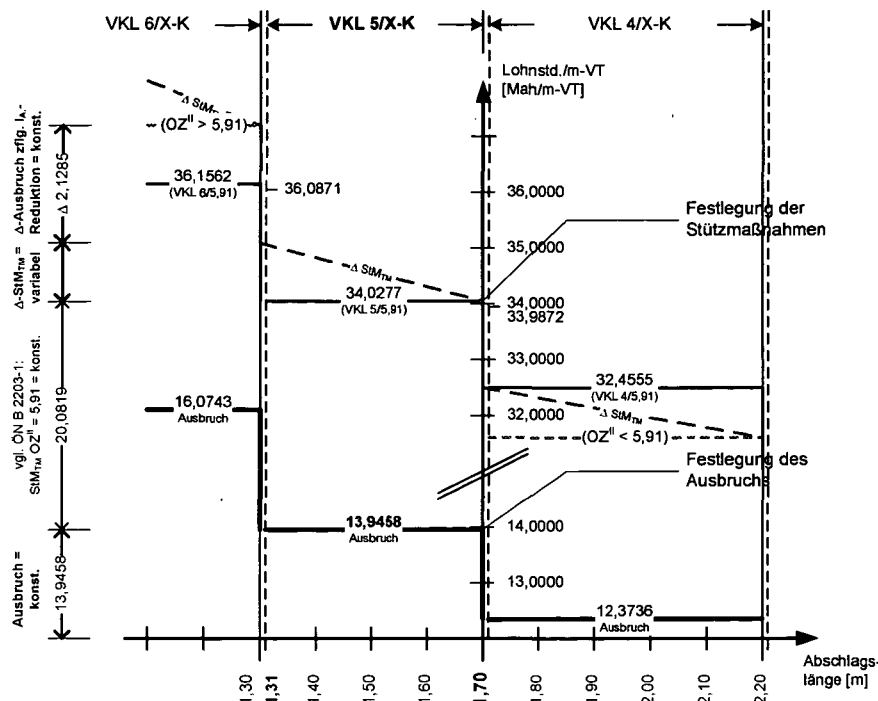


Abbildung 6-9: Vergleich LAST-Modell vs. klassisches VMod gem.ÖN B 2203-1 - **sprunghafter Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **außerhalb** des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2203-1 bei Anwendung des LAST-Modells (Darstellungsbezug: „fiktive“ $OZ'' = \text{konst.}$)

Andererseits ist ein **linear stetiger Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] infolge einer leistungsabhängigen Vergütung der **Stützmaßnahmen** unter Berücksichtigung von **Art- und Mengenänderungen** innerhalb des **Abschlagslängenbereichs** durch das Modell bis zum konstanten Vergütungssprung infolge eines Wechsels des Abschlagslängenbereiches **vorgegeben** (vgl. unstetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] infolge

der leistungsabhängigen Vergütung der VKL innerhalb des Abschlagslängenbereichs bei der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1).

o ad Mengenänderung der Stützmaßnahmen:

Bei der Anwendung des LAST-Modells ändert sich durch eine ev. eintretende **Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen** auf Basis einer theoretisch möglichen, uneingeschränkt veränderlichen Bandbreite innerhalb des festgelegten Abschlagslängenbereichs **der Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] durch die systemimmanente Vorgabe** (mengenabhängige Anpassung der Sollte-Lohnstunden pro m-VT unter Berücksichtigung der vertraglich festgelegten Regeleinbau-Aufwandswerte⁵¹⁵ der artdifferenten Stützmaßnahmen) infolge einer leistungsabhängigen Vergütung derselben **linear stetig**, d.h. es entsteht **kein sprunghafter Verlauf** wie im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 zufolge VKL-Abgrenzung.

⁵¹⁵ Anm. des Verfassers: zumeist gemittelte Aufwandswerte im Zuge der Problematik der kalkulatorischen Generierung der klassenunabhängigen Regeleinbau-Aufwandswerte;

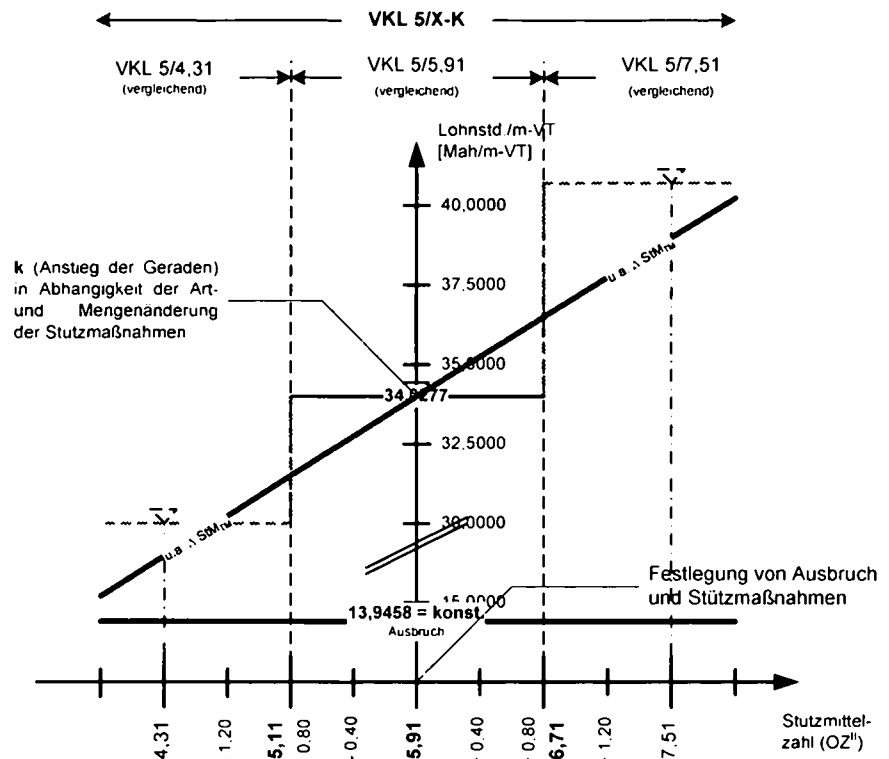


Abbildung 6-10: Vergleich LAST-Modell vs. klassisches VM-Modell gem. ÖN B 2203-1 - **linear stetiger Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden $[Mah/m-VT]$ **innerhalb** des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2003-1 bei Anwendung des LAST-Modells (Darstellungsbezug: $OZ' = konst.$)

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.) während des Vortriebs:**
 - **ad Änderung der Abschlagslänge:**
Eine zulässige Änderung der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich ändert auch bei der Anwendung des LAST-Modells den Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs nicht (trotz Beeinflussung der vertraglich garantierten Soll-Lohnstundenvorgabe $[Mah/m-VT]$ bzw. VT -Geschwindigkeit $[m/AT]$); erst bei **Wechsel des Abschlagslängenbereiches** (VKL-Wechsel) kommt es im Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu einem **systemimmanenten Vergütungssprung**, wie in den Gleichungen unter Pkt. 6.1.2.1 vorgegeben.
 - **ad Art und Mengenänderung der Stützmaßnahmen:**
Durch die **alleinige Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen im klassifizierten Abschlagslängenbereich** kommt es im Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs auf Basis der zuvor mehrfach dargestellten Gleichung **zu keinem Vergütungssprung**. (Die anteilige Anpassung des Vordersatzes der diesbzgl. Vorhalteposition erfolgt über die zeitabhängigen Anteile des zusätzlichen oder reduzierten Einbaus der Stützmaßnahmen von der zugrunde liegenden, abschlagslängenbereich-bezogenen VKL unter Anwendung der Gleichungen unter Pkt. 6.1.2.1; der Verlauf der Erlössituation bleibt bei der Anwendung des LAST-Modells bezogen auf die jeweilige VKL unter **Ausschluss eines VKL-Wechsels linear.**)

→ **generelle Auswirkung(en):**

Aus dem Vergleich der leistungsabhängigen Vergütungssituationen ist erkennbar, dass bei Anwendung des Modelläquivalents LAST fairer und leistungsgerechter vergütet wird und weniger Anreiz geboten ist, die Festlegung der auf das spezif. Gebirgsverhalten abzustimmenden Abschlagslänge und des Bedarfs an Stützmaßnahmen an den wirtschaftlichen Interessen zu orientieren. Dieser Umstand ist für die Intention der Vorgehensweise nach dem tatsächlichen spezif. Gebirgsverhalten und einer zu treffenden Ausbaufestlegung im Einvernehmen beider Vertragsparteien sehr förderlich.

Dies hat u.a. auch zur Konsequenz, dass ev. eintretende VKL-bestimmende, aus der Prognose vorhersehbare Leistungsänderungen im Ausbruch und in den Stützmaßnahmen nicht mehr gemeinsam betrachtet werden müssen und daher zumindest **auf Basis der Art- und Mengenänderungen in den Stützmaßnahmen die leistungsabhängige Vergütung des AN monatlich schlussrechnungsmäßig gewährleistet** wird. Die vertragliche Vortriebszeit kann dadurch im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 mit jeder Abschlagsrechnung eindeutiger berechnet werden. Unabhängig davon bleibt dem AN das Recht gewahrt, ev. Mehrkostenansprüche zufolge Matrix-bestimmender Leistungsänderung v.a. im Ausbruch inkl. der auch davon abhängigen zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs geltend zu machen.

6.1.4 Zusammenfassung

6.1.4.1 Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)

siehe Pkt. 5.1.4.1

6.1.4.2 Vortriebsklassifikation

Der LAST ist als äquivalentes Modell zur Vortriebsklassifizierung und speziell zur Regelung der leistungsabhängigen Vergütung im Sinne der ÖN B 2203-1 anzusehen, da es ebenso der konsequenten Anwendung einer an die Gebirgsverhältnisse flexibel anpassbaren Tunnelbaumethode entgegen kommt und mitunter der Zwang der eng begrenzten Stützmaßnahmenabgrenzung durch den Modellcharakter hinsichtlich der ansonsten entstehenden, nicht kalkulierbaren wirtschaftlichen Risiken seitens des Bieters bzw. des künftigen AN entfällt.

Zur Gewährleistung einer leistungsabhängigen Vergütung ist im Zusammenhang mit der Anwendung des LAST-Modells die Kalkulationsempfehlung - verbunden mit einer klaren Risikoordnung bei Abweichung gegenüber dieser Empfehlung - in den einschlägigen Bestimmungen vertraglich zu vereinbaren, dass in den einzelnen LV-Positionen der klassenunabhängigen Stützmaßnahmen angemessene Einzellohnkosten (anhand einer kalkulatorischen Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes) einzukalkulieren sind. Die Baupreisbildung der klassenspezifischen LV-Positionen des Ausbruchs hat neben den reinen Ausbruchstätigkeiten auch die erforderlichen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingten Stillstandszeiten, etc. für die progn. Stützmaßnahmen zu berücksichtigen.

→ **zusammengefasstes Ablaufschema der Vortriebsklassifikation in Anlehnung an die ÖN B 2203-1 unter äquivalenter Anwendung des Vergütungsmodells LAST:**

- **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**

- Vorteil(e):
 - **geringe Anzahl an VKL** (geringer Arbeitsaufwand beider Vertragsparteien im Zuge der Vertragsabwicklung)
 - **mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** (diesbzgl. vertragliche Empfehlung Voraussetzung)

- Problem(e):
 - **kalkulatorische Generierung klassenunabhängiger „Regeleinbau“-Aufandswerte für die Stützmaßnahmen**

- **Ausbaufestlegung(en)** - ohne wirtschaftliches Interesse
- **keine eigenständige Neuklassifikation** jedes einzelnen Abschlags für die **Vergütung** auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens (Anm.: vertragliche Vorgabe von Regeleinbau-Aufandswerten der Stützmaßnahmen als Alternative zur Anwendung der Bewertungsfaktoren, somit der Stützmittelzahl)

- Vorteil(e):
 - lt. bekannt erwartbarer Abweichungsszenarien (u.a. VKL-bestimmende Leistungsänderungen) aus der Prognose gewähren die **formulierten Entgeltanpassungsmechanismen z.T. ein Nachfahren der tatsächlich erforderlich werdenden Lohnkosten**
(Anpassung begünstigt durch eine vorhandene mengengebundene, kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen)
 - **z.T. dynamische Vergütungsregelung des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL**
 - bei Änderung der Abschlagslänge nicht vorgesehen jedoch geregelt
 - bei Änderungen der Stützmaßnahmen in Art und Menge vorgesehen und geregelt

- Problem(e):
 - **starre Vergütungsregelung des Ausbruchs**
 - v.a. bei Änderung der Abschlagslänge
 - **z.T. sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden**
 - **z.T. sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst.**

→ **Auswirkung(en) inkl. Vorgabe eines zu erreichenden Verbesserungspotentials:**

- **tlw. VKL-bestimmende, aus der Prognose wissentlich erwartbare Leistungsänderungen lassen noch keine monatliche schlussrechnungsmäßig Abrechnung zu sowie ein eindeutiger, signifikanter Soll(te)-/Ist-Vergleich der terminlichen und kostenmäßigen Situation ist nur auf Basis der Stützmaßnahmen monatlich ermöglicht**
 - *dynamische Vergütungsregelung des Ausbruchs*

- **vorhanden formulierte Entgeltanpassungsmechanismen stellen tlw. noch keine faire und leistungsgerechte Vergütung des AN sicher**
 - *Entfall einer kalkulatorischen Generierung klassenunabhängiger „Regeleinbau“-Aufwandswerte für die Stützmaßnahmen*
 - *weitere Glättung des sprunghaften Verlaufs in der Erlössituation der Lohnstunden und in den zeitgeb. Kosten der Bst.*

Bei seriöser Anwendung des LAST-Modells kann trotz der generellen Auffassung⁵¹⁶, dass das Baugrundrisiko weiterhin beim AG liegen soll, m.E. nicht die Meinung vertreten werden, eine zu detaillierte Vergütungsregelung von Ausbruch, Sicherungsbedarf und der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs würde den Anschein einer Herstellkostenerstattung mit vereinbartem Gesamtzuschlag (Regiepreisvertrag - siehe Pkt. 2.5.3.1.2) erwecken, weil sich das Einzelkosten- und das Bauzeitrisiko des AN auf Basis des gegenständlichen Einheitspreisvertrages (siehe Pkt. 2.5.3.1.1) erheblich vermindern. Die jeweilige Quantifizierung der vertraglich zu vereinbarenden Entgeltanpassungsmechanismen ist ja weiterhin dem freien, lauterem Wettbewerb am Baumarkt unterstellt (D.h. die im Angebot bzw. folglich im Vertrag angegebenen Aufwandswerte der Stützmaßnahmen sind dem freien, lauterem Wettbewerb am Baumarkt unterworfen und nicht wettbewerbsneutral vorgegeben, wie die bei der VT-Klassifikation inkl. klassischen Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 in Anwendung gelangenden normierten Bewertungsfaktoren.)

⁵¹⁶ vgl. Purrer (1998) in Felsbau Nr. 5, Seite 395ff.

6.2 KLIMT-Modell

Ebenfalls aufbauend auf der Intention des Pkt. 6 und den gewonnenen Erfahrungen beim Semmering-Basistunnel Pilotstollen (Ausschreibung 1994)⁵¹⁷ wurde das Modell KLIMT ursprünglich für das Projekt Lainzer Tunnel, Verbindungsstrecke der West-, Süd- und Donauländebahn, Bau-los LT31 „Klimtgasse“ (geplante Ausschreibung 1998/1999)⁵¹⁸ entwickelt. Der seinerzeitige Entwurf⁵¹⁹ dieses reinen Vergütungsmodells zielte auf einen seicht liegenden, städtischen Tunnel im Lockergestein mit Vorkommen von gespannten Grundwasserhorizonten ab, der als Ulmenstollen vortrieb projiziert wurde, wobei speziell auf die projektspezifischen Besonderheiten in Form von auf den kritischen Weg zu liegen kommenden Erschwernissen im Vortriebsbereich (umfangreiche Vorerkundungs- und Entwässerungsarbeiten) bedacht zunehmen war.

In der ÖN B 2203-1 ist bereits die optionale Möglichkeit der Anwendung eines bereits verallgemeinert eingegangenen sowie als alternativ zu betrachtenden Vergütungsmodells KLIMT berücksichtigt. Erste praktische Anwendungen des KLIMT-Modells sind bei diversen inländischen Erkundungsstollen geplant.

- **Anwendungsgebiet:**

Das Vergütungsmodell KLIMT eignet sich zur Anwendung für zyklische, konventionell vorgetriebene Hohlräume in wechselhaft aufgebauten geologischen Verhältnissen, die v.a. **umfangreiche bauzeitrelevante Vorabmaßnahmen im Zuge des Vortriebs und eine entsprechende Flexibilität hinsichtlich der Anpassbarkeit von Ausbruch und Stützmaßnahmen** an die örtlichen Gegebenheiten erfordern.

6.2.1 Modellbeschreibung

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.1;

Es gilt die ÖN B 2203-1 v.a. hinsichtlich der Vortriebsklassifikation; das reine Vergütungsmodell KLIMT ist lediglich als Äquivalent zur Regelung der leistungsabhängigen Vergütung der Ausbruchs- und Stützungsarbeiten sowie der zeitgeb. Kosten der Bst. optional in die zitierte ÖNorm integriert.

6.2.1.1 Gebirgscharakterisierung

siehe Pkt. 5.1.1.1;

6.2.1.2 Vorgangsweise der Klassifikation

6.2.1.2.1 Planungsphase (prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung)

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.1.2.1;

Die Vortriebsklasse (VKL)⁵²⁰ ist durch wertmäßige Angabe einer 1. und 2. Ordnungszahl (basierend auf eindeutigen und objektiv nachvollziehbaren Kriterien, wie Abschlagslänge bzw. Öffnungslänge sowie Art und Menge der Stützmaßnahmen) definiert. Der Schnittpunkt aus 1. und 2.

⁵¹⁷ siehe HL-AG (<http://www.hl-ag.com/main.html>) - Semmering-Basistunnel Pilotstollen, Gloggnitz - Müzzzuschlag
⁵¹⁸ siehe HL-AG (<http://www.hl-ag.com/main.html>) - Lainzer Tunnel, Verbindungsstrecke der West-, Süd- und Donauländebahn
⁵¹⁹ siehe Fischer (2000) in Felsbau Nr. 5, Seite 63
⁵²⁰ vgl. Purrer u. Fischer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

Ordnungszahl ergibt daher wiederum den gewohnten punktförmigen Eintrag in der Matrix, für die der Bieter eine vertraglich zu garantierende (Soll-)Vortriebszeit pro m-VT [h/m-VT] und in vortriebsklassenspezifischen Tabellen vertraglich festzusetzende, den kritischen Weg der Vortriebszeitermittlung beeinflussende, zusätzliche (Soll-)Zeitangaben für einen zusätzlichen oder reduzierten Einbau der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen bzw. insbesondere auch für allfällig prognostizierte Erschwernisse inkl. zugehöriger unproduktiver Rüst- und Verteilzeiten sowie einen Einheitspreis z.B. je m³-Ausbruch in der zugehörig zusammengefassten Leistungsposition je klassifiziertem Abschlagslängenbereich (OZ) festzulegen hat (→ **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**). Aufgrund des punktförmigen Eintrags in dieser Matrix, ist die Größe des Gültigkeitsbereiches der 2. Ordnungszahl bei der Anwendung des KLIMT-Modells von untergeordneter Bedeutung und nur mehr aus formalen Gründen (u.a. Maßzahl für das spezif. Gebirgsverhalten), in gewohnter Weise gemäß ÖN B 2203-1 mit den Grenzwertangaben der Tabelle 13-21 (siehe Anhang 13.2.1) festzulegen.

D.h., jeder VKL ist vergaberechtlich ein Regelvortrieb mit einer entsprechend definierten Zusammensetzung an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen zugrunde gelegt, sodass prognostizierbare Änderungen von diesem Regelszenario, die sich aufgrund der Anpassung an die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort ergeben können, über vereinbarte Vorgaben von Soll-Zeiten bei der Vergütung der VT-Leistungen im Zuge einer bauzeitlichen Aufschlags- und Nachlassrechnung⁵²¹ berücksichtigbar sind. Das diesbzgl. LV ist hinsichtlich der beinhaltenden Leistungspositionen für den Ausbruch und der Vorhaltepositionen für die zeitgeb. Kosten der Bst. auf die Variante (b) gem. ÖN B 2203-1 (siehe Pkt. 6.2.2.1/Ausbruch) zu adaptieren.

6.2.1.2.2 Ausführungsphase (monatliche Anpassung an prognostizierte Vortriebsklassenfestlegung durch bauzeitliche Aufschlags- und Nachlassrechnung)

Unverändert ist der die VT-Leistung während des Vortriebs u.a. wesentlich bestimmende Sicherungsbedarf (neben Abschlagslänge, Übermaß, etc.) einvernehmlich zwischen AG und AN vor Ort in Form von Ausbaufestlegungen gem. ÖN B 2203-1 festzulegen.

Stellt sich u.a. der in der Planungsphase prognostizierte Bedarf an Stützmaßnahmen als unzureichend heraus, ist im Zuge der Ausführung wiederum zusätzlicher Bedarf an Stützmaßnahmen festzulegen, d.h. die einzelnen Stützmittel und Zusatzmaßnahmen können - im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 jedoch auch hier wiederum ohne allfällige Tendenz zu berücksichtigender wirtschaftlicher Interessen zufolge des Entfallens einer erforderlichen 2.-maligen VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens - auf die tatsächlichen Verhältnisse vor Ort angepasst werden. Jene zusätzlichen Stützmaßnahmen, die direkt in den Abschlagszyklus eingreifen bzw. wenn deren Einbaustelle innerhalb des im Bauvertrag definierten Vortriebsbereiches zu liegen kommt, wird im KLIMT-Modell durch das Zeitaufschlags- und Nachlassverfahren auf Grundlage der prognostizierten Verhältnisse (u.a. auf Grundlage der zusätzlich vertraglich vereinbarten Soll-Zeitangaben) berücksichtigt. Dies stellt - vereinfacht gesagt - die Basis für die Abrechnung der VT-Leistungen und der Ermittlung der abrechenbaren Bauzeit dar (→ **keine eigenständige Neuklassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens**).

Nachträglich eingebaute Stützmaßnahmen außerhalb des im Bauvertrag definierten Vortriebsbereiches verändern die prognostizierte VKL gem. ÖN B 2203-1 nicht.

⁵²¹ vgl. Fischer (2000) in Felsbau Nr. 5, Seite 63

In wie weit das KLIMT-Modell eine faire, leistungsgerechte Vergütung der Leistung des potentiellen AN gewährleistet, v.a. in neuerlicher Hinsicht einer Änderung der prognostizierten Abschlagslänge sowie der prognostizierten Art und Menge der zugewiesenen Stützmaßnahmen in der jeweiligen VKL, wird im Zuge dieser Dissertation im Pkt. 6.2.3.5 ff. ausführlich untersucht werden.

6.2.1.3 Bewertungsfaktoren

Das Modell KLIMT beinhaltet lediglich den Gebrauch der in der ÖN B 2203-1 normativ festgelegten Bewertungsfaktoren für die 1.-malige VT-Klassifikation im Zuge der Benennung der VKL für das Angebot bzw. für die Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens.

6.2.2 Voraussetzungen für eine (angemessene) faire, leistungsgerechte Vergütung

Die VT-Klassifikation nach Abschlagslänge und Stützmittelzahl (OZ^{II}) gem. ÖN B 2203-1 stellt beim Vergütungsmodell KLIMT sowohl die Ausgangsbasis für die Projektabwicklung (Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung bzw. Vergütung) als auch wiederum die objektive und nachvollziehbare Grundlage für die Baupreisermittlung als Basis für ein, auf das Klassifizierungssystem speziell angepasstes und Bestandteil der LB - vorzugsweise die LB für den Tunnelbau (LB-TU) der RVS 7T⁵²², Variante (b) für den Ausbruch, die Stützmaßnahmen und die zeitgeb. Kosten der Bst. gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.3 - werdendes, dynamisches Vergütungsmodell dar.

Das Verbesserungspotential des KLIMT-Modells zielt auf folgende **wesentliche Probleme bei der Anwendung der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 ab** (vgl. u.a. auch Pkt. 6.1.2):

- **Loslösung im Gebrauch** einer 2.-maligen, „völlig eigenständigen“ VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens sowie
Loslösung von der starren Vergütungsregelung des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen innerhalb des Geltungsbereiches einer VKL
(→ *Alternative zur Anwendung der Bewertungsfaktoren bzw. Stützmittelzahl*)
- **Verhinderung der Umlage der gesamten leistungsabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en) in die einschlägige Leistungsposition der VKL** anhand einer zeitgeb. kalkulatorischen Erfassung der klassenspezifischen und leistungsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen
(→ *Ermöglichung einer monatlichen schlussrechnungsmäßigen Abrechnung durch die bauzeitliche Aufschlags- und Nachlassrechnung*)
- **Glättung des bestehenden sprunghaften Verlaufs v.a. in der Erlössituation der Lohnstunden**
(→ *Gewährung einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN*)

6.2.2.1 Voraussetzungen für die Ausschreibung

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.1;

⁵²² vgl. FSV - Standardisierte Leistungsbeschreibung für den Tunnelbau (LB-TU), RVS 7T Version 00 (2003)

Bei der Anwendung des KLIMT-Modells sind infolge vergaberechtlicher Voraussetzung zuzüglich, anhand dem wirtschaftlichen Wettbewerb unterstellten Bieterlücken in der Ausschreibung, vertraglich festzulegende, den kritischen Weg beeinflussende Soll-Vortriebszeiten pro m-VT [h/m-VT] der VKL, weitere Soll-Zeitangaben für den zusätzlichen oder reduzierten Einbau der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen sowie für allfällig eintretende Erschwernisse inkl. zugehöriger unprod. Rüst- und Verteilzeiten für jede VKL hinsichtlich der vergabe- und abrechnungsbeeinflussenden Ermittlung der maßgebenden Vortriebszeit in z.B. vortriebsklassenspezifischen Tabellen, abzufragen.

- **Ausbruch⁵²³:**

Für den unter gleichen Voraussetzungen an umfassenden Leistungen zu erbringenden Ausbruch ist bei der Anwendung des KLIMT-Modells ausschließlich die ÖN-gemäße Variante (b) an Leistungspositionen für den Ausbruch im LV vorzusehen:

- (b) eine (Vorhalte-)Position für den Preisanteil Lohn der VT-Mannschaft je Zeiteinheit (einschließlich sonstiger zeitabhängiger Kosten, die nicht in den zeitgeb. Kosten der Bst. enthalten sind). Die Menge wird analog zur Ermittlung der zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. Gerätekosten der Bst.) errechnet. Für den nicht zeitgeb. Preisanteil Sonstiges ist für jeden Abschlagslängenbereich (OZ') eine Position mit dem Vordersatz [m³] vorzusehen.

Wenn dieses Modell auch für die unabhängig von der Kalotte vorzutreibende Strosse angewendet wird, so ist auch für die Strosse die Abfrage von garantierten Vortriebszeiten pro m-VT je VKL vorzusehen.

weitere siehe Pkt. 5.1.2.1/Ausbruch;

- **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:**

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.1/Stützmittel und Zusatzmaßnahmen;

Die vom Bieter zusätzlich geforderten, projektspezifisch festzulegenden und in Absolutwerten am kritischen Weg auszudrückenden Soll-Zeitangaben für den zusätzlichen oder reduzierten Einbau der jeweilig artdifferenten Stützmaßnahme können rein theoretisch klassenunabhängig erfolgen. Es werden jedoch zumeist in der Ausschreibung entsprechende Ober- und Unterschranken⁵²⁴ vorgesehen, um das daraus resultierende Spekulationspotential der Bieter einzugrenzen.

- **Mehrausbruch:**

siehe Pkt. 5.1.2.1/Mehrausbruch;

- **Bergwassererschwernis:**

siehe Pkt. 5.1.2.1/Bergwassererschwernis;

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Lohn- und Gerätekosten der Bst.):**

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.1/zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.);

Das mathematische Modell der bauzeitlichen Aufschlags- und Nachlassrechnung für die leistungsabhängige Anpassung der variabel zu handhabenden Vortriebszeit - die Vergütung erfolgt wie gewohnt in Verrechnungseinheiten, wobei eine VE einem Kalendertag mit $\leq 24,0$ Arbeits-

⁵²³ siehe ÖN B 2203-1 (01.12.2001), Pkt. 4.3.3, Seite 15

⁵²⁴ vgl. Purrer u. Fischer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

stunden entspricht - für den Ausbruch und speziell für die flexibel an die tatsächlichen örtlichen Verhältnisse anpassbaren Stützmaßnahmen und Erschwernisse kann wie folgt dargestellt werden:

Berechnung der vertraglichen Vortriebszeit:

$$BZ_v [KT] = BZ_s [KT]$$

$$\pm \frac{\sum STM_{TM,i,j} [VE/m - VT] \times t_{S \text{ Stützmittel},i,j} [\text{min}/VE] \times l_{fm \text{ VKL},i,j} [m - VT]}{60,0 [\text{min}/h] \times 24,0 [h/AT] \times \frac{AT/VM}{KT/VM}} \pm \sum E_{i,j} [VE] \times T_{S,i,j} [KT/VE]$$

(vertraglich abrechenbare Vortriebszeit = Soll(te)-Vortriebszeit \pm Summe der anteiligen Vortriebszeit aus Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen je VKL \pm Summe der anteiligen Vortriebszeit aus schlagend gewordenen Erschwernissen)

wobei sich die Soll(te)-Vortriebszeit wie folgt berechnet:

$$BZ_s [KT] = \sum \frac{h_{S \text{ VKL},i,j} [h/m - VT] \times l_{fm \text{ VKL},i,j} [m - VT]}{24,0 [h/AT] \times \frac{AT/VM}{KT/VM}}$$

- BZ_v ... vertragliche (abrechenbare) Vortriebszeit [KT] für Ausbruch und Stützmaßnahmen, z.B. in der Kalotte (ausschlaggebender Vordersatz zur Vergütung sämtlicher Vorhaltepositionen der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs); zugleich die für die Berechnung der vertraglichen (abrechenbaren) Vortriebsdauer maßgebliche Vortriebszeit;
- BZ_s ... Soll- bzw. Sollte-Vortriebszeit [KT] für Ausbruch und Stützmaßnahmen, z.B. in der Kalotte;
(ermittelt aus der vertraglich vereinbarten Soll-Vortriebszeit pro m-VT in der jeweiligen VKL multipliziert mit den tatsächlich aufgefahrenen Vortriebsmetern [m-VT] der entspr. VKL dividiert durch Umrechnung für KT)
- $h_{S \text{ VKL}}$... vertraglich vereinbarte Soll-Vortriebszeit pro m-VT für Ausbruch und Stützmaßnahmen des Regelvortriebs der jeweiligen VKL, z.B. in der Kalotte;
- $t_{S \text{ Stützmittel}}$... vertraglich vereinbarte Soll-Einbauzeit des entsprechenden artdifferenten Stützmittels bzw. der entsprechenden artdifferenten Stützmaßnahme in der jeweiligen VKL;
- E ... Erschwernis-Anzahl während tatsächlicher Vortriebszeit, z.B. in der Kalotte;
- T_s ... vertraglich vereinbarte Soll-Zeitangabe des schlagend gewordenen Erschwernisses während tatsächlicher Vortriebszeit, z.B. in der Kalotte;

6.2.2.2 Voraussetzungen für die (Vor-)Kalkulation

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.2;

Für das KLIMT-Modell gilt sinngemäß - die für die Preisbestimmung bzw. Kalkulation der Herstellkosten erforderlichen und u.a. auch für die Ermittlung der zeitkritischen Vortriebszeit relevanten, vertraglich zu garantierenden Soll-Vortriebszeitangaben pro m-VT in den jeweiligen VKL, werden in der bezugnehmenden ÖN B 2203-1 dem Bieter innerhalb des Abschlagslängenbereiches (OZ¹) der Matrix unter Beachtung allfällig entsprechender, vom AG angegebener Ober- und

Unterschranken freigestellt, es sind lediglich die gemäß ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.2.3 angegebenen Stützmaßnahmen zugrunde zu legen. Bei Bedarf hat der AG eine Begrenzung der minimalen Soll-Vortriebszeit pro m-VT zufolge geomechanischer Bedingungen in den Ausschreibungsunterlagen anzugeben.

6.2.2.3 Voraussetzungen für die Vergütung

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.3;

Die für die gegenständliche Bestimmung des Vergütungsausmaßes und der leistungsabhängigen Vergütungshöhe durch bauzeitliche Aufschlags- und Nachlassrechnung zugrunde liegende Abrechnungsbasis bildet auch beim KLIMT-Modell die zwischen AG und AN einvernehmlich vor Ort zu bestimmende Ausbaufestlegung. Darauf aufbauend erfolgt anhand der vertraglich festgelegten Soll-Zeitangaben, insbesondere für den zusätzlichen oder reduzierten Einbau von Stützmaßnahmen und für allfällige eingetretene Erschwernisse, die Anpassung der jeweiligen klassenspezifischen Soll-Vortriebszeit pro m-VT und dadurch anteilig die automatische Angleichung sämtlicher leistungsabhängigen zeitgeb. Kosten der Bst. (v.a. der zeitgeb. Lohn- und Gerätekosten) während des Vortriebs.

- **Ausbruch:**

Die zur Vergütung des Ausbruchs notwendige Feststellung der Vordersätze (mengenmäßig festzustellender Ausbruch in Bezug auf das tatsächlich ausgeführte, plangemäße Ausbruchprofil) der zusammengefassten abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungspositionen für die in der Matrix zuordenbar klassifizierten VKL mit gleicher OZ^1 erfolgt entsprechend den Regelquerschnitten, Ausbaufestlegungen und der tatsächlichen Vortriebsklassenverteilung.

Die zusammengefassten abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungspositionen für den klassenunabhängigen Ausbruch entsprechend den VKL mit gleicher OZ^1 sind nur dem jeweils entsprechenden Geltungsbereich der diesbezgl. Abschlagslängen ($OZ^1 = \text{konst.}$) unterworfen und daher ist der jeweils zu gewährende Einheitspreis für den Preisanteil Sonstiges (diesbzgl. Preisanteil Lohn wird zeitabhängig erfasst) einem weitläufigen spezif. Gebirgsverhalten innerhalb des behafteten Abschlagslängenbereiches ausgesetzt. Eine daraus resultierende Leistungsänderung ist in Analogie zum LAST-Modell durch Vergleich zwischen prognostiziertem und tatsächlichem spezif. Gebirgsverhalten zur Anpassung der Einheitspreise im Sinne des KLIMT-Modells angedacht (siehe Pkt. 6.2.3.4).

- **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:**

siehe u.a. auch Pkt. 5.1.2.3/Stützmittel und Zusatzmaßnahmen;

Ein ev. eingetretener Mehrverbrauch an Stützmittel und anderen Zusatzmaßnahmen zufolge des angeordneten Übermaßes (\ddot{u}_m) – insbesondere jene Stützmittel die mengenmäßig bei einer Änderung des Übermaßes beeinflusst werden, wie z.B. Baustahlgitter, Bogen und Lastverteiler, Spritzbeton, etc. - fließt beim Vergütungsmodell KLIMT leistungsabhängig ein. Der hierbei einerseits anfallende Materialmehrverbrauch ist durch die leistungsabhängige Vergütung anhand der einschlägigen Stützmittel-Leistungspositionen gewährleistet; der andererseits anfallende, ev. auch in die vertragliche Baudauer bzw. Vortriebszeit einfließenden Mehrstundenaufwand zufolge zusätzlicher Einbauzeit und daraus resultierender zusätzlicher Behinderung der ursprünglichen VT-Leistung ist ebenfalls darin berücksichtigbar.

- Mehrausbruch:**
 siehe Pkt. 5.1.2.3/Mehrausbruch;
- Bergwassererschwernis:**
 siehe Pkt. 5.1.2.3/Bergwassererschwernis;
- zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Lohn- und Gerätekosten der Bst.):**
 Hinsichtlich einer leistungsabhängigen Anpassung der Bauzeit auf geänderte Verhältnisse - insbesondere der klassenspezifischen Mengenänderungen im Ausbruch und in den Stützmaßnahmen sowie schlagend werdender Erschwernisse während des Vortriebs auf Basis der vertraglich fixierten Soll-Zeitangaben - enthält das KLIMT-Modell für die Vergütung sämtlicher zeitgeb. Kosten der Bst. (v.a. der Lohn- und Gerätekosten) während des Vortriebs durch die, die Tauglichkeit des Systems voraussetzende, bauzeitliche Aufschlags- und Nachlassrechnung ein eindeutiges Regulativ für den in der Ausschreibung angegebenen zeitkritischen Weg des zugrunde liegenden Untertagebauprojekts.

6.2.3 Funktionalität des Modells

6.2.3.1 Vortriebsklassifikation

Hierbei ist neuerlich anzumerken, dass die Stützmaßnahmen auf die Obergrenze des Abschlagslängenbereiches – in diesem Bsp. auf die Abschlagslänge von 1,70 m in der Kalotte – gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.2.3 festgelegt wurden.

Der Geltungsbereich der VKL 5/5,91 für die Kalotte ergibt sich daher wie nachstehend angeführt wiederum zu:

- 1. Ordnungszahl (Abschlagslänge):
 $OZ^I [1] = 5$, daher gilt $1,31 \text{ m} \leq l_{\text{ABSCHLAG}} \leq 1,70 \text{ m}$
- 2. Ordnungszahl (Stützmittelzahl):
 $5,11 \leq OZ^{II} [1] = 5,91 \leq 6,71$, bei $n = \pm 0,80$ (gem. Anhang 13.2.1/Tabelle 13-21)

ERSTE ORDNUNGSZAHL	KALOTTE oder KALOTTE & STROSSE	STROSSE	ZWEITE ORDNUNGSZAHL - STÜTZMITTELZAHL							Festlegung der Art und Menge der Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.2.3			
			1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0		8,0	9,0	
4	2,20 m	für Originalbauzeit festzulegen											
	1,71 m												
1,70 m													Eckpunkt (1,70/6,71)
1,31 m						/ 5,11	5	5,91	/ 6,71				
1,30 m													
1,01 m													Eckpunkt (1,31/5,11)
													Eckpunkt (1,31/6,71)

$OZ^{II} = 5,91 = \text{konst}$

Die folgende Abbildung 6-11 veranschaulicht das durch die normenkonform ermittelte VKL 5/5,91 (siehe Abbildung 5-8) kreierte Matrixfeld in der Vortriebsklassenmatrix für konventionellen Sprengvortrieb, welche u.a. neben

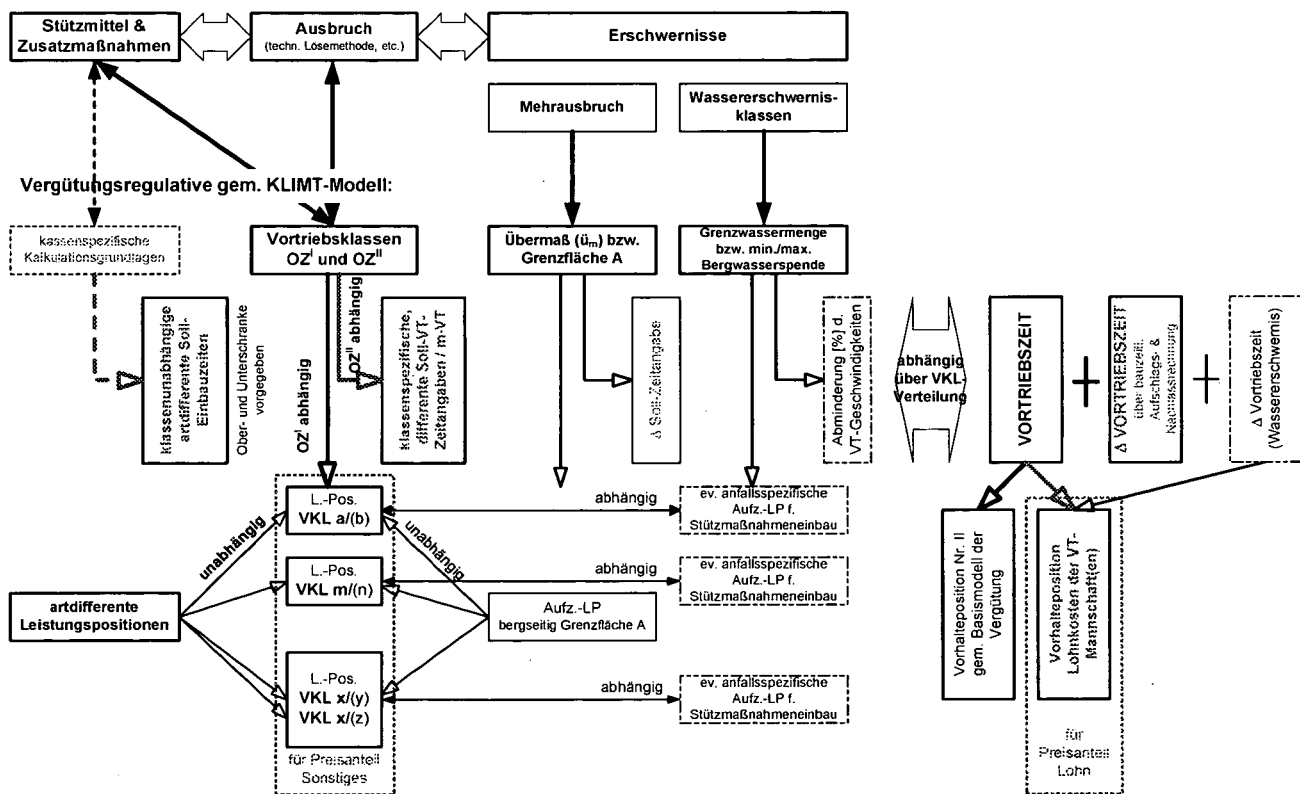
Abbildung 6-11: Matrixfeld der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1

der tabellarischen Auflistung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen die objektive und nachvollziehbare Grundlage der (Vor-)Kalkulation des Bieters darstellt (→ **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens**).

6.2.3.2 (Vor-)Kalkulation der leistungsabhängigen Herstellkosten

In den das KLIMT-Modell beinhaltenden Leistungsverträgen (Einheitspreisvertrag auf Basis einer konstruktiven, dynamischen LB) sind wiederum lediglich die zusammengefassten abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungspositionen des Ausbruchs der klassifizierten VKL mit gleicher OZ^I für das Zuschlagen der vom Unternehmer kalkulierten Kosten des Vortriebs im verfahrenstechnischen sowie betriebswirtschaftlichen Sinn variabel, jedoch nur mehr für den Preisanteil Sonstiges der VKL, anzusehen (vgl. Abbildung 6-12), da die bei diesbzgl. vorgeschriebener Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) vorzusehende Vorhalteposition der VT-Mannschaft (Preisanteil Lohn der VKL) sowie die einschlägigen Leistungspositionen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen gem. Normendiktion unabhängig von der jeweiligen VKL und die Leistungspositionen für Mehrausbruch und Erschwernisse u.a. als Aufzahlungen auf die Leistungspositionen der klassifizierten Regelvortriebe ausgeschrieben werden.

Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1:



dynam. LV – Variante (b):

Leistungspositionen für Einheitspreisvertrag – gegliedert nach Preisanteile LOHN / SONSTIGES

Abbildung 6-12: Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV bei der Anwendung des KLIMT-Modells beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)

Die folgende Tabelle 6-12 stellt neuerlich die wesentlichen Umlegungen - aufgrund einer a.d.S. des Unternehmers höheren Vergütungswahrscheinlichkeit und -sicherheit im Bauproduktionsfall, um dadurch die bei der Bauproduktion schlagend werdenden ausgabenwirksamen Kosten (variable Kosten) sicher abdecken zu können - der den EKT und der den BstGK zugeteilten Kostenarten im Zuge der (Vor-)Kalkulation zu den im LV vorzusehenden Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen im Untertagebau bei Anwendung des Modells KLIMT auf strikter Basis der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1 sowie im Vorgriff des in den folgenden Punkten erörterten Sachverhalts vereinfacht zusammengefasst dar:

EKT:		Personalkosten (PK):		Materialkosten (MK):	Gerätekosten (GK):		
		Lohn	Gehalt		A&V ¹⁾	Rep. ¹⁾	Betriebsstoffkosten
Leistungspos. (variable Kosten)	Ausbruch nach Vortriebsklassen (nur OZ ¹)	---	---	X Sprengmittel Verschleiß			X
	Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen	(X) Manipulation		X			(X)
	Mehrausbruch, Erschwernisse, etc.	(X) Manipulation		(X)			X
BstGK:							
Vorhaltepos. (Fixkosten)	zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten)	X unprod. Lohn	X	(X)	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Vorhaltegeräte
	zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)	X VT-Mannschaft gem. Abschlagszyklen					

Tabelle 6-12: Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung des KLIMT-Modells⁵²⁵ auf Basis der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1

¹⁾ wertmäßige Ansätze aus österreichischer Baugeräteliste (ÖBGL) der VIBÖ

6.2.3.2.1 Kommentar zu den Personalkosten (PK)

• ad Lohnkosten:

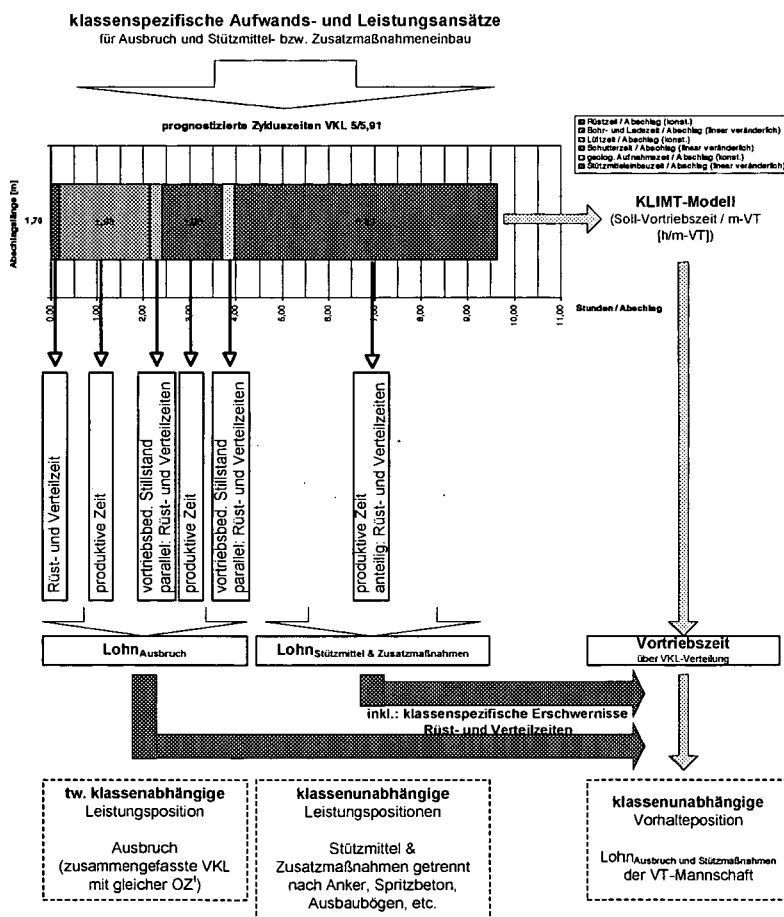
Einleitend gilt Selbiges wie bereits in Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten erläutert, jedoch mit Verweis auf Abbildung 6-12;

- Die **bauverfahrenstechnische Sichtweise** hinsichtlich der Kalkulation der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen gilt sinngemäß lt. Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten uneingeschränkt;
- Die **betriebswirtschaftliche Sichtweise** hinsichtlich der Kalkulation der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen gilt sinngemäß lt. Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten uneingeschränkt;
- Die **vergaberechtliche Betrachtung** hinsichtlich der Kalkulation der Einzellohnkosten des Ausbruchs (zu relativieren ist, dass die zusammengefassten abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungspositionen der VKL mit gleicher OZ¹ nur für den Preisanteil Sonstiges und die Vorhalteposition für die zeitgeb. Kosten der VT-Mannschaft(en) nur für den Preisanteil Lohn gem. ÖN B 2203-1 geregelt ist) und der Stützmaßnahmen gilt sinngemäß lt. Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten uneingeschränkt;

Im Vergleich zu den analysierten Normenklassifizierungen werden beim Vergütungsmodell KLIMT die gesamten zufolge eines Regelabschlags in einer VKL anfallenden **klassenbehafteten, vorerst mengenabhängigen Einzellohnkosten der VT-Mannschaft(en)** (variable Kosten), verursacht durch die Ausbruchstätigkeit, den Einbau der Stützmaßnahmen sowie durch etwaige

⁵²⁵ in Anlehnung an Purrer u. Fischer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

klassenspezifisch einzukalkulierende Erschwernisse bei ausschließlich dafür vorgesehener Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) lt. ÖN B 2203-1 vollständig auf Grundlage der den Vordersatz der systemimmanenten Vorhalteposition „zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)“ regelbaren Vorgabe der Soll-Vortriebszeit pro m-VT je VKL zeitgeb. umgelegt (→ **zeitgeb. kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** - siehe Abbildung 6-13). Streng betrachtet erfolgt zwar wieder eine kalkulatorische Verknüpfung der mengenabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL, jedoch werden diese nicht als mengengebundene Kosten in eine Leistungsposition einer ausgeschriebenen VKL (Ausbruch) umgelegt, wie vglb. beim klassischen Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1, deren Vergütung noch dazu durch den Geltungsbereich der VKL geregelt wird, sondern als zeitgeb. Kosten in einer durch die klassenspezifische Vorgabe der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] automatisch regelbaren Vorhalteposition gehandhabt.



Aus rein betriebswirtschaftlicher Sichtweise stellt sich durch die ausschließliche Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) beim KLIMT-Modell jener Vorteil ein, dass eine gegebene Sicherheit in der leistungsabhängigen Vergütung der der Vorhalteposition zuzuschlagenden sofortigen ausgabenwirksamen Kosten (v.a. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) während des Vortriebs) des Bieters liegt.

Abbildung 6-13: zeitgeb. kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch, die Stützmittel und Zusatzmaßnahmen bei Anwendung des KLIMT-Modells (LV-Positionen-Variante (b))

- **ad Gehaltskosten:** siehe Pkt. 5.1.3.2.1/ad Gehaltskosten;

6.2.3.2 Kommentar zu den Gerätekosten (GK)

siehe Pkt. siehe Pkt. 5.1.3.2.2;

6.2.3.3 Ermittlung der kritischen Vortriebszeit anhand von klassenspezifischen Vortriebszeitangaben pro m-VT

Der Bieter hat auf Basis der in den Ausschreibungsunterlagen ersichtlich gemachten Vortriebsklassenfestlegungen (veranschaulicht in der VKL-Matrix gem. ÖNB 2203-1), anhand von vertraglich vorzugebenden Soll-Vortriebszeiten [h/m-VT], u.a. die gesamten Einzelkosten der VKL zu kalkulieren. Für eine dem prognostizierten Sachverhalt entsprechende Ermittlung der geforderten Vorgabe der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] je VKL sind angemessene, projektspezifisch festzulegende Aufwands- und Leistungswerte für den Ausbruch und den Einbau des jeweiligen Stützmittels oder der jeweiligen Zusatzmaßnahme unter zu beachtenden Randbedingungen (techn. Lösemethode, Ausbruchsart, max. Abschlagslänge, Ringschlusszeiten bzw. -distanzen, etc.) als verbindliche Kalkulationsannahmen eindeutig und vollständig - in der Hinsicht einer nachvollziehbaren Preisermittlung bei Zusatzangeboten - zu treffen.

Die Berechnung der Zykluszeit für den prognostizierten Regelabschlag mit $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$ der VKL 5/5,91 erfolgt auf Grundlage EDV-gestützter Tabellenkalkulation; die dafür kalkulatorisch angesetzten Aufwands- und Leistungswerte sind im Anhang 13.2.3/Tabelle 13-25 dargestellt. In weiterer Folge ist besonderes Augenmerk auf die kalkulierte Vorgabe der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] und der damit direkt zusammenhängenden Einzellohnkosten pro m-VT bzw. pro m^3 -VT der VT-Mannschaft(en) zu legen.

Nachstehende Situation lässt sich daher für den prognostizierten Regelvortrieb der VKL 5/5,91 hinsichtlich markanter Vortriebsdaten (VT-Geschwindigkeit, VT-Leistung, Aufwand in Lohnstunden pro m-VT bzw. m^3 -VT sowie Einzellohnkosten pro m-VT bzw. m^3 -VT) in Tabelle 6-13 illustrieren:

→ zeitgebundene Erfassung der Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen:

	Abschlagslänge (m)	Stunden / Abschlag [h/Abschl.]	Vortriebs- geschw.-zeit [h/AT]	Δ-% auf Regel-VT- Geschw. (%)	Lohnstd. / m-VT [h/mVT]	Lohnstd. / m ³ -VT [h/m ³ VT]	Δ-% auf Regel-VT (%)	Δ Mah / m-Ausbruch [h/mVT]	Δ Mah / Stützmaßn. [h/mVT]	Δ Mah / m ³ -Ausbruch [h/m ³ VT]	Δ Mah / Stützmaßn. [h/m ³ VT]	Lohnkosten / m-VT [€h/mVT]	Δ Regel-VT [€h/mVT]	Δ-% auf Regel-VT (%)	Lohnkosten / m ³ -VT [€h/m ³ VT]	Δ Regel-VT [€h/m ³ VT]	LK _{gesamt} abschl./m ² [€m ²]	
Regelabschlag:																		
VKL 5 / 5,91 Regelvortrieb	1,70	9,64	4,23	0,00%	34,0277	0,4928	0,00%	13,9458	20,0819	0,2020	0,2908	1.701,38	0,00	0,00%	24,64	0,00	26,61	

Tabelle 6-13: Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91

Die im Modell KLIMT geforderte Soll-Vortriebszeitangabe [h/m-VT] für die VKL 5/5,91 lässt sich daher wie folgt berechnen:

$$9,6412 \text{ h/Abschl.} : 1,70 \text{ m} = \mathbf{5,6713 \text{ h/m-VT}} \dots : 24,0 \text{ h/AT} = 0,2363 \text{ AT/m-VT}$$

Anhand einer prognostizierten Längenverteilung für die VKL 5/5,91 multipliziert mit der ermittelten, vertraglich zu garantierende Soll-Vortriebszeit von $h_S \text{ VKL5/5,91} = 5,6713 \text{ h/m-VT}$ geteilt durch die tägliche Arbeitszeit pro AT würde sich nun eine anteilig prognostizierbare, zeitkritische Vortriebszeit errechnen und somit die dynamisch anpassbare Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs über die tatsächliche Längenverteilung der VKL 5/5,91 im Sinne der ÖNB 2203-1 steuern lassen.

→ **klassenspezifischen Vorgaben der Soll-Einbauzeit für die Stützmaßnahmen:**

Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:	Parameter:	Menge pro m-Tunnel	Lohnaufwand / m ³ -VT [Mah/m ³]	Soll-	Überprofilfaktor [1]	Einbauzeit /	Lohnkosten /
				Einbauzeit / VE [min/VE]		VE [min/VE]	
Anker:							
Swellex-Anker	l = 2,00 m	0,00 Stk.	0,0000	/ Stk.	---	/ Stk.	/ Stk.
SN-Mörtelanker	l = 4,00 m	4,12 Stk.	0,0154	2,58 / Stk.	---	2,58 / Stk.	12,92 / Stk.
SN-Mörtelanker	l = 6,00 m	3,53 Stk.	0,0179	3,50 / Stk.	---	3,50 / Stk.	17,50 / Stk.
Ortsbrustanker:							
Ankeranzahl im Abschlag		0,00 Stk.	0,0000	/ Stk.	---	/ Stk.	/ Stk.
Vers.-Ankerplatte ohne Vorspannung		0,00 Stk.	---	-- / Stk.	---	-- / Stk.	-- / Stk.
Baustahlgitter:							
1. Lage	Abw. = 1,0	19,26 m ²	0,0272	0,98 / m ²	1,06	0,92 / m ²	4,60 / m ²
2. Lage	Abw. = 1,0	19,26 m ²	0,0170	0,61 / m ²	1,06	0,58 / m ²	2,88 / m ²
Zusatz- u. Ortsbrustbewehrung	Abw. = 0,0	0,00 m ²	0,0000	/ m ²	1,17	/ m ²	/ m ²
Bogen- und Lastverteiler:							
Ausbaubogen	Stk. = 1,0	11,33 m	0,0192	1,17 / m	1,06	1,10 / m	5,50 / m
Spritzbeton:							
Kalotte	d = 0,25 m	4,81 m ³	0,0658	9,43 / m ³	1,06	8,89 / m ³	44,44 / m ³
Ortsbrust	d = 0,05 m	1,74 m ³	0,0261	10,40 / m ³	1,17	8,89 / m ³	44,44 / m ³
Spieße:							
unvermörtelt	l = 6,00 m	28,24 Stk.	0,1022	2,50 / Stk.	---	2,50 / Stk.	12,50 / Stk.
vermörtelt	l = 6,00 m	0,00 Stk.	0,0000	/ Stk.	---	/ Stk.	/ Stk.
			Σ: 0,2908				

Tabelle 6-14: Übersicht der Herleitung der klassenspezifischen Soll-Zeitangaben für die artdifferenten Stützmaßnahmen bei Anwendung des KLIMT-Modells

In Tabelle 6-14 ist die Soll-Einbauzeit je Verrechnungseinheit dargestellt, die der jeweiligen artdifferenten Stützmaßnahme bei Anwendung des KLIMT-Modells zu zuweisen ist. Nun ist jedoch auch hier wieder zu beachten, dass diese Vorgaben der Einbauzeiten lediglich einen zusätzlichen, speziell auf diese VKL abgestimmten, seriellen Stützmittel- bzw. Zusatzmaßnahmeneinbau (wie z.B. beim Stützmittel Anker, Spieße, Spritzbeton, etc.) in Abhängigkeit der angesetzten Drittelstärke (je 6 Mann pro Vortriebsmannschaft) und der Parallelität - gleichzeitiger Ablauf gleicher VT-Tätigkeiten der VT-Mannschaft beim Einbauvorgang der entsprechenden Stützmaßnahme - und der sich daraus ergebenden Gleichzeitigkeit widerspiegeln.

6.2.3.4 Simulation von Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen innerhalb des Geltungsbereiches einer Vortriebsklasse

Einleitend gilt Selbiges wie bereits in Pkt. 5.1.3.4 erläutert;

Unter neuerlichem Bezug auf das zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 vergleichend fortzusetzende Beispiel entsteht bei Anwendung des KLIMT-Modells im Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 folgender fixierter Bezugssachverhalt:

- **Soll-Vortriebszeit** $h_{s, VKL\ 5/X-K} = 0,2363\ \text{AT/m-VT} = \text{konst.}$ für die Ermittlung der anteiligen kritischen Vortriebszeit im Zuge der bauzeitlichen Aufschlags- und Nachlassrechnung des KLIMT-Modells (prognostizierbare sowie vertragliche bzw. Ausgangspunkt der abrechenbaren Vortriebszeit)
- **Lohnkosten zeitgebunden auf Basis der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] regelbar in der systemimmanenten Vorhalteposition** für die Vergütung des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen
- **klassenspezifische Soll-Einbauzeiten [min/VE] der progn. Stützmaßnahmen** gem. Tabelle 6-4 für die anpassbare leistungsabhängige Vergütung derselben

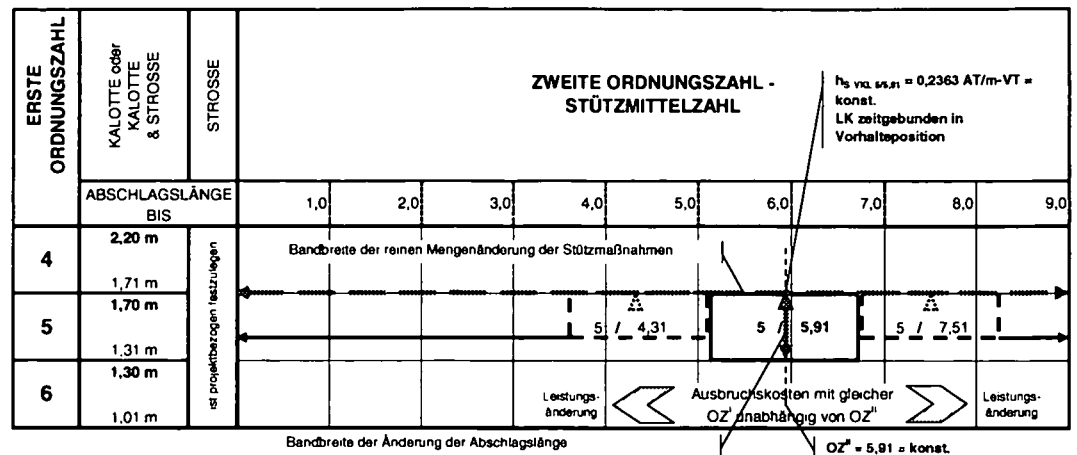


Abbildung 6-14: Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 bei Anwendung des KLIMT-Modells in Bezug auf Leistungsänderungen

Im Anschluss ist auf theoretischer Ebene zu untersuchen, welche Auswirkungen eintretende Leistungsänderungen in vorrangigem Bezug auf die mengenabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen aufgrund verändertem spezif. Gebirgsverhalten, die im gegenständlichen Fall konform zu Pkt. 5.1.3.4 in die **Änderung der Abschlagslänge** und in eine (blo- ße) **Mengenänderung der Stützmaßnahmen** (differentierbar in artrein bzw. artdifferent) unterschieden werden können, innerhalb des Matrixfeldes der VKL 5/5,91 bei Anwendung des KLIMT-Modells verursachen.

Die allfällige Änderung der Einheitspreise bei Vorliegen einer bloßen Mengenänderung in den klassenspezifisch ausgeschriebenen Leistungspositionen des Ausbruchs sowie in den klassenu- nabhängig ausgeschriebenen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen regelt nach wie vor die ÖN B 2203-1/Pkt. 5.1.2 eindeutig.

6.2.3.4.1 Änderung der Abschlagslänge

- **Ursache: Änderung des spezifischen Gebirgsverhaltens**
Wirkung: Änderung der Abschlagslänge
→ Simulation innerhalb des zulässigen Abschlagslängenbereiches der VKL bei An- wendung des KLIMT-Modells:

Die Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 im Zuge der Anwendung des KLIMT-Modells kann nur in der zulässigen Abschlagslängenband- breite gem. ÖN B 2203-1 zufolge der klassifizierten 1. Ordnungszahl erfolgen, d.h. im gegen- ständlichen Bsp. $OZ^1 [1] = 5$, daher gilt wiederum $1,31 \text{ m} \leq l_{\text{ABSCHLAG}} \leq 1,70 \text{ m}$.

Unter wiederholter Sichtweise eines rein bauwirtschaftlichen Aspektes löst auch hier die Ände- rung der Abschlagslänge aufgrund der sich ändernden geomechanischen Rahmenbedingungen streng betrachtet eine Änderung in der Art der Leistung bzw. eine Änderung in den Umständen der Leistungserbringung aus, was gem. ÖN B 2110 zu berechtigten Mehrkostenforderungen des AN im Sinne einer fairen, leistungsgerechten Vergütung gegenüber dem AG führen würde - die- sem Gedanken folgt ansatzweise, jedoch nicht ganz widerspruchsfrei (siehe Pkt. 6) auch die ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.4 „Alternative Modelle zur Vortriebsklassifizierung und Abrechnung“.

- Ursache: Änderung der Abschlagslänge**
Wirkung: Änderung der VT-Leistung und v.a. der VT-Lohnkosten
 → Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie der im Zusammenhang stehenden Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL bei Anwendung des KLIMT-Modells:

Mengenabhängige Komponente:

Das Eintreten einer Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 beeinflusst eine ev. mitunter eintretende Änderung der Gesamtausbruchsmenge gegenüber des prognostizierten Vordersatzes durch zeitl. Verschiebung des VKL-Wechsels. Diese **Mehr- oder Mindermengen an Ausbruchsmassen in der zugehörigen VKL** berücksichtigen durch Vordersatzanpassung der zugrunde liegenden abschlagslängenbereich-bezogenen Leistungsposition (nur Preisanteil Sonstiges; diesbzgl. Preisanteil Lohn wird zeitabhängig erfasst) des Ausbruchs dadurch die **leistungsabhängige Vergütung mengenabhängig direkt proportional**; eine Anpassung dieser Kosten kann nur über das allgem. Mengenänderungs-Regulativ der ÖN B 2203/Pkt. 5.1.2 in Abweichung zur ÖN B 2110 erfolgen.

Da die mengenabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs beim KLIMT-Modell zeitabhängig in die systemimmanente Vorhalteposition umgelegt werden, daher die zusammengefasste abschlagslängenbereichs-bezogene Leistungsposition für den klassenunabhängigen Ausbruch entsprechender VKL mit gleicher OZ^I nur den Preisanteil für Sonstiges enthält und unabhängig einer OZ^{II} gilt - im Gegensatz zur ursprünglichen VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 -, ist eine Anpassung dieser Kosten aus bauwirtschaftlicher Sichtweise an die unabgegrenzte Bandbreite des spezif. Gebirgsverhaltens innerhalb des abschlagslängenbezogenen Geltungsbereiches nur durch die Abhandlung von Zusatzangeboten bzw. -beauftragungen erreichbar.

Kapazitätsabhängige Komponente:

Bei Eintreten einer Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 **ändert sich bekanntermaßen die in einer Zeiteinheit auszubrechende Kubatur eines Abschlags**, welche eine Änderung der VT-Leistung und damit zusammenhängend eine Änderung der - nun als zu betrachtende - kapazitätsabhängige Lohnkosten des Ausbruchs im Abschlagszyklus der VKL 5/5,91 verursacht.

Bei der gegenständlichen Simulation wird auf die Abbildung 5-16 bzw. Abbildung 6-6 verwiesen, da aufgrund der Tatsache, dass auch bei der Anwendung des KLIMT-Modells bei einer Reduktion der Abschlagslänge (vorausgesetzt OZ^{II} = konst.) sich gleichermaßen die VT-Geschwindigkeit (reziproker Wert der dem Modell zugrunde liegenden erforderlichen Angabe der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT]) bzw. -Leistung verringert und der um den Stützmaßnahmen-Anteil bereinigte Aufwand an Lohnstunden im Bezug zum prognostizierten Regelabschlag steigt.

Mehr- oder Mindermengen an Ausbruchsmassen im Abschlagszyklus zufolge der Änderung der Abschlagslänge in der VKL **beeinflussen diese kapazitätsabhängigen Lohnkosten des Ausbruchs wiederum beschränkt degressiv (= beschränkt degressiv mengenabhängige Lohnkosten des Ausbruchs)**; eine diesbzgl. Anpassung dieser in der systemimmanenten Vorhalteposition angemessen einzukalkulierenden Einzellohnkosten ist aufgrund der zeitgeb. kalkulatorische Erfassung im KLIMT-Modell nicht erforderlich.

zeitabhängige Komponente:

Eine daraus resultierende zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs, insbesondere des Anteils der zeitgeb. Lohnkosten des Ausbruchs, anhand einer Abänderung der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] erfolgt gemäß den Bestimmungen der VT-Klassifizierung gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 im Zuge der Anwendung des KLIMT-Modells nicht.

6.2.3.4.2 (Mengen-)Änderung der Stützmaßnahmen

- **Ursache: Änderung des spezifischen Gebirgsverhaltens**
Wirkung: artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Stützmaßnahmen
 → Simulation der jeweils möglichen (Einzel-)Mengenänderung innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL bei Anwendung des KLIMT-Modells:

Die diesbzgl. Simulation befasst sich mit den möglich auftretenden Mehr- bzw. Mindermengen an Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen bei theoretischer Ausnutzung des max. Geltungsbereiches infolge der Anwendung des KLIMT-Modells auf Basis der normkonformen Vortriebsklassifikation (VKL 5/5,91). In diesem Zusammenhang ist vorauszusetzen, dass in einem ersten Schritt der Simulation die Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m} = \text{konst.}$) und das Übermaß ($\ddot{u}_m = 10 \text{ cm} = \text{konst.}$) konstant bleiben.

Aufgrund der dem **Modell zugrunde liegenden zeitgeb., kalkulatorischen Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** sowie der geforderten klassenspezifischen **Angabe von mengenabhängigen Soll-Einbauezeiten** der Stützmaßnahmen kann vorweg genommen werden, dass diverse (artreine) **Mehr- bzw. Mindermengen an Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahmen lediglich den mengenabhängigen Ansatz** einerseits in den **Vordersätzen der entsprechend zugehörigen Leistungspositionen** und andererseits **im Zuge der durchzuführenden bauzeitlichen Aufschlags- und Nachlassrechnung verändern** und daher im Sinne der Anwendung des KLIMT-Modells bei theoretischer Ausnutzung der projektabhängigen Bandbreite des veränderlichen spezif. Gebirgsverhaltens - wie vergleichsweise beim LAST-Modell - uneingeschränkt auftreten können.

Wird auch in vergleichender Weise zur ÖN B 2203-1 in einem zweiten Schritt zuzüglich zum ersten Schritt die Abschlagslänge ($l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$) gem. dem Geltungsbereich der 1. Ordnungszahl auf das Minimum $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ reduziert, so können die dadurch kausal verursachten Effekte in der Mengenänderung der Stützmaßnahmen ohne Verknüpfung zu einer ev. eingetretenen Leistungsänderung im Ausbruch betrachtet werden. Der entstehende kritische Einfluss der reinen Mengenänderung der Stützmaßnahmen kann daher wiederum - ganz allgem. gesprochen - durch die Anwendung des KLIMT-Modells ebenso schlussrechnungsmäßig, monatlich berücksichtigt werden.

- **Ursache: artreine bzw. artdifferente Mengenänderung der Stützmaßnahmen**
Wirkung: Änderung der VT-Leistung und v.a. der VT-Lohnkosten
 → Simulation der abhängigen Änderung der VT-Leistung sowie der im Zusammenhang stehenden Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] und der daraus resultierenden Einzellohnkosten innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL bei Anwendung des KLIMT-Modells:

Mengenabhängige Komponente:

Bei Eintreten von bloßen Mengenänderungen in einer VKL werden diese Mehr- oder Mindermengen an Stützmaßnahmen durch Vordersatzveränderung in den einschlägigen Leistungspositionen bei der **leistungsabhängigen Vergütung mengenabhängiger Kosten** (Manipulationslohn- und Materialkosten) ebenso **direkt proportional** berücksichtigt; eine Anpassung der in die jeweilige Leistungsposition angemessen einzukalkulierenden Einzelkosten kann nur über das allgem. Mengenänderungs-Regulativ der ÖN B 2203/Pkt. 5.1.2 in Abweichung zur ÖN B 2110 erfolgen.

zeitabhängige Komponente:

Die kalkulierte Vorgabe der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] in jeder ausgeschriebenen VKL stellt auf Basis der Prognosemenge des Ausbruchs und v.a. des Bedarfs an Stützmaßnahmen sowie der vertraglich festgelegten, mengenabhängigen Soll-Einbauzeit je artdifferenter Stützmaßnahme die weitere Bezugsquelle der Simulation dar:

○ Vortriebszeit der VKL 5/5,91 auf Basis der Prognose (= Soll):	5,6713	h/m-VT
	bzw. 0,2363	AT/m-VT
○ Vorhalteposition „zeitgeb. Kosten der VT-Mannschaft“:		
Vordersatz	= 0,2363	AT/m-VT
Einheitslohnkosten = 6 Mann x 50,00 €/h & Mann (MLK) x 24,0 h/AT	= 7.200,00	€/AT
Lohnkosten/m-VT = 0,2363 AT/m-VT x 7.200,00 €/AT	= 1.701,38	€/m-VT

In Analogie zum LAST-Modell ist auch bei der Anwendung des KLIMT-Modells im Zuge des Vortriebs für jede VKL monatlich zu berechnen, welche Vortriebszeitzuschläge oder -nachlässe auf Basis der tatsächlich ausgeführten Mengen (Ist-Mengen) u.a. für den Ausbruch und im Speziellen für die Stützmaßnahmen (unter Bezugnahme auf die Ausbaufestlegung) unter Bezugnahme auf die vertraglich festgelegten Soll-Einbauzeiten abzurechnen sind. Die gemittelten Ist-Mengen [VE/m-VT] an Stützmaßnahmen im jeweiligen VKL-Abschnitt werden mit den entsprechenden Soll-Einbauzeiten der jeweiligen, eine Mengenänderung erfahrenden Stützmaßnahme multipliziert, untereinander aufsummiert und durch Addition mit der prognostizierten, vertraglich garantierten Soll-Vortriebszeit [h/m-VT bzw. AT/M-VT] der zugehörigen VKL die abrechenbare Sollte-Vortriebszeit [h/m-VT bzw. AT/M-VT], die Grundlage für die automatische Anpassung des zeitabhängigen Vordersatzes der zeitgeb. Vorhalteposition unter Einbezug der tatsächlichen VKL-Verteilung darstellt, für diesen VKL-Abschnitt errechnet.

Eine bloße Mengenänderung der Stützmaßnahmen bewirkt bei der Anwendung des KLIMT-Modells daher die direkte Ermittlung einer neuen vertraglichen Sollte-Vortriebszeit (= anteilig abrechenbaren Vortriebszeit) durch die bauzeitliche Abschlags- und Nachlassrechnung. Eine direkte zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. - insbesondere des Vordersatzes der Vorhalteposition „zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft“ - während des Vortriebs im Zuge einer leistungsabhängigen Vergütung ist dadurch, wie nachstehend veranschaulicht, gewährleistet:

○ Vortriebszeit der VKL 5/5,91 auf Basis der Prognose (= Soll):	5,6713	h/m-VT
	bzw. 0,2363	AT/m-VT
tatsächliche Mehrmenge, z.B. SN-Mörtelanker, l=6,00m		
6,85 Stk/m-VT x 3,50 min/Stk : (60 min/h x 24,0 h/AT)	= 0,0166	AT/m-VT
Σ Vortriebszeit pro m-VT (= Sollte):	0,2529	AT/m-VT

- **Vorhalteposition „zeitgeb. Kosten der VT-Mannschaft“:**

Vordersatz	=	0,2529	AT/m-VT
Einheitslohnkosten = 6 Mann x 50,00 €/h & Mann (MLK) x 24,0 h/AT	=	7.200,00	€/AT
Lohnkosten/m-VT = 0,2529 AT/m-VT x 7.200,- €/AT	=	1.821,34	€/m-VT
- nach ÖN B 2203-1 (im Vergleich):

modifizierte Lohnkosten/m-VT	=	1.821,34	€/m-VT
------------------------------	---	----------	--------

6.2.3.5 Analyse zur Modelleignung und -tauglichkeit hinsichtlich einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN

Einleitend gilt Selbiges wie bereits in Pkt. 5.1.3.5 erläutert;

Bei Analyse der prognostizierten Klassenfestlegungen eines Untertagebauprojekts, deren aufzuwendender Bedarf an Stützmaßnahmen bekanntermaßen durch Normenvorgabe der ÖN B 2203-1 für die Obergrenze des jeweiligen Abschlaglängenbereiches festzulegen ist, lässt sich auch bei der Anwendung des KLIMT-Modells anhand der Abbildung 5-16 und der Abbildung 5-17 relativ schlüssig zeigen, dass die **klassenspezifisch geringsten Lohnkosten** (bzw. i.A. Sinn, die Herstellkosten) **bei niedrigstem Aufwandswert und maximal möglicher VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung** für den Bieter bzw. künftigen AN zu erzielen sind. Die **maximal mögliche VT-Geschwindigkeit** (reziproker Wert der dem Modell zugrunde liegenden erforderlichen Angabe der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT]) bzw. -Leistung, im gegenständlichen Bauvertrag als Vorgabe von Soll-Vortriebszeiten pro m-VT je VKL festzulegen, **ermöglicht durch ihren zeitkritischen Einfluss daher weiters auch die zeitgeb. Kosten der Bst. - insbesondere der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) - während des Vortriebs zu minimieren.**

6.2.3.5.1 Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell KLIMT im Vorfeld der leistungsgerechten Vergütung

- **Bau- und Betriebsweise:**

Unter Bezugnahme auf den Pkt. 5.1.3.5.1 und der darin erläuterten Problematik einer unterschiedlichen oder einheitlichen Klassifikation von Kalotte und Strosse desselben Querschnitts im gleichen Gebirgsverhalten mit einzuhaltenden Abstandskriterien hinsichtlich der zu garantierenden, für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs maßgebenden Vorgaben der Soll-Vortriebszeit(en) [h/m-VT] ist bei der Anwendung des KLIMT-Modells selbiger Konnex zu beachten.

- **VKL-Wechsel:**

Aufgrund des dynamischen Modellcharakters können theoretisch beim Vortrieb während der Ausführungsphase keine Bereiche mehr aufgefahren werden, die im Vergleich zur ursprünglichen VKL-Matrix gem. ÖN B 2203-1 noch nicht festgelegt wurden⁵²⁶; auch ein VKL-Wechsel im klassischen Sinn innerhalb des jeweiligen Abschlaglängenbereiches könnte dadurch theoretisch entfallen.

Auch die **allgem. Thematik des VKL-Wechsels** sowie deren mögliche Eintretenshäufigkeit könnte **auf Basis des diesbzgl. Modellcharakters nur mehr im eingeschränkten Rahmen** - im Gegensatz zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 - auftreten. Lediglich die **Auswirkung eines Wechsels von einem Abschlaglängenbereich in einen anderen Abschlaglängenbereich** - vollständiger Entfall des VKL-

⁵²⁶ vgl. Purrer u. Fischer (1999) aus FN 106 300 Z, unveröffentlicht

Wechsels innerhalb eines Abschlagslängenbereiches theoretisch möglich - ist hier weiterhin in der AN-Sphäre zu vertreten. Aus bauwirtschaftlicher Sicht ist hier jedoch wiederum den Argumentationen (Produktivitätsverlust aufgrund ungewöhnlichem, in der Sphäre des AG zu verantwortendes Wagnis) aus Pkt. 5.1.3.5.1 bei sinngemäßer Übertragung auf das KLIMT-Modell zu folgen.

6.2.3.5.2 Problematik der VT-Klassifikation inkl. Vergütungsmodell KLIMT im Zuge der leistungsgerechten Vergütung

In Analogie zu den bereits erörterten Szenarien im Zuge der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 sind dem Sinn nach selbige Szenarien (eine Überlagerung der Szenarien kann aufgrund der fehlenden Vorgabe einer anteiligen Soll-Vortriebszeit des reinen Ausbruchsvorgangs unterbleiben) im Zuge der Anwendung des KLIMT-Modells zu untersuchen:

A.) Vergütungssituation bei der Anwendung des KLIMT-Modells

(Vergleichsbasis der Vergütungssituation zur ÖN B 2203-1 inkl. klassischem VMod mittels Stützmittelzahl (OZ^I) bei neuklassifizierter Stützmittelzahl innerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix)

• Ausbruch:

In den Szenarien 1 und 2 wird vorausgesetzt, dass die Bewertungsfläche (A_B), das Übermaß (\ddot{u}_m) und das Überprofil (\ddot{u}_p) konstant sind und lediglich eine **Änderung in der Abschlagslänge** (Änderung in der Art der Leistung bzw. eine Änderung in den Umständen der Leistungserbringung) eintritt. Die Auswirkungen auf die vertraglich abrechenbare Vortriebszeit werden in Abhängigkeit vom Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 illustriert.

○ Szenario 1 (Idealfall):

- **A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. keine diesbzgl. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
- **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengenänderung der Stützmaßnahmen

In diesem Szenario 1 ist die Höhe der leistungsabhängigen Vergütung der einschlägigen klassenspezifischen Ausbruchposition sowie der Erlös aus den zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs adäquat mit den dafür kalkulierten Herstellkosten (= faire, leistungsgerechte Vergütung).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,91
l_{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM_{TM}	gem. Pkt. 6.2.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchprofil [m ²]	63,94	konst.
\ddot{u}_m [m]	0,10	konst.
\ddot{u}_p [m]	0,25	konst.
Soll-Vortriebszeit [h/m-VT]	5,6713	unverändert
EK VPos. zeitgeb. LK [€/AT]	7.200,00	unverändert

progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	unverändert
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	unverändert
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	unverändert
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	unverändert

- **Szenario 2** (vgl. Szenario 2 bei ÖN B 2203-1):
 - **A: effektive Abschlagslänge ≠ prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
 - **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen = prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. keine Mengenänderung der Stützmaßnahmen

ad 2A/1 - **effektive Abschlagslänge < prognostizierte Abschlagslänge:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erzwingt eine Reduktion der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. VKL gem. Abschlagslängenbereich (OZ¹ gem. ÖN B 2203-1) prognostizierend festgelegt wurde. Hier entsteht das Problem, dass sich die effektive Vortriebszeit [h/m-VT] gegenüber der prognostizierten Vortriebszeit [h/m-VT] (entspricht der garantierten Soll-Vortriebszeit gem. Bauvertrag) erhöht und sich daher die daraus resultierenden Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) aufgrund der an Gewichtung gewinnenden anteiligen unprod. Rüst- und Verteilzeiten, etc. sowie beim konventionellen Sprengvortrieb verordnet durchzuführender Bewetterung nach der Sprengung (vortriebsbedingte Stillstandszeiten) innerhalb des Abschlagszyklus anteilmäßig stärker auf den m-VT bzw. m³-VT des Ausbruchs umlegen. Dies führt in der Vergütung der klassenspezifischen Ausbruchposition zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN, den dieser mit einem Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig höherer 1. Ordnungszahl (Wechsel des Abschlagslängenbereichs – OZ¹ >>) abzuwenden versucht (≠ faire, leistungsgerechte Vergütung).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,91
l _{ABSCHLAG} [m]	1,70	1,31 ≤ l _{ABSCHLAG} ≤ 1,70
StM _{TM}	gem. Pkt. 6.2.3.1	unverändert
plangem. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	konst.
ū _m [m]	0,10	konst.
ū _p [m]	0,25	konst.
Soll-Vortriebszeit [h/m-VT]	5,6713	6,0145 ≥ h _a VKL ≥ 5,6713
EK VPos. zeitgeb. LK [€/AT]	7.200,00	unverändert
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	≤ 28,22
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	≤ 1.804,36
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	26,61
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	1.701,38

Im gegenständlichen Sachverhalt erhöht sich die effektive Vortriebszeit [h/m-VT] gegenüber der prognostizierten Vortriebszeit [h/m-VT] (garantierte Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] gem. Bauvertrag), was ebenfalls in der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu einem Vorteil des AG und zu einem Nachteil des AN

führt, da das KLIMT-Modell hierfür keine Anpassung der anteilig abrechenbaren Vortriebszeit vorsieht (**≠ faire, leistungsgerechte Vergütung**).

ad 2A/2 - effektive Abschlagslänge > prognostizierte Abschlagslänge:

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt eine Vergrößerung der Abschlagslänge gegenüber jener max. möglichen Abschlagslänge, die für die entspr. VKL gem. Abschlagslängenbereich (OZ¹ gem. ÖN B 2203-1) prognostizierend festgelegt wurde. In diesem Fall bewirkt dies einen Wechsel der VKL in eine VKL mit wertmäßig kleinerer 1. Ordnungszahl (Wechsel des Abschlagslängenbereichs - OZ¹ <<).

• **Stützmittel und Zusatzmaßnahmen:**

Die einschlägigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen sind unabhängig von der jeweiligen VKL im LV ausgeschrieben und enthalten dem Modelltenor und einer angemessenen Preisbildung gem. ÖN B 2061⁵²⁷ entsprechend die Kostenarten Lohn - jedoch lediglich nur Manipulationslohnkosten – und Material. Die **leistungsabhängige Vergütung** erfolgt bekanntlich nach **effektiver Aufmaßfeststellung** gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.5 unabhängig zur VKL.

Die Problematik einer fairen, leistungsgerechten Vergütung der klassenunabhängigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen in Bezug auf den Preisanteil Lohn infolge einer notwendigen kalkulatorischen Generierung von klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswerten, wie vglb. bei der SN SIA 198 und dem Vergütungsäquivalent LAST, ergibt sich bei der Anwendung des KLIMT-Modells insofern nicht, da hier einerseits die kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und insbesondere der Stützmaßnahmen systemimmanent zeitgeb. in eine Vorhalteposition⁵²⁸ umgelegt wird, somit keine klassenspezifisch und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten in den klassenunabhängigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen enthalten sind und andererseits für die Stützmaßnahmen - theoretisch sogar klassenabhängige - Soll-Einbauzeiten (bauzeitliche Angaben) nur für die dynamische Anpassung der Bauzeit bzw. des Vordersatzes der systemimmanenten Vorhalteposition für die zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) für einen zusätzlichen oder reduzierten Einbau an Stützmaßnahmen gegenüber den klassenabhängig prognostizierten Regelstützmaßnahmen abgefragt werden.

Der **Vorteil einer vertraglichen Angabe von Soll-Einbauzeiten** gegenüber der vertraglichen Angabe von kalkulatorischen, im augenscheinlichen Zusammenhang mit den in der Detailkalkulation des Bieters in den einschlägigen Leistungspositionen der artdifferenten Stützmaßnahmen ausgewiesenen „Regeleinbau“-Aufwandswerten für die dynamische Anpassung der Bauzeit bzw. der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) für einen zusätzlichen oder reduzierten Einbau an Stützmaßnahmen gegenüber den prognostizierten Regelstützmaßnahmen **begründet sich wie folgt:**

- Es können **sämtliche einfließenden Faktoren** der Stützmaßnahmen aus der gewählten klassenbezogenen Bau- und Betriebsweise, wie z.B. gebirgsverhaltensinduzierte besondere Einbaubedingungen, angesetzte Parallelitäten, daraus abhängige Vorgangsgleichzeitigkeiten, etc., in jeder einer VKL zugrunde liegenden **bauzeitlichen Zykluszeitbetrachtung klassenspezifisch uneingeschränkt** (hin-

⁵²⁷ siehe ÖN B 2061 (01.09.1999), Pkt. 9.1.2, Seite 13

⁵²⁸ Anm. des Verfassers: Das Steuerregulativ für die Höhe des Vordersatzes der Vorhalteposition „zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft“ bildet ebenfalls eine klassenspezifische bauzeitliche Angabe, die Soll-Vortriebszeit [h/m-VT].

sichtlich der kalkulatorischen Lohn-Preisermittlung) **beachtet werden**, da diese ohne direkten augenscheinlichen Zusammenhang zu einer im Einklang mit den zu bildenden, angemessenen Einzellohnkosten in den entsprechend klassenunabhängigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen stehenden Detailkalkulation stehen können.

- Die leistungsabhängige Preisermittlung sowie Vergütung der klassenunabhängigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen erfolgt ohne kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten der Stützmaßnahmen bei der Anwendung des KLIMT-Modells.
- Die eingangs angesprochene Problematik (vgl. u.a. SN SIA 198) entsteht nur bei der Bildung von klassenunabhängigen Soll-Einbauzeiten für einen zusätzlichen oder reduzierten Einbau an Stützmaßnahmen hinsichtlich der dynamischen Anpassung der Bauzeit bzw. zeitgeb. Lohnkosten der VT-Manschaft(en).

Um das Spekulationspotential in der vergaberechtlichen Angabe der Soll-Einbauzeiten je Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahme einzuschränken, **sind hier in der Ausschreibung** aufgrund des fehlenden, augenscheinlich direkten Zusammenhangs zur kalkulatorischen Preisbildung in den einschlägigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen bzw. in der Vorhalteposition der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) - im Gegensatz zur Abfrage von Aufwandswerten - **klassenspezifische Ober- und Unterschranken einzuführen**. In wie weit dies die Freiheit der Bieter und deren Kreativität hinsichtlich einer optimalen Gestaltung der Bau- und Betriebsweise einschränkt, wird anhand von zu sammelnder Praxiserfahrung auszuwerten sein.

Zufolge der erforderlichen Angabe der Ober- und Unterschranken deutet jedoch auch hier alles darauf hin, dass aufgrund des vermehrt entstehenden Arbeitsaufwandes - jedoch nur in der kritischen Vortriebszeitermittlung, nicht in der Lohn-Preisbildung in den einschlägigen LV-Positionen - und in der dadurch entstehenden Komplexität in der Vergütung und bei der Abwicklung von Zusatzangeboten die Angabe der Soll-Einbauzeiten leider nicht klassenabhängig erfolgen wird (= **klassenunabhängige „Regeleinbau“-Zeiten der artdifferenten Stützmaßnahmen mit Gültigkeit in jeder VKL hinsichtlich der bauzeitlichen Zuschlags- bzw. Nachlassrechnung**). Somit würde die sinngemäße Problematik - jedoch nur aus bauzeitlicher Sicht für einen zusätzlichen oder reduzierten Einbau an Stützmaßnahmen gegenüber den klassenabhängig prognostizierten Regelstützmaßnahmen - bei der kalkulatorischen Generierung von klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Zeiten wie vglb. bei der kalkulatorischen Generierung von klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswerten entstehen.

In den folgenden Szenarien I und II wird wieder im Vergleich zur ÖN B 2203-1 vorausgesetzt, dass die Bewertungsfläche (A_B), das Übermaß (\ddot{u}_m) und das Überprofil (\ddot{u}_p) konstant sind und lediglich eine artreine bzw. eine artdifferente Mengenänderung in den Stützmaßnahmen eintritt. Die Auswirkungen auf die vertraglich abrechenbare Vortriebszeit werden in Abhängigkeit vom Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 beschrieben.

- **Szenario I** (vgl. Szenario 3 bei ÖN B 2203-1):
 - **A: effektive Abschlagslänge = prognostizierte Abschlagslänge** gem. Bauvertrag, d.h. keine Änderung in der Art der Leistung bzw. in den Umständen der Leistungserbringung
 - **B: tatsächliche Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen \neq prognostizierte Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen** gem. Bauvertrag, d.h. Mengenänderung der Stützmaßnahmen

→ **artreine Mengenänderung - tatsächliche Menge der Stützmaßnahmen < bzw. > prognostizierte Menge der Stützmaßnahmen:**

Das vorhandene Gebirgsverhalten erlaubt bzw. erzwingt vor Ort den Einbau einer reduzierten bzw. erhöhten Menge an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen, als für die entspr. VKL prognostiziert wurde. In diesem Szenario weichen die effektiv eingebauten Stützmaßnahmen von den eingangs prognostizierten Stützmaßnahmen mengenmäßig (pro m-VT) ab, es bleibt jedoch der Einheitspreis des Ausbruchs, der jeweiligen Stützmaßnahmen, der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) und die garantierte Soll-Vortriebszeit der VKL unverändert (wie bei der ursprüngl. Intention der ÖN B 2203-1 innerhalb des Geltungsbereiches). Die Mengenänderung der Stützmaßnahmen wird durch Vordersatzanpassung der entspr. Leistungsposition im LV berücksichtigt (siehe Pkt. 6.2.3.4.2).

Da sich eine Mengenänderung der Stützmaßnahmen wissentlich auf die ursprünglich prognostizierte Soll-Vortriebszeit kritisch auswirkt, wird die Änderung der Menge an Stützmittel und Zusatzmaßnahmen durch Berücksichtigung der vertraglich fixierten Soll-Einbauzeiten bei der Ermittlung der abrechenbaren (Sollte-)Vortriebszeit für die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst., insbesondere der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en), während des Vortriebs gem. der dargestellten bauzeitlichen Zuschlags- bzw. Nachlassrechnung unter Pkt. 6.2.2.1 erfasst (= **faire, leistungsgerechte Vergütung**).

	Regelvortrieb:	modifizierter Regelvortrieb:
Klassifikation (VKL)	5/5,91	5/5,91
l _{ABSCHLAG} [m]	1,70	unverändert
StM _{TM}	gem. Pkt. 6.2.3.1	artrein verändert
plangem. Ausbruchsprofil [m ²]	63,94	konst.
ü _m [m]	0,10	konst.
ü _p [m]	0,25	konst.
Soll-Vortriebszeit [h/m-VT]	5,6713	abrechenbare VT-Zeit monatlich anpassbar
EK VPos. zeitgeb. LK [€/AT]	7.200,00	unverändert
progn. LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	veränderlich
progn. LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	veränderlich
abrechenbare LK/m ³ -VT [€/m ³]	26,61	leistungsgerecht
abrechenbare LK/m-VT [€/lfm]	1.701,38	leistungsgerecht

○ **Szenario II** (vgl. Szenario 5 bei ÖN B 2203-1):

- **Leistungsänderung in den Stützmittel und Zusatzmaßnahmen**, d.h. Art und Menge der Stützmaßnahmen vor Ort ≠ Art und Menge der Stützmaßnahmen gem. Bauvertrag

→ **artdifferente Mengenänderung - tatsächliche Art (und Menge) der Stützmaßnahmen < bzw. > prognostizierte Art (und Menge) der Stützmaßnahmen:**

Das vorhandenen Gebirgsverhalten erzwingt eine Änderung der Art und u.a. auch eine ev. begleitende Änderung der Menge der Stützmaßnahmen gegenüber jenen, die für die entspr. VKL prognostizierend zur VT-Klassifikation zugrunde gelegt wurden. Zufolge selbiger, wie bereits bei der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 durchgeführten Artänderung in den Stützmaßnahmen

(vermörtelte Spieße anstatt der ursprünglich prognostizierten unvermörtelten Spieße) ist bei dieser Simulation über die diesbzgl. Auswirkungen infolge der Anwendung des KLIMT-Modells mehr Aufschluss zu erlangen.

Die Berechnung der kalkulierten Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] für die Prognosemenge des Bedarfs an Stützmaßnahmen stellt wiederum die Bezugsquelle dar:

-	Vortriebszeit der VKL 5/5,91 auf Basis der Prognose (= Soll):	5,6713	h/m-VT
	bzw.	0,2363	AT/m-VT
	Vorhalteposition „zeitgeb. Kosten der VT-Mannschaft“:		
	Vordersatz	= 0,2363	AT/m-VT
	Einheitslohnkosten = 6 Mann x 50,00 €/h x 24,0 h/AT	= 7.200,00	€/AT
	Lohnkosten/m-VT = 0,2363 AT/m-VT x 7.200,00 €/AT	= 1.701,38	€/m-VT
-	Vortriebszeit der VKL 5/5,91 auf Basis der Prognose (= Soll):	5,6713	h/m-VT
	bzw.	0,2363	AT/m-VT
	Änderung der Art der Stützmaßnahmen, z.B. Spieße vermörtelt, l=6,00m		
	- 28,24 Stk/m-VT x 2,50 min/Stk : (60 min/h x 24,0 h/AT)	= - 0,0490	AT/m-VT
	+ 28,24 Stk/m-VT x 3,90 min/Stk : (60 min/h x 24,0 h/AT)	= + 0,0765	AT/m-VT
	Σ Vortriebszeit pro m-VT (= Sollte):	0,2638	AT/m-VT
	Vorhalteposition „zeitgeb. Kosten der VT-Mannschaft“:		
	Vordersatz	= 0,2638	AT/m-VT
	Einheitslohnkosten = 6 Mann x 50,00 €/h x 24,0 h/AT	= 7.200,00	€/AT
	Lohnkosten/m-VT = 0,2638 AT/m-VT x 7.200,- €/AT	= 1.899,03	€/m-VT
-	<u>nach ÖN B 2203-1 (im Vergleich):</u>		
	modifizierte Lohnkosten/m-VT	= 1.899,03	€/m-VT

Durch das KLIMT-Modell werden ebenfalls Art- und Mengenänderungen in den Stützmaßnahmen leistungsgerecht monatlich erfasst und fair vergütet, daraus kann in Analogie zum Entwurfscharakter dieses Vergütungsmodells weiters geschlossen werden, dass auch all jene Leistungsänderungen innerhalb des Vortriebsbereiches in Bezug auf eine VKL aus diversen Zusatzaufträgen mit beinhaltend vereinbarten bauzeitlichen Angaben erfasst und fair vergütet werden können (= faire, leistungsgerechte Vergütung). Es ist lediglich anzumerken, dass geändert anfallende unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingte Stillstandszeiten, etc. zufolge Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL bei der Vergütung der zugehörigen Vorhalteposition der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) nicht leistungsgerecht abgegolten werden, da in den fixierten Vorgaben der Soll-Vortriebszeiten der zugehörigen VKL die aus den progn. Stützmaßnahmen zugrunde liegenden unprod. Rüst- und Verteilzeiten, vortriebsbedingte Stillstandszeiten, etc. enthalten sind.

Die Anpassung der abrechenbaren Vortriebszeit ist durch die bauzeitliche Zuschlags- und Nachlassrechnung des KLIMT-Modells auf Basis jeder Abschlagsrechnung (Teilrechnung) schlussrechnungsmäßig durchführbar und wird auch von ev. Zusatzaufträgen nicht beeinflusst. Damit ist mit jeder Abschlagsrechnung auch zugleich die monatliche vertragliche Berechnung der Soll(te)-Vortriebszeit - wie vglb. beim LAST-Modell - ermöglicht⁵²⁹. Die unter Pkt 5.1.3.5.2 angeführten diesbzgl. Nachteile der VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittel-

⁵²⁹ vgl. Fischer (2000) in Felsbau Nr. 5, Seite 63

zahl gem. ÖN B 2203-1 bei (bloßer) Mengenänderung der Stützmaßnahmen werden dadurch vollständig vermieden.

- **Mehrausbruch:**
 - **Mehrausbruch für das Vorhalten des Übermaßes (\ddot{u}_m):**
siehe dem Sinn nach Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch;
 - **Mehrausbruch hinsichtlich einer Abhängigkeit zur Grenzfläche A:**
siehe dem Sinn nach Pkt. 5.1.3.5.2/Mehrausbruch;

- **Bergwassererschwernis:**
siehe Pkt. 5.1.3.5.2/Bergwassererschwernis;

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.):**
Die zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs werden bei der Anwendung des Vergütungsmodells KLIMT nach dem selben Prinzip anhand der LV-Position II (Vorhalteposition) lt. Bauzeitmodell gem. ÖN B 2203-1 (siehe Abbildung 5-5), durch die vertraglich ermöglichte Dynamik anhand der Steuerung des Vordersatzes unter Einfluss der tatsächlichen VKL-Verteilung mit der im KLIMT-Modell integrierten bauzeitlichen Zuschlags- und Nachlassrechnung anpassbar vergütet.

Beim Zusammentreffen von **unterschiedlichen VKL getrennt beinhaltender, konventioneller Lösemethoden** Bagger- und Sprengabbau im zyklischen Vortrieb zeigt diese Kombination auch bei der **Anwendung des KLIMT-Modells** wiederum die **gleichen Auswirkungen auf die (Vor-)Kalkulation und Vergütung der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs** aufgrund des veränderlichen Baugrunds (siehe Pkt. 5.1.3.5.2).

B.) Fortsetzung der Vergütungssituation bei der Anwendung des KLIMT-Modells
(Vergleichsbasis der Vergütungssituation zur ÖN B 2203-1 inkl. klassischem VMod mittels Stützmittelzahl (OZ^I) bei neuklassifizierter Stützmittelzahl außerhalb einer VKL gem. normkonformer VKL-Matrix)

Theoretisch reicht bei der Anwendung des KLIMT-Modells aufgrund der gewährten Flexibilität in der leistungsabhängigen Vergütung die Anzahl der für die Vertragsabwicklung erforderlichen VKL auf jeweils eine VKL im benötigten Abschlagslängenbereich zu beschränken. Zuzufolge des Entwurfscharakters sind jedoch zwei (max. drei) VKL in einem Abschlagslängenbereich - **ein kontinuierlich angrenzender VKL-Anschluss in Bezug auf die Darstellung in der VKL-Matrix ist nicht erforderlich** - vorzusehen, um in der praktischen Vortriebsphase mehrere Regelvortriebe mit der Option einer gestattenden Flexibilität vor Ort sowie u.a. auch in der leistungsabhängigen Vergütung des Ausbruchs und v.a. der Stützmaßnahmen zur Verfügung zu haben. Dadurch entsteht im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 bzgl. der für die Vertragsabwicklung erforderlichen VKL in der Hinsicht des Arbeitsaufwandes der Parteien im Zuge der Projektabwicklung streng betrachtet ein gewisser Vorteil zu Gunsten des KLIMT-Modells.

Der theoretische Gebrauch nur einer einzigen VKL je Abschlagslängenbereich, welche sodann das spezif. Gebirgsverhalten in der zugrunde liegenden techn. Lösemethode abzudecken ver-

sucht, minimiert dadurch ebenfalls die Wahrscheinlichkeit des Antreffens von vertraglich nicht vereinbarten VKL (Entfall einer Anwendung des Extrapolationsregulativs der ÖN B 2203-1).

C.) Fazit der Vergütungssituation

• **Lohnkosten der Bst. während des Vortriebs:**

In der Abbildung 6-15 und in der Abbildung 6-16 ist für die Änderung der Abschlagslänge und die Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen die systemintegrierte Dynamik der Verlaufsanpassung in der Erlössituation der Lohnstunden pro m-VT infolge der leistungsabhängigen Vergütung bei der Anwendung des KLIMT-Modells im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 graphisch veranschaulicht.

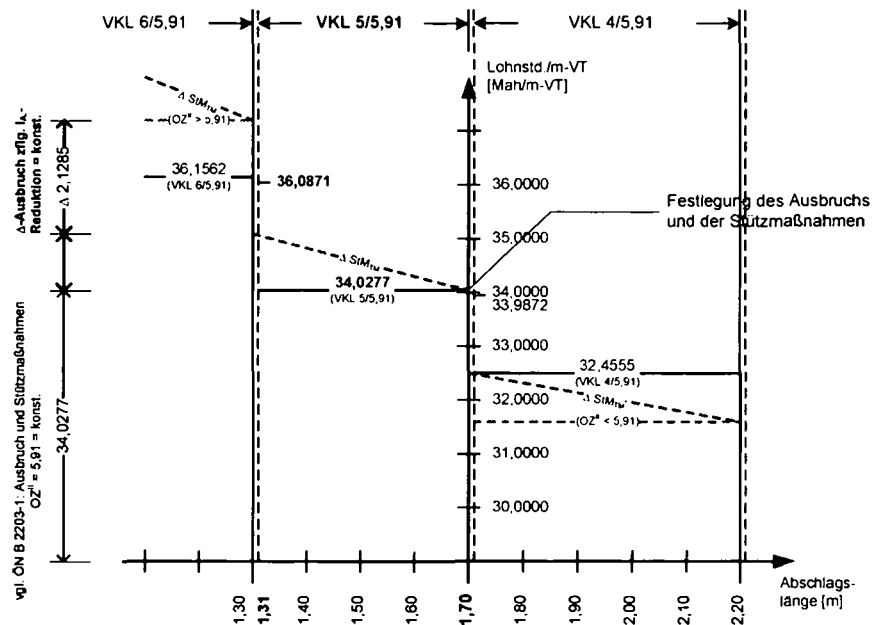


Abbildung 6-15: Vergleich KLIMT-Modell vs. klassisches VMod gem. ÖN B 203-1 - **sprunghafter Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **außerhalb** des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2203-1 bei Anwendung des KLIMT-Modells (Darstellungsbezug: $OZ'' = konst.$)

- ad Änderung der Abschlagslänge:
siehe Pkt. 6.1.3.5.2 B/ad Änderung der Abschlagslänge - vgl. Erläuterungen sinngemäß bezogen auf das KLIMT-Modell;
- ad Mengenänderung der Stützmaßnahmen:
siehe Pkt. 6.1.3.5.2 B/ad Mengenänderung der Stützmaßnahmen - vgl. Erläuterungen sinngemäß bezogen auf das KLIMT-Modell;

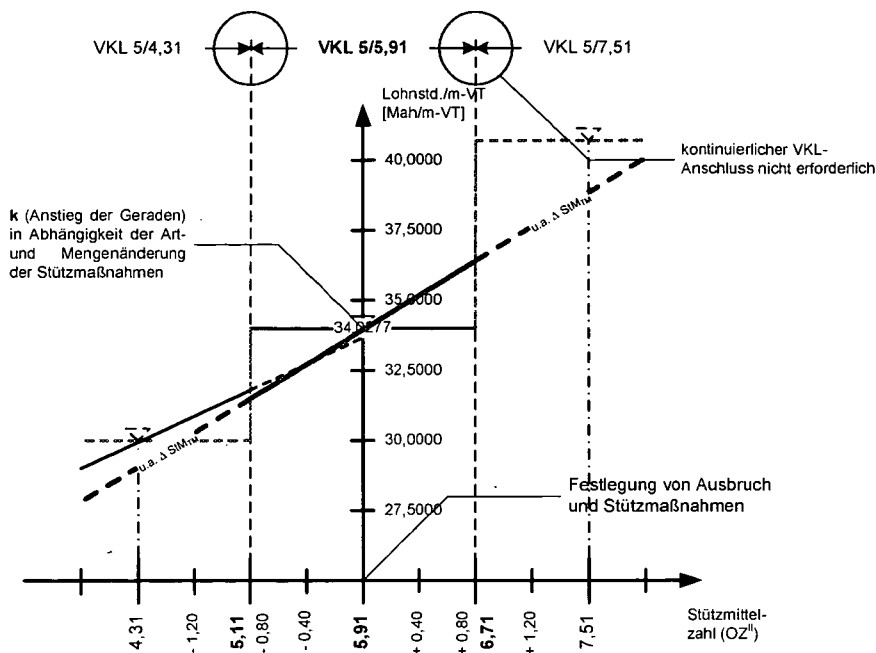


Abbildung 6-16: Vergleich KLIMT-Modell vs. ÖN B 2203-1 - **linear stetiger Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **innerhalb** des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2003-1 bei Anwendung des KLIMT-Modells
(Darstellungsbezug: $OZ^I = \text{konst.}$)

- **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.) während des Vortriebs:**
 - ad Änderung der Abschlagslänge:
Eine zulässige Änderung der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich ändert auch bei der Anwendung des KLIMT-Modells den Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs nicht (trotz Beeinflussung der vertraglich garantierten Vorgabe der klassenabhängigen Soll-Vortriebszeit [h/m-VT]); erst bei **Wechsel des Abschlagslängenbereiches** (VKL-Wechsel) kommt es im Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu einem **systemimmanenten Vergütungssprung**, wie in den Gleichungen unter Pkt. 6.2.2.1 vorgegeben.
 - ad Art und Mengenänderung der Stützmaßnahmen:
Durch die **alleinige Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen im klassifizierten Abschlagslängenbereich** kommt es im Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs auf Basis der zuvor mehrfach dargestellten Gleichung zu **keinem Vergütungssprung**. (Die anteilige Anpassung des Vordersatzes der diesbzgl. Vorhalteposition erfolgt über die zeitabhängigen Vorgaben der jeweiligen Soll-Zeitangaben eines zusätzlichen oder reduzierten Einbaus der Stützmaßnahmen von der zugrunde liegenden VKL unter Anwendung der Gleichungen unter Pkt. 6.2.2.1; der Verlauf der Erlössituation bleibt bei der Anwendung des KLIMT-Modells bezogen auf die jeweilige VKL unter **Ausschluss eines VKL-Wechsels linear**.)

→ **generelle Auswirkung(en):**

Aus obigem Vergleich ist erkennbar, dass bei Anwendung der Vergütungsalternative KLIMT-Modell fairer und leistungsgerechter vergütet wird und ebenso wie bei Anwendung des Vergütungsmodells LAST weniger Anreiz geboten ist, die Festlegung der auf das spezif. Gebirgsverhalten abzustimmenden Abschlagslänge und der Stützmaßnahmen an den wirtschaftlichen Interessen zu orientieren. Dieser Umstand ist daher für die Intention der Vorgehensweise nach dem tatsächlichen spezif. Gebirgsverhalten und einer zu treffenden Ausbaufestlegung im Einvernehmen beider Vertragsparteien sehr dienlich.

Der theoretische Gebrauch nur einer einzigen VKL je Abschlagslängenbereich beruht beim KLIMT-Modell im Vergleich zum LAST-Modell ebenfalls auf der strikten Trennung der Leistungsänderungen im Ausbruch und v.a. in den Stützmaßnahmen. Dies hat auch hier zur Konsequenz, dass diese VKL-bestimmenden, aus der Prognose vorhersehbaren Leistungsänderungen nicht mehr gemeinsam betrachtet werden müssen und daher zumindest **auf Basis der Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen die Abrechnung des Projekts monatlich schlussrechnungsmäßig gewährleistet** wird. Die vertragliche Vortriebszeit kann daher im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 mit jeder Abschlagsrechnung eindeutiger berechnet werden. Unabhängig davon bleibt dem AN auch bei der Anwendung dieses Modells das Recht gewahrt, ev. Mehrkostenansprüche zufolge Matrix-bestimmender Leistungsänderungen v.a. im Ausbruch inkl. davon abhängiger zeitgeb. Kosten der Bst. (insbesondere der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)) während des Vortriebs geltend zu machen.

6.2.4 Zusammenfassung

6.2.4.1 Gebirgscharakterisierung (geotechnische Klassifikation)

siehe Pkt. 5.1.4.1

6.2.4.2 Vortriebsklassifikation

Das reine Vergütungsmodell KLIMT ist als alternatives Modell zum klassischen Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 zur verbesserten Regelung der leistungsabhängigen Vergütung anzusehen, da es wiederum der konsequenten Anwendung einer an die Gebirgsverhältnisse flexibel anpassbaren Tunnelbaumethode entgegen kommt und mitunter der Zwang der eng begrenzten Stützmaßnahmenabgrenzung durch den Modellcharakter hinsichtlich der ansonsten entstehenden, nicht kalkulierbaren wirtschaftlichen Risiken seitens des Bieters bzw. des künftigen AN entfällt.

Das KLIMT-Modell ist m.E. kein völlig neu entwickeltes Vergütungsmodell aufgrund der Behandlung der Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) während des Vortriebs in Analogie zu den zeitgeb. Baustellengemeinkosten des klassischen Vergütungsmodells mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1, sondern entspricht eher einer konsequenten Weiterentwicklung der bestehenden Norm.

→ **zusammengefasstes Ablaufschema der Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1 unter alternativer Anwendung des KLIMT-Modells:**

- **1.-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe** auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens

→ Vorteil(e):

- **geringe Anzahl an VKL** (geringer Arbeitsaufwand beider Vertragsparteien im Zuge der Vertragsabwicklung)

- **zeitgeb. kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** (systemimmanente Eigenschaft des Modells)

→ Problem(e):

- **kalkulatorische Generierung klassenunabhängig geregelter Soll-Einbauzeiten für die Stützmaßnahmen**
(theoretisch möglich: vertragliche Angabe von klassenabhängigen Soll-Einbauzeiten für die Stützmaßnahmen)

- **Ausbaufestlegung(en)** - ohne wirtschaftliches Interesse
- **keine eigenständige Neuklassifikation** jedes einzelnen Abschlags **für die Vergütung** auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens (Anm.: vertragliche Vorgaben von Soll-Einbauzeiten der Stützmaßnahmen als Alternative zur Anwendung der Bewertungsfaktoren, somit der Stützmittelzahl)

→ Vorteil(e):

- It. bekannt erwartbarer Abweichungsszenarien (u.a. VKL-bestimmende Leistungsänderungen) aus der Prognose gewähren die **formulierten Entgeltanpassungsmechanismen z.T. ein Nachfahren der tatsächlich erforderlich werdenden Lohnkosten**
(Anpassung begünstigt durch eine vorhandene zeitgeb., kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen)
- **z.T. dynamische Vergütungsregelung des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL**
 - bei Änderung der Abschlagslänge nicht vorgesehen jedoch geregelt
 - bei Änderungen der Stützmaßnahmen in Art und Menge vorgesehen und geregelt

→ Problem(e):

- **starre Vergütungsregelung des Ausbruchs**
 - v.a. bei der Änderung der Abschlagslänge
- **z.T. sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden**
- **z.T. sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst.**

→ **Auswirkung(en) inkl. Vorgabe eines zu erreichenden Verbesserungspotentials:**

- **tlw. VKL-bestimmende, aus der Prognose wissentlich erwartbare Leistungsänderungen lassen noch keine monatliche schlussrechnungsmäßige Abrechnung zu sowie ein eindeutiger, signifikanter Soll(te)-/Ist-Vergleich der terminlichen und kostenmäßigen Situation ist nur auf Basis der Stützmaßnahmen monatlich ermöglicht**

→ *dynamische Vergütungsregelung des Ausbruchs*

- **vorhanden formulierte Entgeltanpassungsmechanismen stellen tlw. noch keine faire und leistungsgerechte Vergütung des AN sicher**

- *Verhinderung einer kalkulatorischen Generierung klassenunabhängig geregelter Soll-Einbauzeiten für die Stützmaßnahmen*
- *weitere Glättung des sprunghaften Verlaufs in der Erlössituation der Lohnstunden und in den zeitgeb. Kosten der Bst.*

Auch hier gilt, dass bei seriöser Anwendung des KLIMT-Modells, trotz der generellen Auffassung der weiter bestehenden Zuteilung des Baugrundrisikos in die AG-Sphäre, m.E. nicht die Meinung vertreten werden kann, eine zu detaillierte Vergütungsregelung von Ausbruch, Stützmaßnahmen und speziell der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs würde den Anschein einer Herstellkostenerstattung mit vereinbartem Gesamtzuschlag (Regiepreisvertrag - siehe Pkt. 2.5.3.1.2) erwecken, weil sich das Einzelkosten- und das Bauzeitrisiko des AN auf Basis des gegenständlichen Einheitspreisvertrages (siehe Pkt. 2.5.3.1.1) erheblich vermindern. Die jeweilige Quantifizierung der vertraglich zu vereinbarenden Entgeltanpassungsmechanismen ist ja weiterhin dem freien, lauterem Wettbewerb am Baumarkt unterstellt (D.h. die im Angebot bzw. folglich im Vertrag angegebenen Soll-Einbauzeiten der Stützmaßnahmen sind dem freien, lauterem Wettbewerb am Baumarkt unterworfen und nicht wettbewerbsneutral vorgegeben, wie die bei der VT-Klassifikation inkl. klassischen Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 in Anwendung gelangenden normierten Bewertungsfaktoren.)

7 NORMENKLASSIFIZIERUNGEN INKL. FORMULIERTER VERGÜTUNGSMODELLE IM VERGLEICH

Die aus den jüngsten Entwicklungen der VT-Klassifikation samt zugehörig formulierter Vergütungsmodelle ableitbare primäre **Zielvorstellung ist die Förderung der technisch-wirtschaftlichen Optimierung**, indem die leistungsabhängige Vergütung in Form von vertraglich vereinbarten Entgeltanpassungsmechanismen den tatsächlich erforderlich werdenden Kosten aus ev. eintretenden klassenbeeinträchtigenden, jedoch aus der Prognose erwartbaren Leistungsänderungen kontinuierlich fair „nachfahren“ kann. Einen daraus resultierend entstehenden „Mehr“-Arbeitsaufwand beider Parteien gilt es aber auch in den einzelnen Phasen der Projekt- bzw. Vertragsabwicklung in Grenzen zu halten.

Die nachstehend zusammengefasste Kriterienübersicht - Darstellung einer Beurteilung ausgewählter Kriterien der Normenklassifizierungen inkl. der zugehörig formulierten Vergütungsmodelle aus den Erkenntnissen der vorangegangenen Analysen und unter Berücksichtigung der Erfahrungen von FISCHER und PURRER - stellt die Modelleignung und -tauglichkeit bei praktischer Anwendung im Fokus einer fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN in vergleichender Gegenüberstellung dar:

Nr.:	Kriterium:	Eigenschaft:	ÖN B 2203-1 OZ' + OZ''	SN SIA 199	DIN 16312	LAST	KLIMT	
VT-Klassifikation:								
1	Geologie	Erkundungsgrad u. Prognosesicherheit hinsichtlich der Klassenverteilung (Feedback auf geologische Variation, Störzonen, etc.)	hoch	++	++	+	++	
		gering	o	o	-	+	+	
2	Konstruktion	plangem. Ausbruchprofil (Feedback auf Anwendungsgebiet im Zusammenhang mit der Stabilität der Matrix)	≤ 25 m²	-	o	-	+	
		25 - 75 m²	+	+	o	++	++	
		≥ 75 m²	++	++	o	++	++	
3	verfahren	Bau- und Betriebsweise	einfach	++	++	+	gem. ÖN B 2203-1	
			komplex	o	+	o	gem. ÖN B 2203-1	
		Sonderbauweisen (Firststollen, Ulmenstollen, etc.)	vorhanden	-	+	o	+	++
		Betriebsweise (Längsentwicklung bzw. -ablauf)	völlig entkoppelt	++	+	+	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1
			kurzer Ringschluss	o	+	+		
		Bauhilfsmaßnahmen und Zusatzmaßnahmen ohne Bewertung (Rohrschirm, DSV, Vereisung, etc.)	vorhanden	o	o	?	+	++
4		Mehrausbruch	vorhanden	++	o	o	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1
5	Erschweris	Wassererschweris	vorhanden	++	+	o	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1
6		Mixed-Face-Bedingungen	vorhanden	++	?	?	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1
Parameter für die Regelung der leistungsabhängigen Vergütung:								
7		VT-Geschwindigkeit bzw. Soll-Vortriebszeit:	- vertraglich - konst. / VKL	- vertraglich - konst. / AK	?	- vertraglich - konst. / VKL	- vertraglich - variabel / VKL	
8		Regeleinbau-Aufwandswert bzw. Soll-Einbauzeit:	?	- kalkulatorisch	?	- vertraglich - kalkulatorisch	- vertraglich - bauzeitlich	
9		variables Bauzeitmodell während Vortrieb:	+	++	?	+	+	
10		Eindeutigkeit des Gefügesbereiches einer VKL, AK, SK, ...:	+(+)	o	-	++	++	
11		Grundlage der leistungsabhängigen Vergütung:	2 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - Vergütung (theoret. jeder Abschlag)	2 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - Vergütung (variablen)	1 Klassifikationen - Angebot, Vergabe	1 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - dynamische Anpassung durch Bieterangeben (Kalkulation)	1 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - dynamische Anpassung durch Bieterangeben (Bauzeit)	
leistungsabhängige Vergütung:								
12	VKL bezogen	Variation der Abschlagslänge	hoch	-	+	?	gem. ÖN B 2203-1	
			gering	o	+	?	gem. ÖN B 2203-1	
13	VKL bezogen	Variation der Stützmaßnahmen	hoch	o	+	-	+	
			gering	+	+	-	++	++
14	VKL bezogen	Variation des Übermaßes (ü _m), Überprofil (d), etc.	hoch	+	-	-	+	
			gering	++	o	o	++	gem. ÖN B 2203-1
15	Bauzeit bezogen	Variation der VKL (VKL-Wechsel)	hoch	o	+	?	+	
			gering	+	++	?	++	gem. ÖN B 2203-1
16	Bauzeit bezogen	Variation der Lösemethode	hoch	-	+	?	gem. ÖN B 2203-1	
			gering	+	++	?	gem. ÖN B 2203-1	
Auswirkungen:								
17		Lohnkosten Ausbruch	- konst. in VKL - sprunghaft	- konst. in AK - sprunghaft	- konst. in VKL - sprunghaft	- konst. in VKL - sprunghaft	- in VP ZGLK - sprunghaft	
18		Lohnkosten Stützmaßnahmen	- konst. in VKL - sprunghaft	- separat je LP - anpassbar	- konst. in VKL - sprunghaft	- separat je LP - anpassbar	- in VP ZGLK - anpassbar	
19		zeitgeb. Kosten	- sprunghaft	- sprunghaft	- sprunghaft	- linear (ohne VKL-Wechsel)	- linear (ohne VKL-Wechsel)	
20		Ermittlung d. zeitkrit. Wegs bei VKL-best. Leistungsänderungen	o	o	-	+	+	

Tabelle 7-1: beurteilte Kriterienübersicht der Normenklassifizierungen inkl. ihrer formulierten Vergütungsmodelle

Die Tabelle 7-1 zeigt mitunter, dass das durch die Anwendung des KLIMT-Modells erzielte Verbesserungspotential in der leistungsabhängigen Vergütung sowie dessen Auswirkungen auf die Verlaufsituationen des Erlöses der Lohnstunden und der zeitgeb. Kosten der Bst. eindeutig auf die Tendenz zurückzuführen ist, variable Kosten - v.a. sofort ausgabenwirksame Kosten a.d.S. des Unternehmers, wie z.B. Lohn-, Gehaltskosten, Reparaturentgelt der Leistungs- und Vorhaltegeräte, etc. - von stark mengen-variablen klassenspezifischen Leistungen im Untertagebau in eigenen klassenunabhängigen Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen des LV zeitabhängig (i.S. von Kosten der Betriebsbereitschaft des Unternehmers) zu erfassen und im Zuge einer leistungsabhängigen Vergütung durch vertragliche, detailliert verfasste Entgeltanpassungsmechanismen (u.a. Regulative für eine automatische, an die dynamisch abrechenbare Bauzeit gekoppelte Vordersatzanpassung der entsprechenden zeitgeb. LV-Positionen anhand vertraglich zu vereinbarenden, klassenspezifisch abzufragender Leistungsangaben) - begünstigt durch die Existenz ei-

nes **zweckorientierten geotechnischen Klassifizierungssystems inkl. eines formulierten, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells** (siehe Pkt. 2.5.4) - deren zeitabhängiges Vergütungsausmaß und die davon abhängige Vergütungshöhe zu regeln.

Diese Vorgehensweise beinhaltet einerseits diverse Vorteile für die Vertragsparteien, wie z.B. ...

Vorteile des AN:

- allgem. Kalkulationsrisiko sinkt
- betriebswirtschaftliche Verschiebung von variablen Kosten (kausal durch die Bauproduktion verursacht) zu fixen Kosten (vglb. mit Kosten der Betriebsbereitschaft)
- zeitgeb., kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen

Vorteile des AG:

- Kostenumlagen seitens des AN fallen weitgehend weg
- Spekulationspotential im Angebot des AN sinkt
- wesentliche Kosten der Bauproduktion im Zuge der Angebotsprüfung leichter auf Angemessenheit zu prüfen (Ersparnis an Arbeitsaufwand)
- Zusatzangebote infolge Leistungsänderung leichter handhabbar (keine mengengebundene kalkulatorische Erfassung und Verknüpfung von klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen)

... sowie andererseits ist damit in der Praxis folgende **irrtümliche Vorstellung** behaftet:

Bedingt durch eine detaillierte Formulierung von vertraglichen Entgeltanpassungsmechanismen, die u.a. auch bei möglich erwartbaren Abweichungen von der Prognose (v.a. klassenbestimmende Leistungsänderungen) das „Nachfahren“ der dadurch tatsächlich erforderlich werdenden Kosten seitens des AN bei stark mengenvariabel beschriebenen Bauleistungen des AG immer mehr kontinuierlich ermöglichen, sodann das Baugrundrisiko weiterhin vollständig beim AG liegen soll, würde der Einheitspreisvertrag an ursprünglicher erfolgsbezogener Charakteristik (Verminderung des Einzelkosten- und Bauzeitrisikos) verlieren und die „regiebezogene“ Charakteristik einer Herstellkostenerstattung mit vereinbartem Gesamtzuschlag für den Unternehmer bzw. AN annehmen.

An dieser Stelle ist explizit unter Verweis auf Pkt. 2.5.3.1 klarzustellen, dass bei einer charakteristischen Herstellkostenerstattung dem Unternehmer die nachgewiesenen - zumeist identisch mit den tatsächlich entstandenen - Produktionskosten (Personal-, Material-, Geräte-, Fremdleistungskosten, etc.) zuzüglich eines vereinbarten Gesamtzuschlages vergütet werden, hingegen beim erfolgsbezogenen Einheitspreisvertrag dem Unternehmer die nachgewiesenen Mengen von in einem LV vereinbarten Einzelleistungen bzw. u.a. abgefragten Leistungsangaben zu festgelegten, dem freien und lauterem Wettbewerb unterstellten Einheitspreisen bzw. Soll-Wertangaben vergütet werden, wobei zuletzt angeführtes bei den gegenständlichen, „jüngeren“ Vergütungsmodellen der Normenklassifizierungen auf Basis eines Leistungsvertrages mit beinhaltender konstruktiver, dynamischer LB weiterhin zu trifft.

Diese Tatsache lässt folglich die Schlussfolgerung zu, um weitere für die Glättung der Verläufe in der Erlössituation der Lohnstunden und der zeitgeb. Kosten der Bst. erforderliche Entgeltanpassungsmechanismen in ein VT-Klassifizierungsmodell aufnehmen zu können - wie z.B. eine

- **dynamische Vergütungsregelung für den Ausbruch**

- v.a. bei der Änderung der Abschlagslänge

- *aufgrund noch bestehendem sprunghaften Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden sowie*

- *bestehendem sprunghaften Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst.*

- die idealerweise kontinuierlich den tatsächlich entstehenden, auf einer vertraglichen Basis nachweisbaren Aufwänden seitens des AN entsprechen, muss daher im Gegenzug für den AG der Anreiz des AN für seine unternehmerische Erfolgsbezogenheit - unternehmerische Motivation für ein strikt leistungsorientiertes und v.a. wirtschaftliches Tätigsein - in der Leistungserbringung gesteigert werden.

Unter Zuhilfenahme der dargestellten Situation in Tabelle 7-1 wird vom Verfasser in weiterer Folge für eine den Fortschritt fördernde, konsequente Weiterentwicklung der VT-Klassifikation inkl. eines zu formulierenden Vergütungsmodells für Untertagebauarbeiten mit dem Primärziel, eine faire Verbesserung in der leistungsabhängigen Vergütung für die Vertragsparteien zu erreichen, die VT-Klassifikation und im Speziellen die Vergütungsalternative KLIMT gem. ÖN B 2203-1 als Bezugsbasis verwendet.

8 WEITERENTWICKLUNG EINES LEISTUNGSGERECHTEN VERGÜTUNGSMODELLS

In diesem Kernkapitel der Arbeit soll ein faires und leistungsgerechtes Vergütungsmodell auf Basis der vorliegenden ÖN B 2203-1 (01.12.2001) unter Einbezug einer wirtschaftlich impulsgebenden bzw. einer den Anreiz für die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung steigernden Adaption der (Vor-)Kalkulation hinsichtlich der Ermittlung von leistungsabhängigen Herstellkosten weiterentwickelt werden.

Auch dem vorrangigen Bestreben weitere Variablen der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT, auf Grundlage des in der AG-Sphäre zu vertretenden Baugrundrisikos, in der VT-Klassifikation dynamisch anpassbar zu regelmentieren (v.a. VKL-bestimmende, aus der Prognose wissentlich erwartbare Leistungsänderungen), kann durch folgenden Schritt - ein nachstehend angeführter Lösungsvorschlag mit beinhaltendem, erörterten Verbesserungspotential in der leistungsabhängigen Vergütungssituation unter Beachtung der bislang erwähnten Vor- und Nachteile der Normklassifizierungen - genüge getan werden.

8.1 Entwicklung des AFL-Modells

Das Vergütungsmodell **AFL** - die Kurzbezeichnung leitet sich von den Adjektiven **anreizsteigernd** (siehe Pkt. 8.1.1), **fair und leistungsgerecht** ab - beruht auf einer zweckmäßigen Zusammenführung existierender, in der gegenständlichen Arbeit zuvor beschriebener und ausführlich diskutierter Normklassifizierungen mit dem Schwerpunkt der VT-Klassifikation gem. ÖN B 2203-1 bzw. im Speziellen der Vergütungsalternative KLIMT und stellt daher aus der Sicht des Verfassers dieser Dissertation eine konsequent weiterentwickelte Vergütungsmodifikation - eine alternative, jedoch weiterhin geeignete, objektive und nachvollziehbare Grundlage für die Projektabwicklung - im Sinne der ÖN B 2203-1 dar.

Um in der ÖN B 2203-1 eine optionale Möglichkeit der Anwendung des in Folge als alternativ zu betrachtenden Vergütungsmodells AFL berücksichtigen zu können, ist einerseits nachstehende Adaption der (Vor-)Kalkulation hinsichtlich der Ermittlung von leistungsabhängigen Herstellkosten zweckmäßig und sind andererseits im Folgenden angeführte Generierungen von zusätzlichen sowie Ergänzungen in den bereits bestehenden Entgeltanpassungsmechanismen einzuführen:

8.1.1 Adaption der (Vor-)Kalkulation hinsichtlich der Ermittlung von leistungsabhängigen Herstellkosten

Diese, im Folgenden veranschaulichte Idee zur Adaption der (Vor-)Kalkulation hinsichtlich der Ermittlung von leistungsabhängigen Herstellkosten im Untertagebau lässt sich von der Kalkulationssystematik StilfOs⁵³⁰ - Baupreisbildung mit kalkulatorischer Verknüpfung von zeit- und leistungsbezogenen Vergütungselementen - ableiten. Um die Charakteristik des, für speziell mengenvariable, zumeist unvollkommen beschriebene Bauleistungen des Spezialtiefbaus entworfe-

⁵³⁰ siehe Stadler u. Reinisch (1998) in Wirtschaftsingenieur Nr. 1, Seite 8ff.: Kalkulationssystem-StilfOs - StilfOs ist aus der künstlichen Zusammenfügung zweier Projektnamen hergeleitet, an welchen dieses System in vergleichbarer Weise erstmals Anwendung gefunden hat: Stilfontein Gold Mine, Transvaal (ZA) und Tauertunnel Oswaldberg, Kärnten (A)

nen Kalkulationsmodells StilfOs zu erläutern und zugleich die Abgrenzung zur vorliegenden Arbeit aufzuzeigen, ist nachstehender Exkurs erforderlich.

--- *Exkurs Anfang:*

→ **StilfOs:**

Bei bestimmten Bauleistungen im Fels- und Grundbau - insbesondere v.a. im Bereich der Sondermaßnahmen (Injektionen) - ergibt sich das Problem, dass diese hinsichtlich der Einschätzbarkeit der kalkulatorischen Aufwands- bzw. Leistungswerte und der erforderlichen unproduktiven Rüst- und Verteilzeiten sowie allfälligen Stillstandszeiten nicht mehr dem im BVergG 2002 bzw. in der ÖN A 2050 geforderten Kriterium der Kalkulierbarkeit (siehe Pkt. 2.4.2.2.2 sowie vgl. u.a. Pkt. 2.5.4) entsprechen.

Wird eine Bauleistung zu Regiepreisen, d.h. eigentlich zu Herstellkosten mit einem vereinbarten Gesamtzuschlag vergeben, hat der AG das Problem, dass der AN keinen Anreiz hat, mit mehr unternehmerischer Erfolgsbezogenheit - unternehmerische Motivation für ein strikt leistungsorientiertes und v.a. wirtschaftliches Tätigsein - in der Leistungserbringung als normal zu arbeiten. Wird diese Bauleistung zu Einheitspreisen vergeben, wird dem AN damit ein ungewöhnliches Wagnis überbunden, das im Vertrag nicht beschreibbar ist und vom Bieter bzw. AN daher weder beeinflussbar noch im Vorhinein kalkulierbar ist. Das Kalkulationsmodell StilfOs bietet hier daher den theoretischen Ansatz für eine neuartige Baupreisbildung (siehe Abbildung 8-1), worin die Herstellkosten in **4 Kategorien** gegliedert werden:

- **Kat. 1:** einmalige Kosten der Bst. (Baustelleneinrichtung, -räumung sowie sonstige Kosten)
- **Kat. 2:** zeitgebundene Kosten der Baustelle (u.a. Gehaltskosten, Gerätekosten sowie unproduktive und produktive Lohnkosten)
- **Kat. 3:** Kosten sonstiger Betriebsmittel (Werkzeug, Gebrauchs- und Verbrauchsmaterial) und Betriebsstoffe
- **Kat. 4:** Materialkosten der Bst.

Die Positionen des LV werden ebenfalls in **4 Kategorien** gegliedert, mit folgender Zuordnung der Herstellkosten sowie der Gesamtzuschläge zur jeweiligen LV-Position:

- **Einmalkosten der Bst. [Pos. 1]:**
Dieser LV-Position werden die einmaligen Kosten der Bst. (*Kat. 1*) zuzüglich eines ermittelten Gesamtzuschlags zugewiesen.
- **zeitabhängige (bzw. zeitbezogene) Kosten [Pos. 2]:**
Dieser LV-Position (Vorhalteposition) werden aus (*Kat. 2*) die zeitgeb. Gehaltskosten, der vollständige Anteil an AV der zeitgeb. Gerätekosten sowie ein (anzubietender) Anteil an zeitgeb. unproduktiven und u.a. produktiven Lohnkosten (z.B. MLK 80%) aus (*Kat. 2*), jedoch ohne ermittelten Gesamtzuschlag zugerechnet.
- **leistungsabhängige (bzw. leistungsbezogene) Kosten [Pos. 3]:**
Dieser LV-Position (Leistungsposition) werden die Betriebsmittel und -stoffe (*Kat. 3*), der vollständige Anteil an Rep.-Entgelt der zeitgeb. Gerätekosten (*Kat. 2*) und der verbleibende Anteil an zeitgeb. unproduktiven und u.a. produktiven Lohnkosten (also z.B. MLK 20%) ebenfalls aus (*Kat. 2*) sowie die Gesamtzuschläge für die zeitgeb. Kosten der Bst. (*Kat. 2*) und für die Betriebsmittel und -stoffe (*Kat. 3*) zugeordnet.
- **Materialkosten [Pos. 4]:**
Dieser LV-Position werden ausschließlich die Materialkosten (*Kat. 4*) zuzüglich eines ermittelten Gesamtzuschlags zugerechnet.

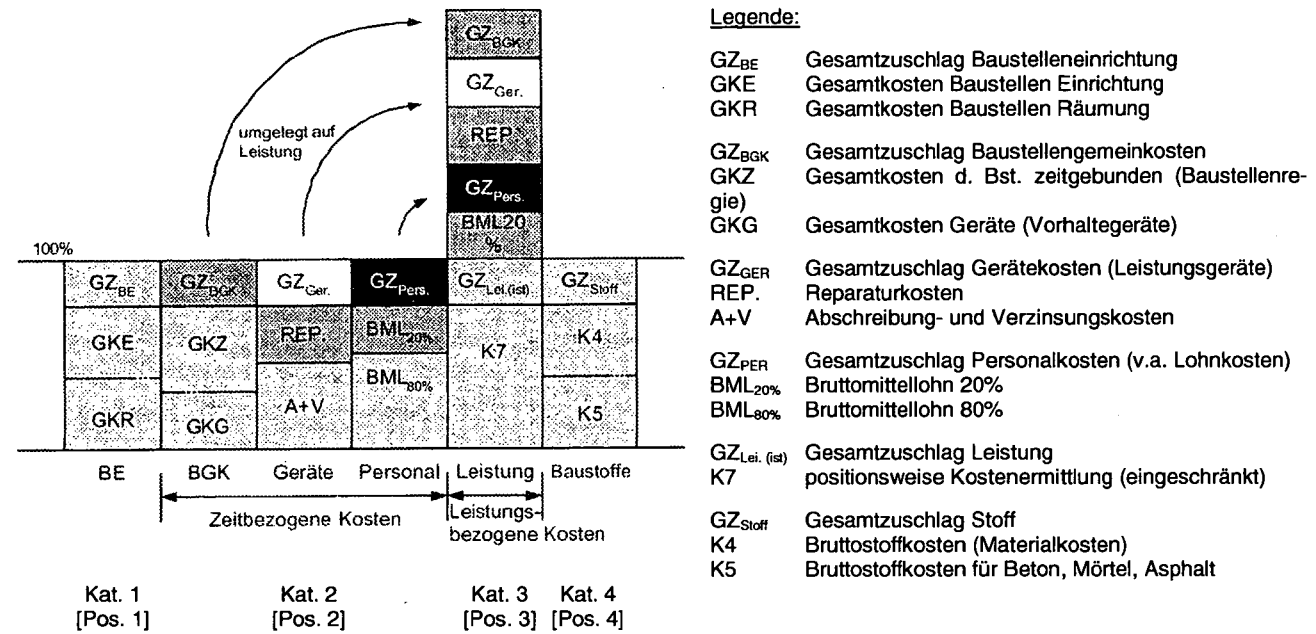


Abbildung 8-1: Kalkulationssystematik StilfOs - Umlagerung der zeitabhängigen (bzw. zeitbezogenen) Kosten⁵³¹

Bei der Umlage der zeitgeb. Kosten auf Leistungspositionen ist die Leistungsintensität, d.h. der Wert der Bauleistung in der Zeiteinheit, maßgebend. Folgende Probleme können als symptomatisch für das Umlageverfahren angesehen werden:

- Für risikobereite Bieter bietet sich eine einfache Gelegenheit zur Spekulation. Sie werden die Aufteilung ungleichmäßig zu LV-Positionen vornehmen, von denen angenommen wird, dass sie in einem höheren Ausmaß als in der Ausschreibung vorgesehen, vorkommen. Weniger risikobereite Bieter werden hingegen einen Teil in die einmaligen Kosten der Bst. einrechnen.
- Bei einer Bauzeitverlängerung durch einen geänderten Bauablauf fehlt die Basis für eine eindeutige Regelung hinsichtlich einer leistungsgerechten Anpassung der Vergütungssituation. Das macht die Behandlung von Zusatzangeboten und eine einvernehmliche Regelung der daraus resultierenden Ansprüche schwierig.

Aus dieser Vorgangsweise ist ableitbar, dass sich die Kalkulationssystematik StilfOs für eine überschaubare, somit leicht handhabbare und weitgehend artgleiche Anzahl an Leistungspositionen eines z.B. üblichen LV in der Injektionstechnik⁵³² eignet, da die durch die systemimmanenten Umlagerungen der Kostenarten hervorgerufene und begünstigt einhergehende Spekulation a.d.S. des AG im überschaubaren Rahmen gehalten werden kann.

Als alleiniges Vergütungsmodell in einem Bauwerkvertrag des Untertagebaus ist StilfOs nur bedingt geeignet, da es aufgrund seiner Kalkulationssystematik und der damit bedungenen Zurechnung der Kosten (systemimmanenten Verschiebungen) zu einer komplexen, artdifferenten Anzahl an LV-Positionen (Ausbruch, Stützmittel und Zusatzmaßnahmen sowie Erschwernisse, usw.), wie bei LV für Hohlraumbauprojekte üblich, leicht zu enormen spekulativen Verzerrungen neigt. Außerdem ist für die Anwendung ein hoher Aufwand an fachkundigem Personal in jeglicher Projekt- bzw. Vertragsphase sowie ein realistisches Verständnis für die wesentlichen Ele-

⁵³¹ aus Stadler u. Reinisch (1998) in Wirtschaftsingenieur Nr. 1, Seite 10
⁵³² ausführlich in Stadler u. Reinisch (1998) in Wirtschaftsingenieur Nr. 1, Seite 10f.

mente der Baukalkulation erforderlich, wie auch schon u.a. SPIEGL⁵³³ in seiner Dissertation hinwies.

Dem grundsätzlichen theoretischen Gedanken, dass durch die Ansprache von gemeinsamen Interessen der Projekterfolg sichergestellt werden soll, kann m.E. im Sinne der Ermöglichung einer „win-win“-Situation für beide Vertragsparteien nur beieigepflichtet werden, da diese Kalkulationssystematik den besonderen Vorteil hat, dass für den AG die produzierte Verrechnungseinheit an Bauleistung mit steigender Leistungsintensität (Wert der Bauleistung in der Zeiteinheit) billiger wird und für den AN in vergleichbarem Maße der Erlös steigt. Nicht gegeben ist hier jedoch z.B. die Vergütung des Gesamtzuschlages bzw. von Teilen des Gesamtzuschlages sowie u.a. der Kosten für eine Endrevision sämtlicher Leistungsgeräte (fixe Kosten a.d.S. des Unternehmers) bei Stillständen aus der Sphäre des AG, weil es einerseits nur bei Leistungserbringung zur Vergütung derselben kommt und andererseits dies eigentlich gegen die Vertragsbestimmungen der ÖN B 2110/Pkt. 5.23.13 bei der Vergütung von Stillliegezeiten verstoßen würde.

--- *Exkurs Ende;*

Aus den zuvor gewonnenen Erkenntnissen kann daher vom Wesen der (Vor-)Kalkulation der Anreiz des AN für die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung von Untertagebauten folgendermaßen gesteigert werden:

Gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.3 - unabhängig der Anwendung des klassischen Vergütungsmodells mittels Stützmittelzahl oder des alternativen Vergütungsmodells KLIMT - existiert eine Variantenbestimmung, die Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) je Zeiteinheit des gesamten Ausbruchszyklus (somit unter Berücksichtigung der Argumente in Pkt. 5.1.3.2.1/ad Lohnkosten auch der Stützmaßnahmen) in einer separaten Leistungs- bzw. Vorhalteposition zu erfassen (= variable Kosten, v.a. sofort ausgabenwirksame Kosten werden zu fixen Kosten umgelagert, i.S. von Kosten der bloßen Betriebsbereitschaft).

M.E. kann der Anreiz des AN für die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung anhand einer einfachen Adaption der (Vor-)Kalkulation hinsichtlich der Ermittlung von leistungsabhängigen Herstellkosten dadurch gesteigert werden, wenn aus betriebswirtschaftlicher Sicht variable, ebenfalls sofort ausgabenwirksame Kosten des Unternehmers, welche nur bei tatsächlicher Leistungserbringung in Abhängigkeit einer VKL mehr oder weniger stark verbraucht werden, den einschlägigen Leistungspositionen der VKL (Ausbruch der jeweiligen VKL) zugewiesen werden. Darunter fallen z.B. die **betriebsbedingte Abschreibung** und die **Reparaturkosten⁵³⁴ der Leistungs- und Vorhaltegeräte** des Vortriebs, die gemäß ihrer Definition⁵³⁵ nur durch Leistungserbringung (Bauproduktion) anfallen. Diese sollten m.E. daher auch nur bei leistungsorientierter Tätigkeit vergütet werden. Umsetzbar wird diese vorgeschlagene Adaption der (Vor-)Kalkulation **z.B. durch eine entsprechend klar formulierte Kalkulationsempfehlung bzw. sogar durch eine vertraglich bindende Kalkulationsvorschrift** verbunden mit einer ebenso klaren Risikoordnung bei Abweichung gegenüber dieser Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift im Bauvertrag (wie vglb. beim LAST-Modell).

Die Begründung dieser Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift resultiert aus der Tatsache, dass in den letzten Jahrzehnten eine eindeutige Tendenz zu zeiteinsparenden, aber hinsichtlich der

⁵³³ vgl. Spiegl (2000), Dissertation, Seite 174f.

⁵³⁴ siehe ÖBGL 1996, Pkt. 7.2, Seite XIII: Die Reparaturkosten enthalten Lohn- (jedoch keine lohngelundenen Kosten) und Materialkosten.

⁵³⁵ vgl. Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 80f.

Kosten aufwendigeren Geräten zu verzeichnen ist. In der Regel sind die Kosteneinsparungen aus einer Zeitersparnis der Vortriebszeit größer als die höheren Kosten aus der Anschaffung der Geräte, sodass diese Tendenz sowohl aus betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten als auch aus dem verfahrenstechnischen Gesichtspunkt der verkürzten Termine erklärbar ist. Die Abbildung 8-2 zeigt nun im Anschluss folgende Überlegung:

Die Kostenermittlung der Abschreibungs-, Verzinsungs- und Reparaturkosten der Leistungs- und Vorhaltegeräte des Vortriebs erfolgt für die Vorhalteposition II gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK der ÖN B 2203-1 (siehe Pkt. 5.1.2.1/ad zeitgebundene Kosten der Bst. inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst. - Abbildung 5-5) wie bisher zeitabhängig, jedoch nur mehr im Ausmaß einer vglb. Stillliegemiete gem. ÖN B 2110⁵³⁶. Der restliche Anteil der

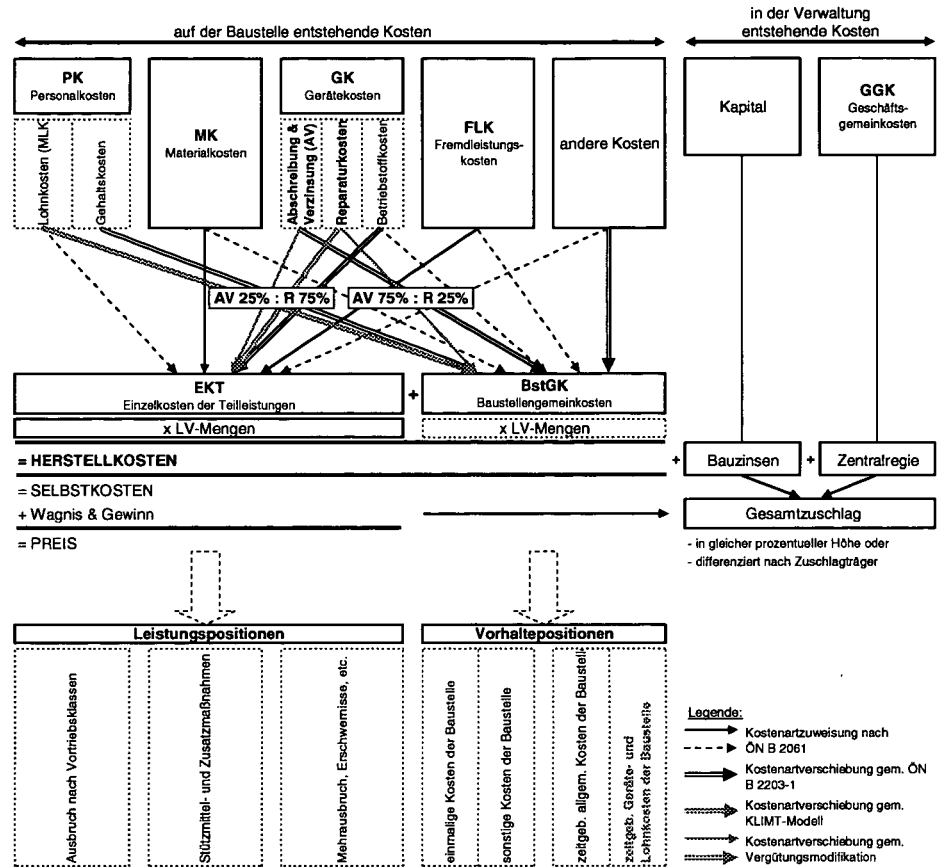


Abbildung 8-2: zulässige Kostenartverschiebung zur Anreizsteigerung der unternehmerischen Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung auf Grundlage der ÖN B 2203-1 (unter Berücksichtigung der ÖN B 2110). vgl. Pkt. 5.1.3.2/Abbildung 5-12

Gerätemiete - **25% von AV und 75% von Rep.** (diese Prozentsätze entsprechen in etwa den Kosten für betriebsbedingte Abschreibung und aus dem Betrieb der Geräte resultierende laufende Instandsetzungen und Reparaturen; die Kosten für sämtlich durchzuführende Endrevisionen der Geräte auf der Bst. verbleiben zeitabhängig in den zeitgeb. Gerätekosten der Bst.) - wird in die entsprechend zugrunde liegenden, einschlägigen Leistungspositionen der VKL (Ausbruch der jeweiligen VKL) zugeschlagen. Dies bringt für den AG den Vorteil, dass einerseits nur bei effektiver Leistungserbringung des AN im Vortrieb in Abhängigkeit der mengen- und tlw. kapazitätsgebundenen Variabilität leistungsabhängig diese variablen, sofort ausgabenwirksamen Kosten anfallen bzw. vergütet werden (= **Anreizsteigerung für die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung**) und andererseits bei Eintreten einer Stillliegezeit während des Vortriebs (unabhängig einer ev. auftretenden Vergütungsproblematik hinsichtlich

⁵³⁶ siehe ÖN B 2110 (01.03.2002), Pkt. 5.24.13, Seite 15: Wurden für die Stillliegezeiten keine Preise vereinbart, sind 75% der Abschreibungs- und Verzinsungskosten für die normale Arbeitszeit zuzüglich 25% der Instandhaltungs-/Reparaturkosten für die Pflege und Wartung der Geräte unter Hinzurechnung des Gesamtzuschlages gemäß ÖNORM B 2061 zu vergüten.

der Dauer dieser Stilliegezeit) nur mehr die anteilige Stilliegemiete gem. ÖN B 2110 über die zeitabhängige Schiene vergütet wird.

Die folgende Tabelle 8-1 stellt die wesentlichen Umlegungen der den EKT und der den BstGK zugewiesenen Kostenarten im Zuge der (Vor-)Kalkulation zu den im LV vorzusehenden Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen im Untertagebau auf Basis der ausschließlichen Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1 sowie unter Berücksichtigung der o.a. Neuerung detailliert vereinfacht dar:

EKT:		Personalkosten (PK):		Materialkosten (MK):	Gerätekosten (GK):		
		Lohn	Gehalt		A&V ¹⁾	Rep. ¹⁾	Betriebsstoffkosten
Leistungspos. (variable Kosten)	Ausbruch nach Vortriebsklassen (nur OZ ¹⁾)	---	---	X Sprengmittel Verschleiß	0,25 X	0,75 X	X
	Stützmittel- und Zusatzmaßnahmen	(X) Manipulation		X			(X)
	Mehrausbruch, Erschwernisse, etc.	(X) Manipulation		(X)	0,25 X	0,75 X	X
BstGK:							
Vorhaltepos. (Fixkosten)	zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten)	X unprod. Lohn	X	(X)	0,75 X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	0,25 X Leistungs- u. Vorhaltegeräte	X Vorhaltegeräte
	zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en)	X VT-Mannschaft gem. Abschlagszyklen					

Tabelle 8-1: Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei beispielhafter Anwendung der im Folgenden weiterentwickelten Vergütungsmodifikation „AFL“ auf Basis der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1

¹⁾ wertmäßige Ansätze aus österreichischer Baugeräteliste (ÖBGL) der VIBÖ

Aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise spricht nichts gegen ein Einkalkulieren o. gen. Kosten zu den entsprechenden, auch im Falle einer reinen Anwendung des KLIMT-Modells zu den zusammengefassten abschlagslängenbereich-bezogenen, Leistungspositionen der VKL (Ausbruch der jeweiligen VKL). Einerseits sind in den Vordersätzen dieser Leistungspositionen zumeist keine Mengenreserven enthalten (genaue Ermittlung der Vordersätze anhand des plangem. Ausbruchprofils in Prognose gegeben) und sich daher der Bieter aufgrund eines Einkalkulierens der diesbzgl. Leistungs- und Vorhaltegerätekosten in die einschlägigen LP der VKL bei seiner Gesamtpreisbildung des Angebotes im freien, lauterem Wettbewerb hinsichtlich eines erhofften Zuschlags nicht von vornherein schlechter stellen würde. Andererseits machen den wesentlichen Kostenbestandteil der Gerätemieten sowieso die Leistungsgeräte des Vortriebs, insbesondere die Löse-, Lade- und Schuttergeräte für den zu bewerkstellenden Ausbruch, aus.

Ein **weiterer Vorteil** dieser mit einer Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift behafteten Vergütungsmodifikation ist hierbei der **mögliche Wegfall der zeitgeb. LV-Positionen für die Stilliegezeiten** im Vergabe-LV, die sich in den derzeitigen Verträgen nur durch die Nichtbeachtung der

bauwirtschaftlichen Verwendung von Wahl- oder Eventualpositionen⁵³⁷ durch den AG sowie durch ein Niederspekulieren des AN im Zuge der diesbzgl. Preisbildung auszeichnen. Jedenfalls entsprechen Ausschreibungstexte und angebotene Preise in kaum einem Fall den Erfordernissen bei Schlagendwerden von Stilliegezeiten.

Das nachfolgende Beispiel veranschaulicht vereinfacht die beschriebene, mit einer Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift behaftete Systematik der adaptierten (Vor-)Kalkulation und auch die Eignung bzw. Tauglichkeit bei bloßer Mengenänderung der Ausbruchsmassen infolge VKL-Verschiebung (Sinngemäßes gilt für eine allfällige, jedoch nur geringfügige Übermaß-Abänderung im Zuge der Ausbaufestlegung, da infolge dessen das plangem. Ausbruchprofil gem. ÖN B 2203-1 beeinflusst wird und sich infolgedessen die Ausbruchsmassen mengenmäßig verändern):

o **Ausgangsszenario:**

monatl. Gerätemiete Z [€/VM] (konventioneller Sprengvortrieb), bestehend aus ...

monatl. AV-Entgelt X [€/VM]

monatl. Rep.-entgelt Y [€/VM]

es gilt daher: $X + Y = Z = \text{konst./VM}$; $X > Y$ (z.B. übliche Aufteilung 60:40)

plangem. Ausbruchprofil gem. ÖN B 2203-1: 63,94 m²

fiktive Abschnittslänge: 100 m

Gesamtkubatur: 6.394,00 m³ (VKL-Verteilung 50:50)

VKL 5/5,91 ... Vordersatz 3.197,00 m³ ... 4,23 m/AT (28,0 AT/VM) \equiv 7.573,05 m³/VM

VKL n/m ... Vordersatz 3.197,00 m³ ... 3,50 m/AT (28,0 AT/VM) \equiv 6.266,12 m³/VM

Vortriebszeit: 50,00 m : 4,23 m/AT = 11,82 AT

50,00 m : 3,50 m/AT = 14,29 AT

26,11 AT : 28,0 AT/VM = 0,93 VM

Vergütung der Vorhaltepos. II - monatl. Gerätemiete: $0,93 \text{ VM} \times Z \text{ €/VM} = \underline{0,93 Z \text{ €}}$

→ Veranschaulichung der mit einer Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift behaftete Systematik der adaptierten (Vor-)Kalkulation - Zurechnung der Stilliegemiete der Geräte in die Vorhalteposition II:

Vorhalteposition II: $0,93 \text{ VM} \times (0,75 X + 0,25 Y) \text{ €/VM} = 0,70 X + 0,23 Y \text{ €}$

zusätzlich in LP der VKL (bzw. des Ausbruchs der jeweiligen VKL):

VKL 5/5,91: $(0,25 X + 0,75 Y) \text{ €/VM} \times 3.197,00 \text{ m}^3 : 7.573,05 \text{ m}^3/\text{VM} = 0,10 X + 0,32 Y \text{ €}$

VKL 5/m: $(0,25 X + 0,75 Y) \text{ €/VM} \times 3.197,00 \text{ m}^3 : 6.266,12 \text{ m}^3/\text{VM} = \underline{0,13 X + 0,38 Y \text{ €}}$

0,23 X + 0,70 Y €

Σ - Vergütung monatl. Gerätemiete: $0,93 X + 0,93 Y \text{ €} = \underline{0,93 Z \text{ €}}$

o **Erweiterungsszenario - bloße Mengenänderung durch VKL-Verschiebung:**

Gesamtkubatur: 6.394,00 m³ (VKL-Verteilung neu 30:70)

VKL 5/5,91 ... Vordersatz 1.918,20 m³ ... 4,23 m/AT (28,0 AT/VM) \equiv 7.573,05 m³/VM

VKL n/m ... Vordersatz 4.475,80 m³ ... 3,50 m/AT (28,0 AT/VM) \equiv 6.266,12 m³/VM

⁵³⁷

Anm. des Verfassers: Eine Eventual- oder Wahlposition im Vergabe-LV bringt insofern Klarheit, da nämlich der Einheitspreis ebenfalls dem Wettbewerb unterstellt ist, jedoch spekulative Einflüsse auf den Gesamtpreis des Angebotes bzw. auf die Ermittlung des Bestbieters durch den AG keine Auswirkungen haben. Weiters ist auch eine Eventual- bzw. Wahlposition gem. ÖN A 2050 vertieft zu prüfen, wenn sie geeignet ist, eine als wesentlich gekennzeichnete Position zu ersetzen.

$$\begin{aligned} \text{Vortriebszeit: } 30,00 \text{ m} : 4,23 \text{ m/AT} &= 7,09 \text{ AT} \\ 70,00 \text{ m} : 3,50 \text{ m/AT} &= \underline{20,00 \text{ AT}} \\ 27,09 \text{ AT} : 28,0 \text{ AT/VM} &= 0,97 \text{ VM} \end{aligned}$$

$$\text{Vergütung der Vorhaltepos. II - monatl. Gerätemiete: } 0,97 \text{ VM} \times Z \text{ €/VM} = \underline{0,97 Z \text{ €}}$$

→ **Veranschaulichung der mit einer Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift behafteten Systematik der adaptierten (Vor-)Kalkulation - Zurechnung der Stillliegemierte der Geräte in die Vorhalteposition II:**

$$\text{Vorhalteposition II: } 0,97 \text{ VM} \times (0,75 X + 0,25 Y) \text{ €/VM} = 0,73 X + 0,24 Y \text{ €}$$

zusätzlich in LP der VKL (bzw. des Ausbruchs der jeweiligen VKL):

$$\text{VKL 5/5,91: } (0,25 X + 0,75 Y) \text{ €/VM} \times 1.918,20 \text{ m}^3 : 7.573,05 \text{ m}^3/\text{VM} = 0,06 X + 0,19 Y \text{ €}$$

$$\text{VKL 5/m: } (0,25 X + 0,75 Y) \text{ €/VM} \times 4.475,80 \text{ m}^3 : 6.266,12 \text{ m}^3/\text{VM} = \underline{0,18 X + 0,54 Y \text{ €}}$$

$$0,24 X + 0,73 Y \text{ €}$$

$$\Sigma\text{- Vergütung monatl. Gerätemiete: } 0,97 X + 0,97 Y \text{ €} = \underline{0,97 Z \text{ €}}$$

Bei Betrachtung der jeweils identischen Ergebnisse des Ausgangs- bzw. Erweiterungsszenarios (bloße Mengenänderung der Ausbruchsmassen infolge VKL-Verschiebung) wird klar ersichtlich, dass einerseits nur bei effektiver Leistungserbringung im Vortrieb in Abhängigkeit der mengen- und tlw. kapazitätsgebundenen Variabilität fair und leistungsgerecht die variablen, ausgabenwirksamen Kosten, wie die betriebsbedingte Abschreibung und die Reparaturkosten der Leistungs- und Vorhaltegeräte, anhand der einschlägigen LP der VKL (Ausbruch der jeweiligen VKL) vergütet werden. Die Gerätemiete der Leistungs- und Vorhaltegeräte errechnet sich durch Addition der in der VP II gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK der ÖN B 2203-1 enthaltenen Stillliegemierte gem. ÖN B 2110 (im Ausmaß von 75% von AV und 25% von Rep.). Andererseits wird bei Eintreten einer Stillliegezeit während des Vortriebs nur mehr die anteilige Stillliegemierte gem. ÖN B 2110 über die zeitabhängige Schiene anhand der VP II gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK der ÖN B 2203-1 vergütet. Ein Entfallen der bisher üblichen zeitgeb. LV-Positionen für die Stillliegezeiten im Vergabe-LV ist dadurch ermöglicht worden.

Um die Funktionalität dieser mit einer Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift behafteten Vergütungsmodifikation sicherzustellen, kann die bereits mehrfach angesprochene Kalkulationsempfehlung bzw. -vorschrift z.B. wie folgt als bindende Ausschreibungsbestimmung formuliert werden:

→ *Die Vortriebsleistungen sind so zu kalkulieren, dass in die jeweiligen Leistungspositionen der VKL (Ausbruch der jeweiligen VKL) neben den anteiligen Material- und Betriebsstoffkosten auch noch die betriebsbedingte Abschreibung im Ausmaß von 25% der kalkulatorischen Abschreibungs- und Verzinsungskosten und die Reparaturkosten im Ausmaß von 75% des kalkulatorischen Reparaturentgelts der Leistungs- und Vorhaltegeräte einzurechnen sind. Als zeitabhängiger Anteil verbleiben daher 75% der kalkulatorischen Abschreibungs- und Verzinsungskosten und 25% des kalkulatorischen Reparaturentgelts der Leistungs- und Vorhaltegeräte (vglb. Stillliegemierte gem. ÖN B 2110) in der Vorhalteposition der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs.*

Diese nun bindende (Vor-)Kalkulationsvorschrift stellt somit sicher, dass im Zusammenhang mit der im Weiteren entwickelten Vergütungsmodifikation eine faire und leistungsgerechte Vergütung erfolgt.

- *Bei zusätzlichen Risiken, die durch die Abweichungen von der als verbindlich einzuhaltenden Adaption der (Vor-)Kalkulation entstehen, behält sich der AG vor, den jeweiligen Bieter aus diesem Grund gem. BVerg 2002 §98 (Z8) bzw. ÖN A 2050/Pkt. 7.5.1 (9) auszuschneiden.*

Weiters ist anzumerken, dass gerade bei der Umlage zeitgeb. Kosten auf Leistungspositionen die Leistungsintensität, d.h. der Wert der Bauleistung in der Zeiteinheit maßgebend wird. Für den Untertagebau sind daher v.a. die folgenden zwei Fälle von anreizorientiertem Interesse:

- die Leistungsintensität wird bei unveränderter Bauleistung erhöht, die benötigte Bauzeit verringert sich, und die vorhandenen Kapazitäten werden besser ausgenutzt;
dadurch ergibt sich ein Gewinnzuwachs beim Unternehmer.
- die Leistungsintensität wird bei unveränderter Bauleistung vermindert (Leistungsverdünnung), die benötigte Bauzeit erhöht sich, und die vorhandenen Kapazitäten können nicht wie geplant ausgenutzt werden;
hier ergibt sich ein Verlust für den Unternehmer.

Die u.a. bis dato im Wesen der (Vor-)Kalkulation angesetzte, modifizierte Weiterentwicklung des zugehörigen Vergütungsmodells einer VT-Klassifikation hat jedoch den generellen Vorteil, dass ohne weiteres Zutun für den AG die produzierte Verrechnungseinheit an Bauleistung mit steigender Leistungsintensität billiger wird und für den AN in vglb. Form der Erlös steigt⁵³⁸, weil beide Partner demnach an einer hohen Produktivität interessiert sind, die durch finanzielle Motivation begründet und gefördert wird. **Salopp formuliert gilt, je größer die produktive Leistungserbringung mit optimal angepassten Ressourcen in der Zeit ist, desto kleiner sind die Gesamtkosten für den AG und desto größer ist auch der Erlös für den AN.**

Der AG wird daher stets versucht sein, dem Bauablauf förderliche Entscheidungen zu treffen. Er wird insbesondere bei Änderung der Baugrundverhältnisse im eigenen Interesse und im Einvernehmen mit dem AN die Umstellung auf optimal geeignete Bau- und Betriebsweisen im Vortrieb auf Grundlage der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT mit den verfügbaren Einsatzmitteln fördern. Der AN ist immer angehalten, optimierte Einsatzmittel in der betr. Bau- und Betriebsweise bereitzustellen, um dadurch den maximalen Erlös für sich zu erwirtschaften.

8.1.2 Generierung von zusätzlichen Entgeltanpassungsmechanismen

8.1.2.1 Regulativ für einen VKL-Wechsel⁵³⁹

Aus bauwirtschaftlicher Betrachtung ist jeder VKL-Wechsel mit einem Arbeitstaktwechsel behaftet (resultierend aus der unterschiedlichen Dauer des klassenspezifischen Regelabschlags; differente Zykluszeiten), der trotz wiederholtem Einstieg in eine bereits aufgefahrene VKL bei gleichartiger, in sich wiederholender zyklischer Tätigkeiten anfänglich einen kleinen Wiedereinarbei-

⁵³⁸ vgl. z.B. Stadler u. Reinisch (1998) in Wirtschaftsingenieur Nr. 1, Seite 10 sowie ausführlich in Oberndorfer u. Kukacka (2002), Preisbildung & Preisumrechnung von Bauleistungen, Seite 87f.

⁵³⁹ Anm. des Verfassers: sinngemäße Ergänzung ist auch beim klassischen Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 möglich;

tungseffekt der VT-Mannschaft(en) auslöst. Die VT-Mannschaft(en) erleidet unbestritten durch diesen Arbeitstaktwechsel im Zuge eines VKL-Wechsels, aufgrund der Zuordnung einer nicht-vorhersehbaren Häufigkeit der Wechselhaftigkeit des tatsächlichen Gebirgsverhaltens bzw. des Baugrunds als Baugrundrisiko, einen in der AG-Sphäre zu verantwortenden Produktivitätsverlust, der die der bedungenen und angebotenen Werkleistung zugrunde liegende, optimierte Bau- und Betriebsweise beeinflusst und in den derzeit üblichen Werkverträgen des Untertagebaus nicht vergütet wird.

Bestärkt durch die Empfehlungen des Arbeitskreises „Tunnelbau“ der dt. Gesellschaft für Geotechnik⁵⁴⁰, dass ein unter Umständen häufiger Wechsel nicht Gegenstand der VKL selbst sein kann, dieser durch eine entsprechende Leistungsposition bzw. durch ein dem Sinn entsprechendes Vergütungsregulativ zu berücksichtigen ist, was bereits in der SN SIA 198 (01.05.1993) Eingang gefunden hat, kann daher folgender Lösungsansatz abgeleitet werden:

Begünstigt durch die Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) reicht es bei der dieser Vergütungsmodifikation AFL zugrunde liegenden Anwendungsbasis der Vergütungsalternative KLIMT aus, lediglich für einen VKL-Wechsel mit ausschließlich integriertem Wechsel der techn. Lösemethode oder der Ausbruchsart - in diesem Zuge erfolgt eine völlige Umstellung des Arbeitstaktes, der Ausbruchsetappen sowie der optimiert anzupassenden Einsatzmittel im Zusammenhang mit der durchzuführenden Bau- und Betriebsweise - eine diesbzgl., durch den Bieter vertraglich festzulegende Vorgabe der Dauer anhand einer zusätzlichen, den kritischen Weg beeinflussenden Soll-VT-Zeitangabe seitens des AG abzufragen, die dann die leistungsabhängige Vergütung der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) als auch die zeitgeb. Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten) automatisch bei jedem diesbzgl. erfolgten VKL-Wechsel über die dynamische Bauzeit fair und leistungsgerecht anpasst. In diesem Fall handelt es sich um ein gewöhnliches Wagnis, das, weil es im Vertrag beschrieben wird, zwar vom Bieter nicht beeinflussbar aber im Vorhinein kalkulierbar ist.

Im Sinne der unter Pkt. 8.1.1 erläuterten Kalkulationssystematik, wird bei einer bauzeitlichen Geltendmachung eines VKL-Wechsels und einer daraus resultierenden Beeinflussung der leistungsabhängigen Vergütung der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. während des Vortriebs nur mehr die Stillliegemiene der Geräte vergütet, da aus bauverfahrenstechnischer Sichtweise bei einer Umstellung der techn. Lösemethode oder der Ausbruchsart im Zuge eines VKL-Wechsels infolge eintretenden Produktivitätsverlusts kein effektiver Vortrieb an der Ortsbrust erfolgt.

In Ansprache von gemeinsamen Interessen zur Sicherstellung einer reibungsfreien Vertragsabwicklung kann die vertraglich festzulegende Soll-VT-Zeitdauer eines VKL-Wechsels auch für die Umlage gewisser Einarbeitungseffekte von VKL mit z.B. folglich artreiner Lösemethode oder gleicher Ausbruchsart - hier empfiehlt VYGEN⁵⁴¹ et al zwar, dass der Einarbeitungseffekt bei der Ablaufplanung in Form eines Zeitzuschlages der betr. Leistung zu berücksichtigen ist, was jedoch infolge einer dem wirtschaftlichen Wettbewerb unterstellten Ablaufplanung im Untertagebau (optimierte VT-Leistungen in den einzelnen VKL) zumeist praktisch nicht durchführbar erscheint - herangezogen werden. Etwaige Mehrkostenansprüche aus dem Titel eines nicht erlösbaren Einarbeitungseffektes aus einem eingetretenen Nachteil zufolge Minderung oder Entfallens von Leistungen (z.B. Verschiebung des auf einer techn. Lösemethode beruhenden Schwergewichts einer prognostizierten VKL-Verteilung in Richtung einer tatsächlichen VKL-Verteilung mit artdiffe-

⁵⁴⁰ vgl. DGGT - ETB (1994), Pkt. 8.5.1, Seite 47

⁵⁴¹ siehe Vygen et al (2002), Bauverzögerungen und Leistungsänderungen, Seite 356ff. sowie Oberndorfer u. Jodl et al (2001), Handwörterbuch, Seite 60

renter Lösemethode), die generell nur theoretisch ableitbar und begründbar sind, könnten dadurch fast gänzlich beseitigt werden.

8.1.2.2 Regulativ für die Reduktion der Abschlagslänge

Für eine dynamisch anpassbare Regelung der Variable „Abschlagslänge“ der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT im gegenständlichen Beispiel gilt, dass diese Bandbreite der möglichen Änderung der Abschlagslänge innerhalb des zulässigen Geltungsbereiches der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1 auch bei Anwendung der Vergütungsalternative KLIMT identisch ist, d.h. im konkreten Fall gilt $OZ^I [1] = 5$, daher $1,31 \text{ m} \leq l_{\text{ABSCHLAG}} \leq 1,70 \text{ m}$.

→ **kapazitätsabhängige Komponente:**

Da Mehr- oder Mindermengen an Ausbruchsmassen im Abschlagszyklus zufolge der Änderung der Abschlagslänge in der VKL die kapazitätsabhängigen Lohnkosten, im Speziellen des Ausbruchs, beschränkt degressiv beeinflussen und

- bei der Anwendungsbasis des KLIMT-Modells eine daraus resultierende zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs, insbesondere des Anteils der zeitgeb. Lohnkosten des Ausbruchs, anhand einer Abänderung der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] gemäß den Vertragsbestimmungen der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 nicht erfolgt,

ist m.E. den verlautbarten Verfahrensbestimmungen der ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.3 zu folgen und den quantitativen Einfluss dieser möglichen Abänderung der Abschlagslänge einerseits auf die Bauzeitermittlung und andererseits auf die u.a. dadurch beeinflusste leistungsabhängige Vergütung zu ermöglichen. Auch der Passus der ÖN B 2110/Pkt. 5.24.3 sieht eine Abänderung der vereinbarten Preise vor, wenn die vorgesehene Änderung der Art einer Leistung oder die Änderung der Umstände der Leistungserbringung diesen nachhaltig beeinflussen, was zwar gegen die Vertragsbestimmung der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 spricht, jedoch mittels alternativem Vergütungsmodell nach ÖN B 2203-1/Pkt. 4.3.3 umgangen werden darf (siehe Pkt. 6).

Die Generierung eines Entgeltanpassungsmechanismus für die Lohnkosten des Ausbruchs der innerhalb der festgelegten Abschlagslängenbandbreite gem. ÖN B 2203-1, i.S. der flexiblen Tunnelbaumethode NÖT, veränderlich zu haltenden Abschlagslänge rechtfertigt sich ferner durch die Tatsache, dass die untersuchte Kostenelastizität in den Einzellohnkosten der VKL 5/X-K bzw. VKL 5/5,91 um den max. Abweichungsprozentsatz von 11% bzw. 12% (siehe Pkt. 2.3.2.1) deutlich mit 14,8% (siehe z.B. Tabelle 6-5 bzw. Abbildung 6-7) überschritten wird. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass speziell in VKL mit größerer 1. Ordnungszahl (Stützmittelzahl = $OZ^II = \text{konst.}$), da sich hierbei der Geltungsbereich der Abschlaglängenbandbreite ca. mit dem Faktor 1,3 (siehe Pkt. 5.1.3.4.1) verringert, mit größer werdenden Überschreitungen vom max. Abweichungsprozentsatz von 11% bzw. 12% der Kostenelastizität in den Einzellohnkosten zu rechnen ist; in VKL mit fallender 1. Ordnungszahl, da sich hierbei der Geltungsbereich der Abschlaglängenbandbreite ca. mit dem Faktor 1,3 (siehe Pkt. 5.1.3.4.1) erhöht, mit kleiner werdenden Überschreitungen vom max. Abweichungsprozentsatz von 11% bzw. 12% der Kostenelastizität in den Einzellohnkosten zu rechnen ist.

M.E. kann bei einer derzeitigen, nomenkonformen zulässigen Ausnutzung der Festlegung der Abschlagslänge in der möglichen Abschlaglängenbandbreite auf Basis der gegenwärtig geltenden Bestimmungen der ÖN B 2203-1/Pkt. 5.5.2.3 nicht mehr von einer fairen und v.a. leistungsgerechten Vergütung der Lohnkosten des Ausbruchs gesprochen werden.

Die Einführung einer zusätzlichen Leistungsposition nach Schweizer Vorbild (siehe Pkt. 5.2.2.1/Ausbruch - Sprengvortrieb) sowie die dazu notwendige Vorgabe der diesbzgl. Dauer anhand einer den kritischen Weg beeinflussenden Soll-Vortriebszeitangabe als Entgeltanpassungsmechanismus, z.B. pro 10 cm Reduktion der Abschlagslänge im jeweilig ausgeschriebenen Abschlagslängenbereich gem. ÖN B 2203-1, beseitigt die bisherig bezugnehmende Vergütungsproblematik (siehe Pkt. 6.2.3.5.2/ad Pkt. A - Vergleich der leistungsgerechten Vergütung, Ausbruch Szenario 2) wie folgend dargestellt:

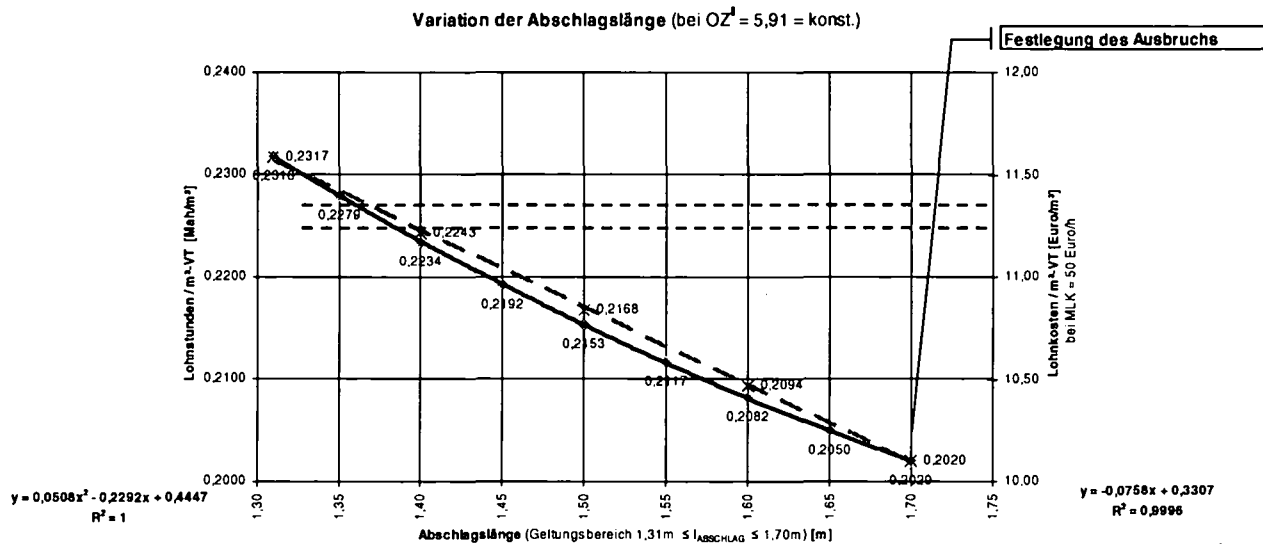


Abbildung 8-3: linear stetige Tendenz (angenäherte Vereinfachung i.S. der 1. Grundregel der Baupreisbildung⁵⁴²) der Lohnstunden im Ausbruch des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite der VKL 5/5,91

Anm.: inkl. Darstellung der jeweilig angenäherten Verlaufsfunktion in Abhängigkeit der Abschlagslänge

strichlierte Linien entspr. der Darstellung der **Kostenelastizität in den Einzellohnkosten** (vgl. Pkt. 2.3.2.1 - max. bzw. min. Abweichung +/- 11% bis +/- 12%)

Gem. Abbildung 8-3 errechnet sich die Regeldifferenz für einen entsprechenden Aufwandswert aus dem angenäherten, linear stetigen Verlauf der Soll-Lohnstunden des Ausbruchs in der VKL 5/5,91 pro angenommener 10 cm Reduktion der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich gem. ÖN B 2203-1 zu **0,0074 Mah/m³-VT**.

→ auftretende, zugleich vertretbare Abweichungen (im Vergleich zum progn. Regelvortrieb):

- bei $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,70 \text{ m}$, $((0,2020 + 0 \times 0,0074) : 0,2020 - 1) \times 100 = + 0,00\%$ (vgl. 0,00%)
- bei $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,60 \text{ m}$, $((0,2020 + 1 \times 0,0074) : 0,2082 - 1) \times 100 = + 0,58\%$ (vgl. 3,07%)
- bei $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,50 \text{ m}$, $((0,2020 + 2 \times 0,0074) : 0,2153 - 1) \times 100 = + 0,70\%$ (vgl. 6,58%)
- bei $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,40 \text{ m}$, $((0,2020 + 3 \times 0,0074) : 0,2234 - 1) \times 100 = + 0,36\%$ (vgl. 10,59%)

Bei vertraglich zu vereinbarenden Soll-VT-Zeitangaben können im Vergabe-LV entsprechend bezugnehmende Ober- und Unterschranken vom AG festgelegt werden, um das diesbzgl. Spekulationspotential des AN zu minimieren.

Die Notwendigkeit einer entsprechenden Leistungsposition für die Preisanteile Lohn (z.B. der Reparaturanteil der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. enthält definitionsgemäß lt. ÖBGL Lohnkos-

ten) und Sonstiges ist in der konsequent weiterentwickelten Vergütungsmodifikation AFL gegeben, um

- **Ersparnisse im Verbrauch der Sprengmittel** (Sprengstoffe und Zündmittel)
- **leistungsgerechte Umlegungen der Betriebsstoffe** (elektr. Energie, Treibstoffe, Schmiermittel, etc.)
- **leistungsgerechte Umlegungen der Gerätekosten** i. S. der unter Pkt. 8.1.1 erläuterten Kalkulationssystematik

berücksichtigen zu können.

Steuerung der mengenabhängigen Komponente:

Die Anpassung bei bloßer Mengenänderung der Ausbruchsmassen ist gem. ÖN B 2203-1/Pkt. 5.1.2 in Abweichung zur ÖN B 2110 geregelt.

Steuerung der zeitabhängigen Komponente:

Vorweg ist das mathematische Modell der bauzeitlichen Aufschlags- und Nachlassrechnung (siehe Pkt. 6.2.2.1/ zeitgeb. Kosten der Bst.) für die Anwendung der diesbzgl. auf das KLIMT-Modell bezugnehmenden o.a. Vergütungsmodifikation AFL hinsichtlich einer leistungsabhängigen Anpassung der dynamisch zu handhabenden Vortriebszeit für den nun flexibel, an die tatsächlichen örtlichen Verhältnisse anpassbaren Ausbruch (inkl. Reduktion der Abschlagslänge) und für die weiterhin flexibel, an die tatsächlichen örtlichen Verhältnisse anpassbaren Stützmaßnahmen und Erschwernisse zu modifizieren:

Berechnung der modifizierten, vertraglich abrechenbaren Vortriebszeit BZ_v [KT]⁵⁴³:

$$\begin{aligned}
 BZ_v \text{ [KT]} &= BZ_s \text{ [KT]} \\
 &+ \frac{\sum n_{i,j} [1] \times t_{s \text{ Ausbruch}, i, j} [\text{min/m} - VT] \times l_{fm \text{ VKL}, i, j} [m - VT]}{60,0 [\text{min/h}] \times 24,0 [\text{h/AT}] \times \frac{AT/VM}{KT/VM}} \\
 &\pm \frac{\sum STM_{TM, i, j} [VE/m - VT] \times t_{s \text{ Stützmittel}, i, j} [\text{min/VE}] \times l_{fm \text{ VKL}, i, j} [m - VT]}{60,0 [\text{min/h}] \times 24,0 [\text{h/AT}] \times \frac{AT/VM}{KT/VM}} \pm \sum E_{i, j} [VE] \times T_{s, i, j} [KT/VE]
 \end{aligned}$$

wobei sich wiederum die Soll(te)-Vortriebszeit wie folgt berechnet:

$$BZ_s \text{ [KT]} = \sum \frac{h_{s \text{ VKL}, i, j} [h/m - VT] \times l_{fm \text{ VKL}, i, j} [m - VT]}{24,0 [\text{h/AT}] \times \frac{AT/VM}{KT/VM}}$$

- BZ_v ... vertragliche (abrechenbare) Vortriebszeit [KT] für Ausbruch und Stützmaßnahmen, z.B. in der Kalotte (ausschlaggebender Vordersatz zur Vergütung sämtlicher Vorhaltepositionen der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs); zugleich die für die Berechnung der vertraglichen (abrechenbaren) Vortriebsdauer maßgebliche Vortriebszeit;
- BZ_s ... Soll- bzw. Sollte-Vortriebszeit [KT] für Ausbruch und Stützmaßnahmen, z.B. in der Kalotte;

⁵⁴³ vertraglich abrechenbare Vortriebszeit = Soll(te)-Vortriebszeit + Summe der anteiligen Vortriebszeit aus Reduktion der Abschlagslänge je VKL ± Summe der anteiligen Vortriebszeit aus Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen je VKL ± Summe der anteiligen Vortriebszeit aus schlagend gewordenen Erschwernissen;

- (ermittelt aus der vertraglich vereinbarten Soll-Vortriebszeit pro m-VT in der jeweiligen VKL multipliziert mit den tatsächlich aufgefahrenen Vortriebsmetern [m-VT] der entspr. VKL dividiert durch Umrechnung für KT)
- $h_{S\text{ VKL}}$... vertraglich vereinbarte Soll-Vortriebszeit pro m-VT für Ausbruch und Stützmaßnahmen des Regelvortriebs der jeweiligen VKL, z.B. in der Kalotte;
 - n ... **Anzahl der Reduktionen der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich der jeweiligen VKL;**
 - $t_{S\text{ Ausbruch}}$... **vertraglich vereinbarte Δ -Soll-Vortriebszeit der entsprechenden Reduktion der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich der jeweiligen VKL;**
 - $t_{S\text{ Stützmittel}}$... vertraglich vereinbarte Soll-Einbauzeit des entsprechenden artdifferenten Stützmittels bzw. der entsprechenden artdifferenten Stützmaßnahme in der jeweiligen VKL;
 - E ... Erschwernis-Anzahl während tatsächlicher Vortriebszeit, z.B. in der Kalotte;
 - T_S ... vertraglich vereinbarte Soll-Zeitangabe des schlagend gewordenen Erschwernisses während tatsächlicher Vortriebszeit, z.B. in der Kalotte;

Eine daraus resultierende automatische zeitabhängige Anpassung des Vordersatzes der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs, insbesondere des Anteils der zeitgeb. Lohnkosten des Ausbruchs, anhand einer Abänderung der Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] kann beispielhaft, wie nachstehend für die VKL 5/5,91 veranschaulicht, erfolgen:

Die erforderliche Differenzangabe einer den kritischen Weg beeinflussenden Soll-Vortriebszeit in der VKL 5/5,91 pro 10 cm Reduktion der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich gem. ÖN B 2203-1 errechnet sich zu:

$$t_{S\text{ Ausbruch}} = 0,0074 \text{ Mah/m}^3 \times (69,05 : 63,94) \times 63,94 \text{ m}^3/\text{m-VT} : 6 \text{ Mann} \times 60 \text{ min/h} = 5,13 \text{ min/m-VT}$$

o	Vortriebszeit der VKL 5/5,91 auf Basis der Prognose (= Soll):	5,6713	h/m-VT	
		bzw.	0,2363	AT/m-VT
	anteiliger Ausbruch	=	0,0968	AT/m-VT
	anteilige Stützmaßnahmen	=	0,1395	AT/m-VT
o	Vorhalteposition „zeitgeb. Kosten der VT-Mannschaft“:			
	Vordersatz	=	0,0968	AT/m-VT
	Einheitslohnkosten = 6 Mann x 50,00 €/h & Mann (MLK) x 24,0 h/AT	=	7.200,00	€/AT
	Lohnkosten/m-VT (konst.) = 0,0968 AT/m-VT x 7.200,00 €/AT	=	697,29	€/m-VT

→ Reduktion der Abschlagslänge auf $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,40 \text{ m}$ ($\Delta = -0,30 \text{ m}$) und dadurch bedungene Auswirkungen auf die zeitabhängige Komponente:

o	Vortriebszeit der VKL 5/5,91 auf Basis der Prognose (= Soll):	5,6713	h/m-VT	
		bzw.	0,2363	AT/m-VT
	anteiliger Ausbruch	=	0,0968	AT/m-VT
	Reduktion der Abschlagslänge auf $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,40 \text{ m}$ ($\Delta = -0,30 \text{ m}$):			
	3 Stk x 5,13 min/Stk : (60 min/h x 24,0 h/AT)	=	0,0107	AT/m-VT
	Σ Vortriebszeit pro m-VT (= Sollte):	0,1075	AT/m-VT	

- **Vorhalteposition „zeitgeb. Kosten der VT-Mannschaft“:**

Vordersatz	=	0,1075	AT/m-VT
Einheitslohnkosten = 6 Mann x 50,00 €/h & Mann (MLK) x 24,0 h/AT	=	7.200,00	€/AT
Lohnkosten/m-VT = 0,1075 AT/m-VT x 7.200,- €/AT	=	774,28	€/m-VT
- im Vergleich:

modifizierte Lohnkosten/m-VT	=	771,41	€/m-VT
------------------------------	---	--------	--------

→ **erreichtes Verbesserungspotential in der fairen und leistungsgerechten Vergütung des Ausbruchs:**

- **klassisch** (Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl bzw. KLIMT-Modell):
leistungsabhängiger Fehlerlös zufolge Änderung der Abschlagslänge
(1 - 774,28 : 697,29) x 100 = **- 11,04%** (≠ faire, leistungsgerechte Vergütung)
- **neu:**
leistungsabhängiger (Mehr-)Erlös zufolge Änderung der Abschlagslänge
(durch angenäherten, linear stetigen Verlauf der Soll-Lohnstunden des Ausbruchs lt. zulässigem Geltungsbereich der Abschlagslänge gem. ÖN B 2203-1 der bezogenen VKL 5/5,91)
(774,28 : 771,41 - 1) x 100 = **+ 0,37%** (= faire, leistungsgerechte Vergütung)

Infolge der aufgezeigten Dynamik durch die Generierung eines diesbzgl. Entgeltanpassungsmechanismus in der leistungsabhängigen Vergütung der Lohnkosten des Ausbruchs auf Basis der LV-Positionen-Variante (b) im Zuge der Vergütungsmodifikation AFL ist eine faire und v.a. leistungsgerechte Vergütung bei allfälliger Reduktion der Abschlagslänge innerhalb der zulässigen Abschlagslängenbandbreite gem. ÖN B 2203-1 in der betr. VKL gegeben.

8.1.3 Ergänzungen in bestehenden Entgeltanpassungsmechanismen

8.1.3.1 Regulativ für die Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen

Die entstehende Problematik in der fairen und leistungsgerechten Vergütung bei klassenunabhängig ausgedruckten Leistungspositionen der Stützmaßnahmen im Preisanteil Lohn infolge einer notwendigen kalkulatorischen Generierung von klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswerten, wie vglb. bei der VT-Klassifikation inkl. formulierten Vergütungsmodell der SN SIA 198 oder dem Vergütungsäquivalent LAST, für die diesbzgl. Lohnpreisbildung in den entsprechenden Leistungspositionen würde sich bei der Anwendung des KLIMT-Modells durch das vertragliche Festhalten von klassenabhängigen Soll-Einbauzeiten (bauzeitliche Angaben) für einen zusätzlichen oder reduzierten Einbau an Stützmaßnahmen, u.a. auch begünstigt durch das systemimmanent umgelagerte, zeitgeb. kalkulatorische Erfassen der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen in einer Vorhalteposition bei ausschließlicher Anwendung der LV-Positionen-Variante (b), nicht ergeben⁵⁴⁴.

Um das Spekulationspotential des Bieters bei den die Bauzeitoptimierung und daher die Vergabe beeinflussenden Angaben der Soll-Einbauzeiten je Stützmittel bzw. Zusatzmaßnahme einzu-

⁵⁴⁴ Anm. des Verfassers: Der Vorteil des vertraglichen Abfragens von klassenunabhängigen Soll-Einbauzeiten gegenüber kalkulatorischen Aufwandswerten für den Einbau der artdifferenten Stützmaßnahmen wurde bereits ausführlich in der gegenständlichen Arbeit diskutiert (siehe Pkt. 5.2.3.5.2/ad A - Vergleich der fairen, leistungsgerechten Vergütung, Ausbruchsicherung und Pkt. 6.2.3.5.2/ad A - Vergleich der fairen, leistungsgerechten Vergütung, Stützmittel und Zusatzmaßnahmen);

schränken, sind in der Ausschreibung aufgrund des fehlenden, augenscheinlich direkten Zusammenhangs zwischen der kalkulatorischen Lohn-Preisbildung in den einschlägigen klassenunabhängigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen bzw. in der Vorhalteposition der zeitgeb. Lohnkosten der VT-Mannschaft(en) gem. Detailkalkulation und der klassenspezifischen Angabe einer vertraglich zu garantierenden VT-Leistung (Vorgabe einer klassenspezifischen Soll-VT-Zeitangabe) - im Gegensatz zur Abfrage von kalkulatorischen Aufwandswerten - klassenspezifische Ober- und Unterschranken seitens des AG anzuführen. Zuzufolge dieser erforderlichen Angabe der Ober- und Unterschranken deutet jedoch auch leider hier alles darauf hin, dass aufgrund des vermehrt entstehenden Arbeitsaufwandes in der Ermittlung der kritisch prognostizierten bzw. vertraglich abrechenbaren Vortriebszeit (und nicht in der Lohn-Preisbildung der einschlägigen LV-Positionen) sowie der dadurch induzierten Komplexität in der Vergütung und bei der Abwicklung von Zusatzangeboten die Angabe der Soll-Einbauzeiten nicht klassenabhängig erfolgen wird. Somit würde die gleiche Problematik - jedoch nur aus bauzeitlicher Sicht für einen zusätzlichen oder reduzierten Einbau an Stützmaßnahmen gegenüber den klassenabhängig prognostizierten Regelstützmaßnahmen - bei der kalkulatorischen Generierung von klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Zeiten wie bei der kalkulatorischen Generierung von klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswerten entstehen.

Der Verfasser ist jedoch trotz des vermehrt entstehenden alleinigen Arbeitsaufwandes in der Bauzeitermittlung (kritische Soll- bzw. Sollte-Vortriebszeit) und der Komplexität in der Vergütung sowie bei der Abwicklung von Zusatzangeboten der Ansicht, dass eine Angabe von Soll-Einbauzeiten in den Stützmaßnahmen zumindest nach den VKL mit beinhaltend differenter techn. Lösemethode und Ausbruchsart differenziert behandelt gehört (bei VKL mit gleicher beinhaltender techn. Lösemethode und Ausbruchsart ist aus verfahrenstechnischer Sicht eine Angabe von vereinfacht zusammengefassten „Regeleinbau“-Zeiten noch vertretbar). Da gleichartige Stützmittel einen unterschiedlichen Verbrauch an Lohnstunden beim Einbauvorgang in unterschiedlichen VKL mit different beinhaltender techn. Lösemethode (Feedback auf ein stark unterschiedliches Gebirgsverhalten zufolge Fest- oder Lockergesteinvorkommen) und Ausbruchsart (Feedback auf die unterschiedlichen Platzverhältnisse im Vortriebsbereich) bekanntermaßen erfordern und daher bestimmten Herstellertätigkeiten unterschiedlicher Aufwand an Lohnstunden zu zuweisen ist, liefert ein einfaches Bsp. die Begründung für ein getrenntes Abfragen dieser Soll-Einbauzeiten:

- **z.B.: Ankerungsarbeiten:**
 - Festgestein / Bohrvorgang: standfestes Bohrloch (unverrohrte Bohrung) - gewisser Bohraufwand an Lohnstunden pro Bohrmeter
 - Lockergestein / Bohrvorgang: zumeist Verfall des Bohrlochs (verrohrte Bohrung erforderlich) - Aufwand an Lohnstunden aufgrund Bohr- und separatem Stützaufwand im Verhältnis zur Festgesteinbohrung pro Bohrmeter größer
- **z.B. Sicherung des Ortruandes mittels Spießen:**
 - Festgestein / Spießeinbau: für den Spießeinbau zumeist separates Bohrloch erforderlich - Aufwand an Lohnstunden im Verhältnis zum Lockergesteinseinbau pro Stk.-Spießeinbau aufgrund zusätzlichem Bohr- und Versetzaufwand größer (ausgenommen Selbstbohrspieße)
 - Lockergestein / Spießeinbau: der Spießeinbau kann gerammt bzw. eingedrückt werden - gewisser Versetzaufwand an Lohnstunden pro Stk.-Spießeinbau

Eine Angabe von klassenabhängigen „Regeleinbau“-Zeiten in den Stützmaßnahmen mit Gültigkeit in jenen VKL mit beinhaltend gleicher technischer Lösemethode hinsichtlich der gewünschten Dynamik einer bauzeitlichen Zuschlags- bzw. Nachlassrechnung für die Anpassung der ver-

traglichen (abrechenbaren) Vortriebszeit ist aus bauverfahrenstechnischer Sichtweise erforderlich, jedoch sind für diesbzgl. Angaben spekulationseinschränkende Vorgaben des AG anhand jeweiliger Ober- und Unterschranken in der Ausschreibung notwendig.

In wie weit dies die Freiheit der Bieter und deren Kreativität hinsichtlich der optimalen Gestaltung der Bau- und Betriebsweise einschränkt, wird anhand von zu sammelnder Praxiserfahrung auszuwerten sein.

8.1.3.2 Regulativ für unterschiedliche Vorhaltepositionen der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. in Abhängigkeit der zur Anwendung gelangenden techn. Lösemethode während des Vortriebs

In Fortsetzung zur erläuterten Vergütungsproblematik bei Zusammentreffen von unterschiedlichen VKL getrennt beinhaltender, konventioneller techn. Lösemethoden im zyklischen Vortrieb kann mit folgendem Lösungsansatz Abhilfe geschaffen werden:

- o ad Szenario B/Fall 1 - prognostizierte Verteilung der Bagger-VKL v.a. in den Portalbereichen und der Spreng-VKL v.a. in der Hohlraummitte:

Vorbeugend für eine faire, leistungsgerechte Vergütung des AN wirkt trotz der Einhaltung der unter Pkt. 8.1.1 beschriebenen Kalkulationssystematik der zeitgeb. Gerätekosten eine Aufspaltung der ursprünglichen LV-Position Nr. II (Vorhalteposition) gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK lt. ÖN B 2203-1 in entweder eine Normal- und eine separate Wahlposition⁵⁴⁵ oder in zwei Normalpositionen (wobei die LV-Pos. Nr. IIa die Grundposition des zugrunde liegenden Baggerabbaus und die LV-Pos. Nr. IIb die Aufzählung des zugrunde liegenden Sprengabbaus auf die Grundposition darstellt) in Zuordnung zu den vorkommenden artdifferenten Lösemethoden der VKL (siehe Abbildung 8-4).

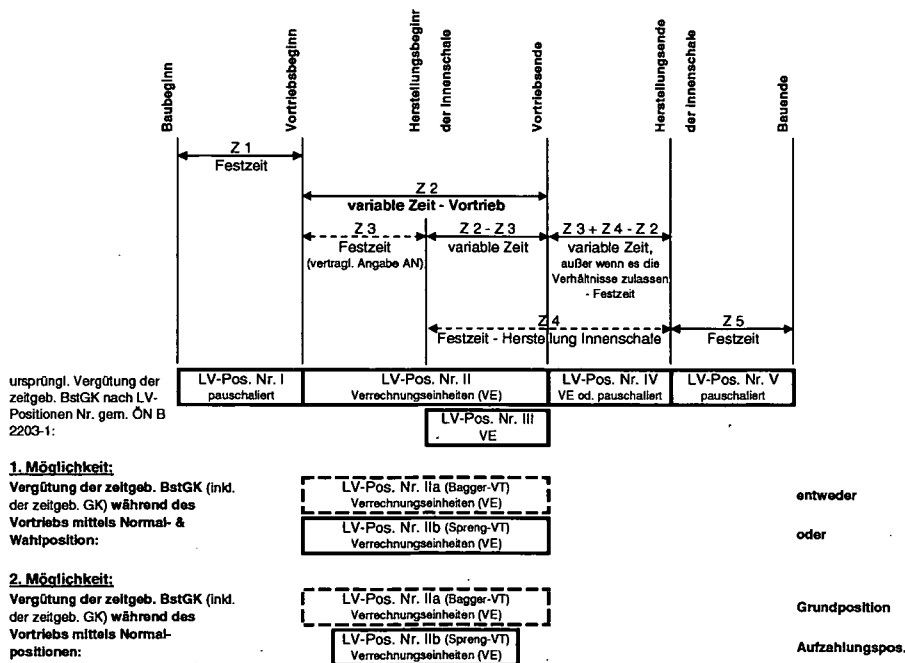


Abbildung 8-4: adaptiertes Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK nach LV-Pos. Nr. gem. ÖN B 2203-1 für den Vortrieb

Durch diese Vorgehensweise kann auf Basis eines technisch-wirtschaftlich optimierten Gerätekonzeptes infolge o.a. Kombination von VKL mit getrennt beinhaltender, artdifferenten Lösemethode - leistungsorientierte Anschaffung und Freimeldung leistungsstarker Vortriebsgeräte in Abhängigkeit der VKL und der zugehörigen techn. Löse-

⁵⁴⁵ Anm. des Verfassers: zur Erinnerung - eine Wahlposition beschreibt eine Leistung, die vom Ausschreiber alternativ zu einer Normalposition vorgesehen ist.

methode, z.B. beim Vortriebsklassenwechsel von Baggerabbau in Sprengabbau bzw. vice versa - der diesbzgl. effektiven Kostenwahrheit nahe kommend, d.h. ohne einer, wie ursprünglich erforderlichen, spekulativen Mischpreisbildung der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. während des Vortriebs auf Basis der prognostizierten VKL-Verteilung zufolge dieser vorkommenden Kombination an artdifferenten techn. Lösemethoden, kalkuliert und vergütet werden.

Auch ein für einen Vertragspartner entstehender Vergütungsnachteil zufolge des möglichen Entfallens einer VKL aufgrund der ursprünglichen Mischpreisbildung in der LV-Position Nr. II (Vorhalteposition) gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK lt. ÖN B 2203-1 wird durch diesen Lösungsansatz während des Vortriebs gänzlich abgefangen und leistungsgerecht vergütet.

- o ad Szenario B/Fall 2 - **prognostizierte Verteilung der Bagger- und der Spreng-VKL intermittierend über die gesamt aufzufahrende Hohlraumlänge:**

Vorbeugend für eine faire, leistungsgerechte Vergütung des AN wirkt die abschließliche Einhaltung der unter Pkt. 8.1.1 beschriebenen Kalkulationssystematik der zeitgeb. Gerätekosten in der LV-Position Nr. II (Vorhalteposition) gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK lt. ÖN B 2203-1, da z.B. bei einem VKL-Wechsel in eine VKL mit beinhaltender techn. Lösemethode Baggerabbau stillliegende Leistungsgeräte (überzählige Schutter- und Spritzbetongeräte, etc.) der VKL mit beinhaltender Lösemethode Sprengabbau nun mehr dem diesbzgl. effektiven Kostenverlauf nahe kommend mit der Stillliegemiene kalkuliert und vergütet werden.

Ein für einen Vertragspartner entstehender Vergütungsnachteil zufolge des möglichen Entfallens einer VKL aufgrund der diesbzgl. Mischpreisbildung in der LV-Position Nr. II (Vorhalteposition) gem. dem Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK lt. ÖN B 2203-1 ist über das permanent gesamt einkalkulierte Gerätekonzept beider artdifferenten techn. Lösemethoden (eine technisch-wirtschaftliche Geräteoptimierung hinsichtlich einer VKL-Zuordnung ist aufgrund der speziellen VKL-Verteilung nicht mehr möglich) in diesem Szenario B/Fall 2 nicht abzuwenden.

8.1.4 Beinhaltendes Verbesserungspotential der Vergütungsmodifikation AFL

Durch die Formulierung zusätzlicher, tlw. neu generierter Entgeltanpassungsmechanismen (siehe Abbildung 8-5) kann aufgrund der dadurch neu ermöglichten Flexibilität, sowie da die Bezugsbasis das ursprüngliche KLIMT-Modell darstellt, auch aufgrund der von vornherein vorhandenen Flexibilität in der leistungsabhängigen Vergütung die **Anzahl der für die Vertragsabwicklung erforderlichen VKL mit zugewiesener artreiner Lösemethode auf jeweils eine VKL im benötigten Abschlagslängenbereich** festgelegt werden. Falls aus besonderen geomechanischen Gründen erforderlich, besteht die theoretische Option mehrere VKL in einem Abschlagslängenbereich zu planen und auszuschreiben, da sodann in der praktischen Vortriebsphase mehrere Regelvortriebe mit der Option einer gestattenden Flexibilität vor Ort sowie u.a. auch in der leistungsabhängigen Vergütung des Ausbruchs und v.a. der Stützmaßnahmen zur Verfügung stehen würden.

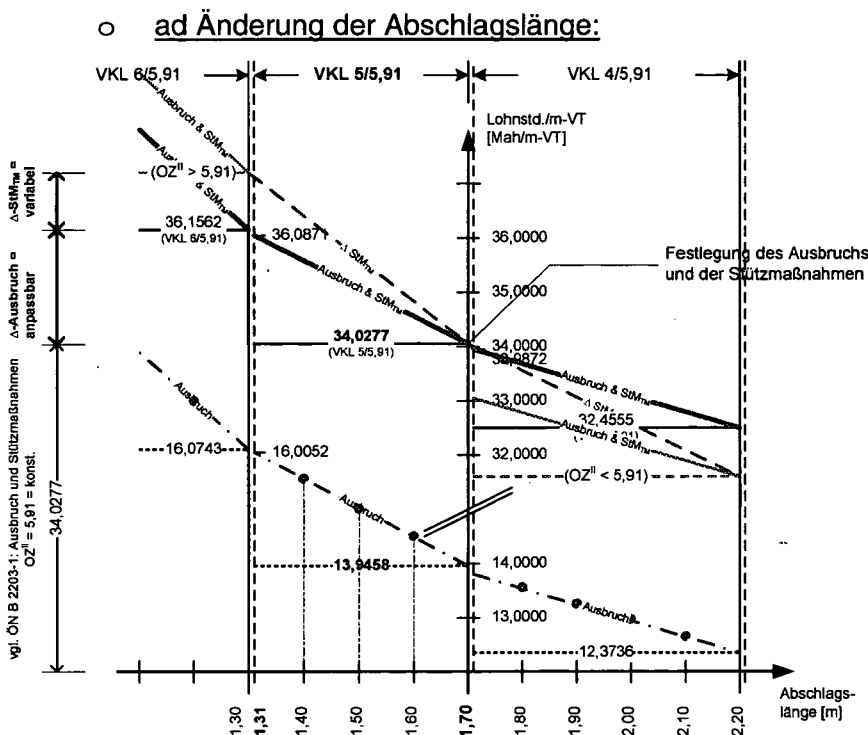
Da im Zuge der Anwendung der Vergütungsmodifikation AFL der Gebrauch eines Extrapolationsregulatives für die Schaffung neuer VKL entfällt bzw. auch durch die Modell-Chakteristik weitgehend auf die **Einführung einer zusätzlichen VKL bzw. AK (SK) zufolge eingetretener Leistungsänderungen Abstand genommen werden kann, ist demzufolge ein eindeutiger, signifikanter Soll(te)-/Ist-Vergleich der terminlichen und kostenmäßigen Situation während des Vortriebs auf Grundlage dieser Vergütungsmodifikation AFL ermöglicht worden.**

Zur erörterten allgem. Problematik des Vorhandenseins von geomechanisch- sowie baubetrieblich-bedingten Abstandskriterien (siehe Pkt. 5.1.3.5.1/ad Bau- und Betriebsweise) bei der Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1 gilt in Anlehnung an die diesbzgl., m.E. vorbildhaft getroffene Regelung in der SN SIA 198 noch im Zuge der Anwendung der Vergütungsmodifikation AFL anzumerken, dass bei Erfordernis eines definierten Abstands zwischen Kalotte und Strosse, in diesem speziellen Fall die VT-Klassifikation von Kalotte und Strosse als ein zu betrachtender Querschnitt mit inkl. zeitlicher Trennung des betrieblichen Ablaufs (siehe Abbildung 5-24) der Vortriebe Kalotte bzw. Strosse in Längsentwicklung zu erfolgen hat (vertragliche Angaben von Ringschlussdistanzen bzw. -zeiten je Ausbruchsetappe erforderlich). Die Kalotte bestimmt die VKL und damit zusammenhängend auch die in die Vergütung sämtlicher zeitgeb. Kosten einfließende, u.a. maßgebende, im Bauvertrag zu garantierende Soll-Vortriebszeit bzw. die als Reziprokwert bekannte VT-Geschwindigkeit bzw. -Leistung je VKL in der Strosse.

Dem gesetzten primären Ziel, eine faire Verbesserung in der leistungsabhängigen Vergütung für die Vertragsparteien unter voraussetzendem Einfluss einer zu erzielenden Anreizsteigerung für die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung zu erreichen, kann dadurch entsprochen werden, wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen:

• **Lohnkosten der Bst. während des Vortriebs:**

In der Abbildung 8-6 und in der Abbildung 8-7 ist nun für die Änderung der Abschlagslänge und die Art und Mengenänderung der Stützmaßnahmen die verbesserte, zugleich systemintegrierte Dynamik der Verlaufsanpassung in der Erlössituation der Lohnstunden pro m-VT infolge der leistungsabhängigen Vergütung bei der Anwendung der Vergütungsmodifikation AFL im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. erörterter Vergütungsmodelle gem. ÖN B 2203-1 graphisch dargestellt:



Bei der Anwendung des AFL-Modells stellt sich aufgrund der Änderung der Abschlagslänge über den festgelegten Abschlagslängenbereich der VKL hinaus kein sprunghafter, sondern ein **linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT]** infolge einer leistungsabhängigen Vergütung der VKL samt behafteter Stützmaßnahmen (in Bezug auf die ursprüngliche Klassenfestlegung im

Abbildung 8-6: Vergleich Vergütungsmodifikation AFL vs. klassisches VMod gem. ÖN B 2203-1 - **linear stetiger Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **außerhalb** des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2203-1 (Darstellungsbezug: $OZ^{II} = konst.$)

Zuge der Ausschreibung) ein, da die zeitgeb. kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen in der zugehörigen Vorhalteposition durch die Vordersatzveränderung infolge einer schlagend werdenden, vertraglich festgehaltenen Δ -Soll-Vortriebszeitangabe für eine bestimmte Reduktion der Abschlagslänge fair und leistungsgerecht angepasst werden kann.

Ein linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] (wie z.B. bei den Vergütungsmodellen LAST und KLIMT) ist weiterhin infolge der leistungsabhängigen Vergütung der Stützmaßnahmen unter Berücksichtigung diesbzgl. Art- und Mengenänderungen innerhalb des Abschlagslängenbereiches durch die Modifikation AFL gegeben.

o ad Mengenänderung der Stützmaßnahmen:

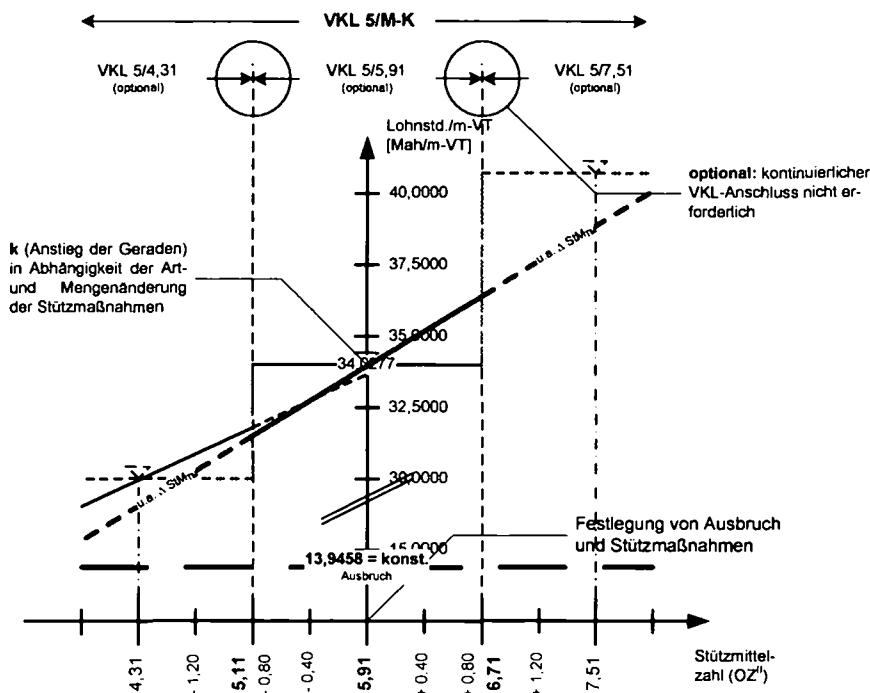


Abbildung 8-7: Vergleich Vergütungsmodifikation AFL vs. ÖN B 2203-1 - **linear stetiger Verlauf** in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] **innerhalb** des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2003-1 (Darstellungsbezug: $OZ'' = \text{konst.}$)

Bei der Anwendung der Vergütungsmodifikation AFL ändert sich durch eine ev. eintretende **Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen** auf Basis einer theoretisch möglichen, uneingeschränkt veränderlichen Bandbreite des Gebirgsverhaltens innerhalb des festgelegten Abschlagslängenbereichs der **Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden** [Mah/m-VT] **durch die systemimmanente Vorgabe** (zeitabhängige, klassenbezogene Anpassung der Soll-

Lohnstunden pro m-VT unter Berücksichtigung der vertraglich festgelegten Soll-Einbauzeit(en) je artdifferenter Stützmaßnahme) infolge einer leistungsabhängigen Vergütung derselben **linear stetig** (siehe u.a. LAST- und KLIMT-Modell), d.h. es entsteht **kein sprunghafter Verlauf** wie im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. klassischem Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 zufolge VKL-Abgrenzung.

• **zeitgebundene Kosten der Bst. (inkl. zeitgeb. Gerätekosten der Bst.) während des Vortriebs:**

o ad Änderung der Abschlagslänge:

Eine zulässige Änderung der Abschlagslänge im klassifizierten Abschlagslängenbereich ändert nun bei der Anwendung des AFL-Modells den Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs durch Beeinflussung der vertraglich garantierten Vorgabe der klassenabhängigen Soll-Vortriebszeit [h/m-VT] infolge einer vertraglich vereinbarten Δ -Soll-Vortriebszeitangabe für eine bestimmte Reduktion der Abschlagslänge.

Durch Addition des diesbzgl. beziehenden Zusatzterms (siehe Pkt. 8.1.2.2) zu der, die vertragliche (abrechenbaren) Vortriebszeit (BZ_v [KT]) ermittelnden Funktion der bauzeitlichen Aufschlags- und Nachlassrechnung des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen kommt es im Verlauf der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs zu einer systemimmanenten, linear stetigen Anpassung.

- ad Art und Mengenänderung der Stützmaßnahmen:
Durch die **alleinige Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen im klassifizierten Abschlagslängenbereich** kommt es im Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs auf Basis der unter Pkt. 8.1.2.2 modifizierten Gleichung **zu keinem Vergütungssprung**. (Die anteilige Anpassung des Vordersatzes der diesbzgl. Vorhalteposition erfolgt über die klassenspezifischen, zeitabhängigen Vorgaben der jeweiligen Soll-Vortriebszeitangaben eines zusätzlichen oder reduzierten Einbaus der Stützmaßnahmen von der zugrunde liegenden VKL unter Anwendung der erwähnten Gleichung; **der Verlauf der Erlössituation bleibt bei der Anwendung des AFL-Modells bezogen auf die jeweilige VKL unter Ausschluss eines optionalen VKL-Wechsels linear.**)

→ **Schlussfolgerung:**

Aus dieser Vergütungssituationen ist ableitbar, dass bei der Anwendung der Vergütungsmodifikation AFL ausschließlich fair und leistungsgerecht vergütet wird sowie kein Anreiz geboten ist, die Festlegung der auf das spezif. Gebirgsverhalten abzustimmenden Abschlagslänge und des Bedarfs an Stützmaßnahmen an etwaigen wirtschaftlichen Interessen zu orientieren. Dieser Umstand fördert die Intention der Vorgehensweise nach dem tatsächlichen spezif. Gebirgsverhalten und einer zu treffenden Ausbaufestlegung im Einvernehmen beider Vertragsparteien.

Dies hat u.a auch zur Konsequenz, dass ev. eintretende VKL-bestimmende, aus der Prognose wissentlich erwartbare Leistungsänderungen einerseits im Ausbruch und in den Stützmaßnahmen nicht mehr im Konnex stehend zu betrachten sind und andererseits ist dadurch eine **leistungsabhängige Vergütung zur Gänze monatlich schlussrechnungsmäßig gewährleistet**.

Die vertragliche Vortriebszeit kann im Vergleich zur VT-Klassifikation inkl. erörterter Vergütungsmodelle gem. ÖN B 2203-1 mit jeder Abschlagsrechnung eindeutig berechnet werden. Unabhängig davon bleibt dem AN das Recht gewahrt, ev. Mehrkostenansprüche zufolge Matrixbestimmender Leistungsänderung gegenüber der Ausschreibung bzw. dem Vertrag v.a. im Ausbruch - kein Modell ist geeignet, die über die Anpassung der Ausbaufestlegung hinausgehenden Folgen abweichenden Gebirgsverhaltens vollautomatisch abzufangen - inkl. der auch davon abhängigen zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs geltend zu machen.

8.2 Ergebnisse und Nutzen der Dissertation

Wegen der großen wirtschaftlichen Vorteile, u.a. der Machbarkeit von Hohlraumbauwerken auch in schwierigsten geologischen Verhältnissen (intermittierendes Antreffen verschiedener Arten von Fest- und Lockergesteinsverbänden), der Flexibilität in der Wahl des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen bzgl. unterschiedlicher Baugrundverhältnisse sowie einer zugehörigen Anpassbarkeit hinsichtlich des Querschnitts hat sich die flexible Tunnelbaumethode - NÖT (siehe Pkt. 2.1) - weltweit verbreitet.

Während eine flexible Tunnelbaumethode eine Fülle von Möglichkeiten bietet, den Vortrieb im Bezug auf den Ausbruch und den Bedarf an Stützmaßnahmen auf die auftretenden vielfältigen Verhaltensformen des Gebirges anzupassen, wird diese Flexibilität im Zuge einer angemessenen Ermittlung eines leistungsabhängigen Errichtungsentgelts bzw. im Zuge der auf den Ergeb-

nissen der geotechnischen Klassifikation (Gebirgs- bzw. Vortriebsklassifikation) aufbauenden, mit der Forderung der Wahrung der Objektivität und Nachvollziehbarkeit behafteten Kalkulation der Herstellkosten dieser Leistungen - insbesondere bei einer folglich daraus ableitbaren fairen, leistungsgerechten Vergütung des AN - meist zu einem Problem.

Es ist daher ein abstraktes Bindeglied zu definieren, das den in den Pkt. 2.4 bzw. 2.5 erarbeiteten vergabe- und zivilrechtlichen Grundlagen genügt und das gleichzeitig mit der auf die auftretende Wechselhaftigkeit des Baugrunds reagierenden flexiblen Tunnelbaumethode NÖT möglichst uneingeschränkt umgehen kann. Dem diesbzgl. Grundgedanken folgend, ist eine bezugnehmende geotechnische Klassifikation inkl. eines zugehörig formulierten, auf das Klassifizierungssystem zumeist speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells als objektive und nachvollziehbare Grundlage für die Projektabwicklung - insbesondere für die Ermittlung eines angemessenen, leistungsabhängigen Errichtungsentgelts (→ Kriterium der Kalkulierbarkeit) - auf Basis eindeutig definierter Kriterien hinsichtlich einer Klasseneinteilung zu schaffen. Im Zuge der Vertragsabwicklung ist unter Anwendung des dynamischen Vergütungsmodells einer angemessenen, fairen und auf die tatsächlichen Verhältnisse anpassbaren - so zusagen - leistungsgerechten Vergütung des Unternehmers so nahe wie möglich zu kommen. Obwohl im Untertagebau die Tatsache einer treffsicheren Beschreibung sowie eine präzise Berechnung der geforderten Leistungen vorweg nicht gegeben ist, werden die heute in Anwendung befindlichen Normenklassifizierungen (siehe Pkt. 5ff.), natürlich auch begünstigt durch deren definierte Zweckbestimmung gem. Sachdefinition (siehe Pkt. 3.2ff.), gegenüber den in Pkt. 4ff. erörterten Felsklassifizierungen hinsichtlich des möglichen Anwendungsspektrums und der möglichen Bau- und Betriebsweisen der NÖT i.A. wesentlich besser gerecht.

Vorwegzunehmen ist, dass die Anforderungen an den Begriff der Angemessenheit bei der Ermittlung eines leistungsabhängigen Errichtungsentgelts und daraus resultierend bei einer dynamisch, auf die tatsächlichen Verhältnisse anpassbaren, fairen und leistungsgerechten Vergütung des Unternehmers im Untertagebau dann erfüllt sind, wenn der diesbzgl. Wettbewerb ordnungsgemäß abgewickelt wurde, die LB eindeutig, vollständig und neutral verfasst wurde und die jeweiligen nationalen **Regelwerke für die Gewährleistung einer angemessenen Preisbildung der zu erbringenden Leistungen durch vertragliche Bindung entsprechend eingehalten wurden** (vgl. Pkt. 5.1.2.2, 5.2.2.2 u. 5.3.2.2). **Salopp formuliert gilt dadurch, dass Minder- und Überkalkulation in den LV-Positionen, die sich dementsprechend als Folge des Wettbewerbs ergeben können, das Gleichgewicht (Äquivalenztheorie) zwischen vertraglich zugesagter Leistungserbringung und vertraglich vereinbartem, „angemessenen“ Entgelt nicht stören.**

In den derzeit üblichen deutschsprachigen Bauverträgen für Untertagebauarbeiten mit zugrunde liegender flexibler Tunnelbaumethode und zyklisch konventioneller Vortriebsart unter Einbezug der jeweiligen nationalen Normenklassifizierung sind folgende vertragliche Maßnahmen Stand der Technik (ausgenommen DIN 18312 VOB/Teil C - ATV):

- **Prognose mit definitiven Angaben der Klassen und bautechnischen Maßnahmen** (ohne Stützmaßnahmen-Rahmenplan mit „von, bis“-Regelungen);
Ermöglichung einer 1.-maligen VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens;
- **einvernehmliche Festlegung der bautechnischen Maßnahmen vor Ort** auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens anhand von **Ausbaufestlegungen** (Vertragsabrede einer aufschiebenden Bedingung);

- **Vergütung der tatsächlich aufgefahrenen Klassen und bautechnischen Maßnahmen** mit den vertraglich festgelegten Preisen sowie eine **dynamische Bauzeitregelung** aufgrund der tatsächlich angetroffenen Klassen sowie vereinbarter VT-Leistungen und damit automatische Anpassung der zeitgeb. Kosten;
Notwendigkeit einer 2.-maligen VT-Klassifikation unter Berücksichtigung der national unterschiedlichen Abrechnungsbestimmungen für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens, jedoch infolge üblicherweise eingetretener Leistungsänderungen erst im Nachhinein möglich;

Der oberste Grundsatz einer leistungsabhängigen und zugleich fairen Vergütung beinhaltet die notwendige Trennung der zu kalkulierenden Kosten in einmalige Kosten (Kosten der Baustelleneinrichtung und -räumung), zeitgeb. Kosten der Bst. (u.a. zeitgeb. Gehalts-, Lohn- und Gerätekosten der Bst.) und in die leistungsabhängigen Kosten; obwohl dieser Grundsatz bei den analysierten Normenklassifizierungen weitgehend immanent ist, stellen sich bei praktischer Anwendung folgende **wesentliche Auswirkungen im Zuge der Analyse mit Fokus auf eine faire und leistungsgerechte Vergütung** (v.a. der Lohnkosten) **des AN** ein, was zugleich die Vorgabe des Forschungsziels (zu erreichendes Verbesserungspotential in der Entwicklung bzw. konsequenten Weiterentwicklung einer zweckorientierten geotechnischen Klassifikation inkl. eines zugehörig formulierten, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells) der gegenständlichen Arbeit bedeutet:

- **Feedback auf Ausbaufestlegungen infolge wirtschaftliches Interesse**
 - *Loslösung im Gebrauch einer 2.-maligen, „völlig eigenständigen“ VT-Klassifikation für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens*
 - **Demzufolge und der Tatsache, dass die 2.-malige VT-Klassifikation bei eintretenden Abweichungen gegenüber der Prognose erst im Nachhinein möglich ist, ist ein eindeutiger, signifikanter Soll(te)-/Ist-Vergleich der terminlichen und kostenmäßigen Situation während des Vortriebs auf Grundlage der diskutierten Normenklassifizierungen im Pkt 5ff. nicht gewährleistet.**
- **vorhanden formulierte Entgeltanpassungsmechanismen stellen keine faire und leistungsgerechte Vergütung des AN sicher**
 - *Glättung des sprunghaften Verlaufs in der Erlössituation der Lohnstunden und in den zeitgeb. Kosten der Bst.*

8.2.1 Ergebnisse

Unter Bezugnahme auf die eingangs in Pkt. 1.1 gestellte Frage und unter Einbezug der Ergebnisse aus den analysierten alternativen Vergütungsmodellen LAST (siehe Pkt. 6.1) und KLIMT (siehe Pkt. 6.2) - vertragliche Stützmittelvergleiche mit zusätzlicher Anpassung der Bauzeit bei Abweichung von den definierten Regelstützmaßnahmen - kann vorrangig das Feedback auf die Ausbaufestlegung infolge wirtschaftliches Interesse durch die Loslösung im Gebrauch einer 2.-maligen, „völlig eigenständigen“ VT-Klassifikation auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens durch den Ersatz von vertraglichen Vorgaben abzufragender Regeleinbau-Aufwandswerte bzw. Soll-Einbauzeiten der Stützmaßnahmen wettgemacht werden. Die Unzulänglichkeit im kontinuierlich fairen „Nachfahren“ der tatsächlich erforderlich werdenden Kosten aufgrund wissentlich erwartbaren, VKL-bestimmenden Leistungsänderungen (mitunter die Flexibilität der Tunnelbaumethode NÖT kennzeichnende, verfahrenstechnische Variablen, wie z.B. im

Besonderen die zulässige Veränderung der Abschlagslänge, der Art und Menge der Stützmaßnahmen, usw.) aus der Prognose in Form von vertraglich vereinbarten Entgeltanpassungsmechanismen ist in diesen alternativen Vergütungsmodellen nur in den Stützmaßnahmen existent. Dadurch verbleiben bei praktischer Anwendung folgende **markante Auswirkungen im Zuge der Analyse mit Fokus auf eine faire und leistungsgerechte Vergütung** (v.a. der Lohnkosten) **des AN** als letztendliche Vorgabe des Forschungsziels:

- **tlw. VKL-bestimmende, aus der Prognose wesentlich erwartbare Leistungsänderungen lassen noch keine monatliche schlussrechnungsmäßige Abrechnung zu sowie ein eindeutiger, signifikanter Soll(te)-/Ist-Vergleich der terminlichen und kostenmäßigen Situation ist nur auf Basis der Stützmaßnahmen monatlich ermöglicht**
 - *dynamische Vergütungsregelung des Ausbruchs*
- **vorhanden formulierte Entgeltanpassungsmechanismen stellen tlw. noch keine faire und leistungsgerechte Vergütung des AN sicher**
 - *weitere Glättung des sprunghaften Verlaufs in der Erlössituation der Lohnstunden und in den zeitgeb. Kosten der Bst.*

Anzumerken ist, dass die untersuchten alternativen Vergütungsmodelle bei weitem noch nicht den Stand der Technik widerspiegeln, da in der gelebten Baupraxis zum Teil die fälschliche Meinung vertreten wird, dass trotz der generellen Auffassung der weiter bestehenden Zuteilung des Baugrundrisikos in die AG-Sphäre, eine zu detaillierte Vergütungsregelung von Ausbruch, Stützmaßnahmen und speziell der zeitgeb. Kosten der Bst. während des Vortriebs den Anschein einer Herstellkostenerstattung mit vereinbartem Gesamtzuschlag (Regiepreisvertrag - siehe Pkt. 2.5.3.1.2) erweckt, weil sich das Einzelkosten- und das Bauzeitrisiko des AN auf Basis des gegenständlichen Einheitspreisvertrages (siehe Pkt. 2.5.3.1.1) erheblich vermindern würde, was jedoch vom Verfasser im Pkt. 7 der gegenständlichen Arbeit in aller Deutlichkeit widerlegt wird.

Ein kritischer Vergleich anhand einer beurteilten **Kriterienübersicht der Normenklassifizierungen inkl. ihrer formulierten Vergütungsmodelle** im Anwendungsfokus einer fairen und leistungsgerechten Vergütung (siehe Pkt. 7/Tabelle 7-1) **bildet alsdann den Ausgangspunkt für die weiterentwickelte, auf dem KLIMT-Modell beruhende Vergütungsmodifikation AFL** (ausschließliche Anwendung der LV-Positionen Variante (b) gem. ÖN B 2203-1). Die diesbzgl. primäre Zielvorstellung stellt die Förderung der **technisch-wirtschaftlichen Optimierung** dar, indem die leistungsabhängige Vergütung **in Form von vertraglich vereinbarten Entgeltanpassungsmechanismen** sich den tatsächlich erforderlich werdenden Kosten aus ev. eintretenden klassenbeeinträchtigenden, jedoch aus der Prognose wesentlich erwartbaren Leistungsänderungen kontinuierlich fair anpassen kann, aber den daraus resultierend entstehenden „Mehr“-Arbeitsaufwand beider Parteien in den einzelnen Phasen der Projekt- bzw. Vertragsabwicklung in Grenzen hält.

Um den irrtümlich geprägten Anschein der Herstellkostenerstattung mit vereinbartem Gesamtzuschlag (Regiepreisvertrag) - im Wesentlichen verursacht u.a. durch bloße Umlegungen der variablen Kosten (v.a. sofort ausgabenwirksame Kosten a.d.S. des Unternehmers, wie z.B. Lohn-, Gehaltskosten, Reparaturentgelt der Leistungs- und Vorhaltegeräte, etc.) von stark mengen-variablen klassenspezifischen Leistungen im Untertagebau in fixe Kosten (Kosten der Betriebsbereitschaft a.d.S. des Unternehmers), die in eigenen klassenunabhängigen Leistungs- bzw. Vorhaltepositionen des LV zeitabhängig erfasst werden - von „jüngeren“ Vergütungsmodel-

len der Normenklassifizierungen **einerseits** trotzdem entsprechend **entgegenzuwirken und andererseits die Erfolgsbezogenheit im Einheitspreisvertrag durch beinhaltende Übernahme des Einzelkosten- und des Bauzeitrisikos durch den AN zu bekräftigen**, wird vom Wesen der (Vor-)Kalkulation **der Anreiz des AN** für die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung **gesteigert** (siehe Pkt. 8.1.1). **Es wird quasi eine anteilige Rückumlegung von fixen Kosten** (Kosten der Betriebsbereitschaft a.d.S. des Unternehmers) **zu variable Kosten mittels vertraglich bindender, klar formulierter Kalkulationsvorschrift im AFL-Modell gefordert** (siehe Pkt. 8.1.1). Es werden sofort ausgabenwirksamen Kosten a.d.S. des Unternehmers, wie z.B. die betriebsbedingte Abschreibung und die Reparaturkosten der Leistungs- und Vorhaltegeräte des Vortriebs, die gemäß ihrer Definition nur durch Leistungserbringung - Bauproduktion - anfallen, in einem festgelegten prozentuellen Anteil (25% AV – 75% Rep.) wiederum den einschlägigen Leistungspositionen der VKL zugewiesen, sodass diese auch nur bei leistungsorientierter Tätigkeit vergütet werden können.

Diese, im Wesen der (Vor-)Kalkulation modifizierte, konsequente Weiterentwicklung des zugehörigen Vergütungsmodells AFL der VT-Klassifikation gem. ÖN B 2203-1 hat den generellen Vorteil, dass ohne weiteres Zutun für den AG die produzierte Verrechnungseinheit an Bauleistung mit steigender Leistungsintensität billiger wird und für den AN in vglb. Form der Erlös steigt. **Auch der Entfall von derzeit vertraglich üblichen Stilliegepositionen kann dadurch ange-dacht werden.** Beide Partner sind demnach an der Produktivität durch finanzielle Motivation begründet interessiert.

Ferner findet in der AFL-Modellentwicklung eine Generierung von zusätzlichen, vom Verfasser dieser Arbeit als erforderlich empfundenen Entgeltanpassungsmechanismen (siehe Pkt. 8.1.2ff.) statt:

- **Regulativ für einen VKL-Wechsel:**
 - Anspruchsvoraussetzung: bestärkt durch die Empfehlungen des Arbeitskreises „Tunnelbau“ der dt. Gesellschaft für Geotechnik, dass ein unter Umständen häufiger Wechsel nicht Gegenstand der VKL selbst ist, dieser durch eine entsprechende Leistungsposition bzw. durch ein dem Sinn entsprechendes Vergütungsregulativ zu berücksichtigen ist (vgl. z.B. SN SIA 198);
 - Ziel: Kompensierung des Produktivitätsverlustes bei VKL-Wechsel mit ausschließlich integriertem Wechsel der techn. Lösemethode oder der Ausbruchsart;
- **Regulativ für die Reduktion der Abschlagslänge:**
 - Anspruchsvoraussetzung: aufgrund der Überschreitung der veranschlagten Bandbreite von $\pm 6\%$ bzw. als max. bzw. min. Abweichung (+/- 11% bis) +/- 12% der Kostenelastizität in den Einzelkosten bzw. in den untersuchten Einzellohnkosten einer leistungsabhängigen LV-Position;
 - Ziel: weiter ermöglichte Glättung des sprunghaften Verlaufs in den Erlössituationen der Lohnstunden und in den zeitgeb. Kosten der Bst.;

... sowie diesbzgl. Ergänzungen in den bestehenden Entgeltanpassungsmechanismen (siehe Pkt. 8.1.3ff.):

- **Regulativ für die Art- und Mengenänderung der Stützmaßnahmen:**
 - Anspruchsvoraussetzung: korrekte Interpretation der Entwurfsintention der bestehenden Vergütungsalternative KLIMT gem. ÖN B 2203-1 mit beinhaltender, dynamisch steuerbarer bauzeitlicher Aufschlags- und Nachlassrechnung;
 - Ziel: vertragliche Vorgabe von speziell zusammengefassten (gleiche techn. Lösemethode und Ausbruchsart), klassenabhängig geregelter Soll-Einbauzeiten (Ermöglichung einer Berücksichtigung unterschiedlicher Aufwände im Einbau, Parallelitäten, etc.);
Die jeweilige Quantifizierung der vertraglich zu vereinbarenden Entgeltanpassungsmechanismen in den artdifferenten Stützmaßnahmen ist weiterhin dem freien, lauterem Wettbewerb am Baumarkt unterstellt. D.h. die im Angebot bzw. folglich im Vertrag angegebenen Soll-Einbauzeiten der Stützmaßnahmen sind dem freien, lauterem Wettbewerb am Baumarkt unterworfen und nicht wettbewerbsneutral vorgegeben, wie die bei der VT-Klassifikation inkl. klassischen Vergütungsmodell mittels Stützmittelzahl gem. ÖN B 2203-1 in Anwendung gelangenden normierten Bewertungsfaktoren.
- **Regulativ für unterschiedliche Vorhaltepositionen der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. in Abhängigkeit der zur Anwendung gelangenden techn. Lösemethode während des Vortriebs:**
 - Anspruchsvoraussetzung: versteckte Überwälzung des Baugrundrisikos anhand der Längenverteilung der VKL auf den Bieter bzw. AN im Zuge der (Vor-)Kalkulation;
 - Ziel: Aufsplittung der Vorhaltepositionen der zeitgeb. BstGK, v.a. bei einer herkömmlichen prognostizierten Verteilung der Bagger-VKL in den Portalbereichen und der Spreng-VKL in der Hohlraummitte, für eine faire und leistungsgerechte Vergütung;
Durch diese Vorgehensweise kann auf Basis eines technisch-wirtschaftlich optimierten Gerätekonzeptes infolge o.a. Kombination von VKL mit getrennt beinhaltender, artdifferenten Lösemethode der diesbzgl. effektiven Kostenwahrheit nahe kommend, d.h. ohne einer, wie ursprünglich erforderlichen, spekulativen Mischpreisbildung der zeitgeb. Gerätekosten der Bst. während des Vortriebs auf Basis der prognostizierten VKL-Verteilung zufolge dieser vorkommenden Kombination an artdifferenten techn. Lösemethoden, kalkuliert und vergütet werden.

8.2.2 Nutzen

Beim AFL-Modell kann einerseits vom Wesen der (Vor-)Kalkulation der Anreiz des AN für die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung durch einen finanziellen Aspekt erfolgreich gesteigert werden, wodurch sich aufgrund der m.E. fairen, betriebswirtschaftlich selbsttätigen Charakteristik eine **anreizgesteigerte** Vergütungsmodifikation ergibt. Andererseits kann durch die Generierung von zusätzlichen und durch die Ergänzung von bereits bestehenden Entgeltanpassungsmechanismen eine deutliche Verbesserung hinsichtlich einer **fairen und leistungsgerechten** Vergütung (im Vergleich zu den anderen Normenklassifizierungen siehe Tabelle 8-2), v.a. in den bezugnehmenden Lohnkosten (siehe Pkt. 8.1.4/Abbildung 8-6 u.

Abbildung 8-7) des AN, erzielt werden, wodurch sich schließlich ein konsequent weiterentwickeltes Vergütungsmodell (siehe Pkt. 8.1.4/Abbildung 8-5) im Sinne der ÖN B 2203-1 einstellt.

Die im Folgenden zusammengefasste Kriterienübersicht stellt die Modelleignung und -tauglichkeit der vom Verfasser dieser Dissertation weiterentwickelten Vergütungsmodifikation AFL im Anwendungsfokus einer fairen und leistungsgerechten Vergütung in vergleichender Gegenüberstellung dar:

Nr.:	Kriterium:	Eigenschaft:	ÖN B 2203-1 OZ' + OZ"	SN SIA 198	DIN 18312	LAST	KLIMT	Vergütungs- modifikation AFL										
VT-Klassifikation:																		
1	Geologie	Erkundungsgrad u. Prognosesicherheit hinricht. der Klassenverteilung (Feedback auf geologische Variation, Störzonen, etc.)	hoch	++	++	+	++	++										
			gering	o	o	-	+	+										
2	Konstruktion	plangem. Ausbruchprofil (Feedback auf Anwendungsgebiet im Zusammenhang mit der Stabilität der Matrix)	≤ 25 m²	-	o	-	+	++										
			25 - 75 m²	+	+	o	++	++										
			≥ 75 m²	++	++	o	++	++										
3	V e r f a h r e n	Bau- und Betriebsweise	einfach	++	++	+	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1										
			komplex	o	+	o		gem. ÖN B 2203-1										
3a		Sonderbauweisen (Firststollen, Ulmenstollen, etc.)	vorhanden	-	+	o	+	++										
3b		Betriebsweise (Längsentwicklung bzw. -ablauf)	völlig entkoppelt	++	+	+	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1										
			kurzer Ringschluss	o	+	+		gem. ÖN B 2203-1										
3c		Bauhilfemaßnahmen und Zusatzaßnahmen ohne Bewertung (Rehrschirm, DSV, Vereisung, etc.)	vorhanden	o	o	?	+	++										
4		Mehrausbruch	vorhanden	++	+	o	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1										
5	Erschwernis	Wasserschwernis	vorhanden	++	o	o	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1										
6		Mixed-Face-Bedingungen	vorhanden	++	?	?	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1										
Parameter für die Regelung der leistungsabhängigen Vergütung:																		
7		VT-Geschwindigkeit bzw. Soll-Vortriebszeit:	- vertraglich - konst. / VKL	- vertraglich - konst. / AK	?	- vertraglich - konst. / VKL	- vertraglich - variabel / VKL	- vertraglich - variabel / VKL										
8		Regeleinbau-Aufwandswert bzw. Soll-Einbaupzeit:	?	- kalkulatorisch	?	- vertraglich - kalkulatorisch	- vertraglich - bauzeitlich	- vertraglich - bauzeitlich										
9		variables Bauzeitmodell während Vortrieb:	+	++	?	+	+	++										
10		Eindeutigkeit des Geltungsbereiches einer VKL, AK, SK, ...:	+(+)	o	-	++	++	++										
11		Grundlage der leistungsabhängigen Vergütung:	2 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - Vergütung (theoret. jeder Absatztag)	2 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - Vergütung (vereinbacht)	1 Klassifikationen - Angebot, Vergabe	1 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - dynamische Anpassung durch Bieterangeben (Kalkulation)	1 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - dynamische Anpassung durch Bieterangeben (Bauzeit)	1 Klassifikationen - Angebot, Vergabe - dynamische Anpassung durch Bieterangeben (Bauzeit)										
leistungsabhängige Vergütung:																		
12	VKL bezogen	Variation der Abschlagslänge	hoch	-	+	?	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1										
			gering	o	+	?		++										
13	VKL bezogen	Variation der Stützmaßnahmen	hoch	o	+	-	+	++										
			gering	+	+	-	++	++										
14	VKL bezogen	Variation des Übermaßes (Ü _m), Überprofil (d), etc.	hoch	+	-	-	+	gem. ÖN B 2203-1										
			gering	++	o	o	++	gem. ÖN B 2203-1										
15	Bauzeit bezogen	Variation der VKL (VKL-Wechsel)	hoch	o	+	?	+	gem. ÖN B 2203-1										
			gering	-	++	?	++	++										
16	Bauzeit bezogen	Variation der Lösemethode	hoch	+	+	?	gem. ÖN B 2203-1	gem. ÖN B 2203-1										
			gering	+	++	?		++										
Auswirkungen:																		
17		Lohnkosten Ausbruch	- konst. in VKL - sprunghaft	- konst. in AK - sprunghaft	- konst. in VKL - sprunghaft	- konst. in VKL - sprunghaft	- in VP ZGLK - sprunghaft	- in VP ZGLK - anpassbar										
18		Lohnkosten Stützmaßnahmen	- konst. in VKL - sprunghaft	- separat je LP - anpassbar	- konst. in VKL - sprunghaft	- separat je LP - anpassbar	- in VP ZGLK - anpassbar	- in VP ZGLK - anpassbar										
19		zeitgeb. Kosten	sprunghaft	sprunghaft	sprunghaft	linear (ohne VKL-Wechsel)	linear (ohne VKL-Wechsel)	linear										
20		Ermittlung d. zeitkrit. Wegs bei VKL-best. Leistungsänderungen	o	o	-	+	+	++										
<table border="1"> <tr> <td>++</td> <td>gut geeignet</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>geeignet</td> </tr> <tr> <td>o</td> <td>eingeschränkt geeignet</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>ungeeignet</td> </tr> <tr> <td>?</td> <td>nicht erfasst</td> </tr> </table>									++	gut geeignet	+	geeignet	o	eingeschränkt geeignet	-	ungeeignet	?	nicht erfasst
++	gut geeignet																	
+	geeignet																	
o	eingeschränkt geeignet																	
-	ungeeignet																	
?	nicht erfasst																	

Tabelle 8-2: Vergleichsdarstellung der Vergütungsmodifikation AFL mit beinhaltendem Verbesserungspotential in der beurteilten Kriterienübersicht der Normenklassifizierungen inkl. ihrer Vergütungsmodelle

Das Ablaufschema der Vortriebsklassifikation gem. ÖN B 2203-1 unter alternativer Anwendung der Vergütungsmodifikation AFL lässt sich daher wie folgt zusammenfassen:

- o 1-malige VT-Klassifikation für die Ausschreibung bzw. infolge Grundlage der Vergabe auf Basis des prognostizierten spezif. Gebirgsverhaltens

→ Vorteil(e):

- **geringe Anzahl an VKL - theoretisch eine VKL je prognostiziertem Abschlagslängenbereich ausreichend** (geringer Arbeitsaufwand beider Vertragsparteien im Zuge der Vertragsabwicklung)
- **zeitgeb. kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen** (systemimmanente Eigenschaft des Modells)
- **kalkulatorische Annahme speziell zusammengefasster (gleiche techn. Lösemethode und Ausbruchsart), klassenabhängig geregelter Soll-Einbauzeiten für die Stützmaßnahmen**

- **Ausbaufestlegung(en)** - ohne wirtschaftliches Interesse
- **keine eigenständige Neuklassifikation** jedes einzelnen Abschlags für die Vergütung auf Basis des tatsächlichen spezif. Gebirgsverhaltens (Anm.: vertragliche Vorgaben von Soll-Einbauzeiten der Stützmaßnahmen in Differenzierung zur techn. Lösemethode und Ausbruchsart als Alternative zur Anwendung der wettbewerbsneutralen Bewertungsfaktoren, somit der Stützmittelzahl)

→ Vorteil(e):

- It. bekannt erwartbarer Abweichungsszenarien (u.a. VKL-bestimmende Leistungsänderungen) aus der Prognose stellen die **formulierten Entgeltanpassungsmechanismen eine faire und leistungsgerechte Anpassung der tatsächlich erforderlich werdenden Lohnkosten** sicher (Anpassung begünstigt durch eine vorhandene zeitgeb., kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen und kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten von Ausbruch und Stützmaßnahmen)
- **dynamische Vergütungsregelung des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen innerhalb einer VKL**
 - bei der Änderung der Abschlagslänge vorgesehen und geregelt
 - bei der Änderungen der Stützmaßnahmen in Art und Menge vorgesehen und geregelt
- **linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden**
- **linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der zeitgeb. Kosten der Bst.**

→ **Auswirkung(en) inkl. eines erreichten Verbesserungspotentials:**

- **kein Feedback auf Ausbaufestlegungen infolge wirtschaftliches Interesse**
- **formulierte Entgeltanpassungsmechanismen stellen eine faire und leistungsgerechte Vergütung des AN sicher**
- **VKL-bestimmende, aus der Prognose wissentlich erwartbare Leistungsänderungen verhindern nun keine monatlich durchführbare, schlussrechnungsmäßige Abrechnung mehr**
- **eindeutiger, signifikanter Soll(te)/Ist-Vergleich der terminlichen und kostenmäßigen Situation ist auf Basis des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen monatlich gewährleistet**

9 AUSBLICK

Unbestreitbar wird die anreizgesteigerte - hervorgerufen durch die betriebswirtschaftlich selbsttätige Charakteristik aufgrund einer kalkulatorischen Adaption mit Auswirkung auf die unternehmerische Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung - sowie konsequent weiterentwickelte Vergütungsmodifikation AFL, welche auf der ursprünglichen Vergütungsalternative KLIMT gem. ÖN B 2203-1 aufbaut, im Anwendungsfokus einer fairen und leistungsgerechten Vergütung komplexer als die bisher üblich angewandten Normenklassifizierungen inkl. ihres jeweilig formulierten, auf das Klassifizierungssystem speziell angepassten und Bestandteil der LB werdenden, dynamischen Vergütungsmodells. Die Komplexität ergibt sich, weil die während der leistungsabhängigen Vergütung zu erfolgende dynamische Anpassung an die Realität der Ausführung eine größere Anzahl von Variablen der zugrunde liegenden flexiblen Tunnelbaumethode NÖT erfordert. Durch die vergrößerte Anzahl von Variablen entsteht dadurch jedoch auch gleichermaßen eine bessere Erfüllung der Äquivalenztheorie. Dies bringt zweifellos eine Steigerung des Arbeitsaufwandes beider Parteien in den einzelnen Phasen der Projekt- bzw. Vertragsabwicklung mit sich, welcher aber m.E. im Zeitalter des permanent an Wachstum gewinnenden EDV-Einsatzes im Bauwesen in Grenzen gehalten werden kann.

Im Zusammenhang mit künftigen Untertagebauarbeiten ist es daher unerlässlich, dass zwischen Bauherrn und Unternehmer sowie anderen am Bau Beteiligten eine enge Partnerschaft gebildet wird, um einen ständigen Dialog sicherzustellen und einen seriösen Gebrauch dieser anreizgesteigerten und konsequent weiterentwickelten Vergütungsmodifikation AFL im Zuge des zugrunde liegenden Anwendungsbereichs der zyklisch konventionellen Vortriebsart nicht zu gefährden. Bei dieser Vortriebsart werden die einzelnen Arbeitsvorgänge des Lösens, Ladens und des Stützmaßnahmeneinbaues im Wesentlichen zeitlich nacheinander und mit Hilfe von Einzelgeräten ausgeführt, wobei die techn. Lösemethode in der Regel durch Spreng-, Bagger- oder TSM-Abbau gekennzeichnet ist. Von einer möglichen Ausdehnung des Gebrauchs des AFL-Modells auf den Anwendungsbereich der kontinuierlich maschinellen Vortriebsart, bei der der Vortrieb mit Hilfe einer Tunnelvortriebsmaschine (Tunnelbohr- bzw. Schildmaschine), bei der die einzelnen Arbeitsvorgänge des Lösens, Ladens und des Stützmitteleinbaues im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, muss aus der zuvor genannten gleichzeitigen Ausführung der markanten Arbeitsvorgänge generell abgeraten werden. Lediglich bei der Verwendung von offenen TBM könnte der Gebrauch der weiterentwickelten Vergütungsmodifikation AFL angedacht werden, da hier mitunter die Arbeitsvorgänge des Lösens, Ladens und des Stützmitteleinbaus, ähnlich zur zyklisch konventionellen Vortriebsart, wie LEITNER⁵⁴⁶ in seiner Dissertation zeigt, zeitlich nacheinander abfolgen können.

Sodann ist wie bei allen Modellen der Mut zum Einsatz in der Praxis erforderlich, um die Handhabung in der Realität zu erproben und neue Erkenntnisse einfließen zu lassen. Daher erfolgt der Aufruf an die Praktiker, das vorgestellte Modell anzuwenden, denn nur durch den Einsatz in der Praxis können Erweiterungen oder Verbesserungen vorgenommen werden.

Man sagt, dass die Erkenntnis, die von der Erfahrung kommt, rein handwerksmäßig ist und nur jene wissenschaftlich, die im Geiste entsteht und endet.

⁵⁴⁶ siehe Leitner (2004), Dissertation, Seite 83ff.

Doch scheint mir, dass jene Wissenschaften eitel und voller Irrtümer sind, die nicht geboren wurden aus der Erfahrung, der Mutter jeder Gewissheit.

Leonardo da Vinci, 1452 - 1519

10 ABILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1:	Fenner-Pacher-Interaktion zw. Gebirge und temporären Ausbau bzw. daraus resultierendem Ausbauwiderstand	8
Abbildung 2-2:	fixe und variable Kosten und ihr Zusammenhang mit den Selbstkosten und dem Preis	14
Abbildung 2-3:	mögl. 3-stufige Absenkung des Baupreises bei der Preisbildung im Zuge einer Deckungsbeitragsrechnung	15
Abbildung 2-4:	Aufbau der Baupreisermittlung nach ÖN B 2061 allgem. bzw. im Vorgriff mit Berücksichtigung der ÖN B 2203-1	17
Abbildung 3-1:	Zusammensetzung des Gesteinsverbandes (z.B. Abgrenzung anhand der Gesteinsdruckfestigkeit)	38
Abbildung 4-1:	Ablaufschema der Klassifikation nach RSR-Konzept	49
Abbildung 4-2:	Bemessungsdiagramm der erforderlichen Ausbaumaßnahmen für einen Durchmesser von 7,3 m (Kreisprofil)	51
Abbildung 4-3:	Ablaufschema der Klassifikation nach RMR-System	57
Abbildung 4-4:	Gebirgsklassen nach Z.T. Bieniawski im Lauffer-Diagramm	59
Abbildung 4-5:	Ablaufschema der Klassifikation nach Q-System	66
Abbildung 4-6:	kurz gefasste Übersichtsdarstellung der Ermittlung des Q-Wertes nach N. Barton et al	67
Abbildung 4-7:	Stützmitteleinbaukategorien in Zuordnung zu den Gebirgs-güteklassen nach Barton et al	71
Abbildung 4-8:	Update der Stützmitteleinbaukategorien in Zuordnung zu den Gebirgsgüteklassen	72
Abbildung 5-1:	beispielhafte Darstellung von Warnstufen und Aktionsebenen des geotechnischen Sicherheitsmanagements (nach ÖGG-Richtlinie)	91
Abbildung 5-2:	schematische Darstellung der Bewertungsflächen (nach ÖN B 2203-1)	92
Abbildung 5-3:	Vortriebsklassenmatrix für zyklischen, konventionellen Vortrieb (nach ÖN B 2203-1)	93
Abbildung 5-4:	Abrechnungslinien; Ausbruch Stützmittel – Darstellung vor der Verformung (nach ÖN B 2203-1)	98
Abbildung 5-5:	Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK nach LV-Pos. Nr. gem. ÖN B 2203-1	100
Abbildung 5-6:	Anpassung der garantierten VT-Geschwindigkeit des Basisvortriebs in Abhängigkeit vom Übermaß gem. ÖN B 2203-1	103
Abbildung 5-7:	Einstufung der Wassererschwerungsklasse gem. ÖN B 2203-1	104
Abbildung 5-8:	Ermittlung der Vortriebsklasse gem. ÖN B 2203-1	105
Abbildung 5-9:	Matrixfeld der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1	106
Abbildung 5-10:	LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1 / Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)	107
Abbildung 5-11:	LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1 / Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)	108
Abbildung 5-12:	zulässige Kostenartverschiebung auf Grundlage der ÖN B 2203-1	109
Abbildung 5-13:	mengengebundene kalkulatorische Erfassung und Verknüpfung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch, die Stützmittel und die Zusatzmaßnahmen	112
Abbildung 5-14:	Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1 in Bezug auf spezielle Leistungsänderungen	116
Abbildung 5-15:	Zykluszeiten des progn. Regelvortriebs der VKL 5/5,91 in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite lt. ÖN B 2203-1	118
Abbildung 5-16:	VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite lt. ÖN B 2203-1 der VKL 5/5,91	119
Abbildung 5-17:	Lohnstunden des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite lt. ÖN B 2203-1 der VKL 5/5,91	120

Abbildung 5-18:	Ermittlung der linear angesetzten Mengenreduktion der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen pro Abschlag bei Abminderung der Abschlagslänge auf $l_{\text{ABSCHLAG}} = 1,31$ m in der VKL 5/5,91 ($OZ^{\text{II}} = 5,91 = \text{konst.}$)	122
Abbildung 5-19:	prozentuelle Bandbreiten der jeweils möglichen Einzel-Mehr- bzw. Einzel-Minder-mengen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen in der VKL 5/5,91	123
Abbildung 5-20:	Differenzen der VT-Geschwindigkeit bzw. VT-Leistung zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,70 m	124
Abbildung 5-21:	Differenzen der Lohnstunden/m ³ -VT bzw. Lohnkosten/m ³ -VT zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,70 m	125
Abbildung 5-22:	Differenzen der VT-Geschwindigkeit bzw. VT-Leistung zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,31 m	126
Abbildung 5-23:	Differenzen der Lohnstunden/m ³ -VT bzw. Lohnkosten/m ³ -VT zufolge Mehr- bzw. Mindermenge je Stützmaßnahme bezogen auf die Abschlagslänge 1,31 m	126
Abbildung 5-24:	Vergleich der Auswirkungen bei der VT-Klassifikation von Kalotte und Strosse getrennt bzw. gemeinsam anhand von Zeit/Weg-Diagrammen	128
Abbildung 5-25:	Wartezeit (Produktivitätsverlust) zufolge getrennter Querschnittsklassifikation und Überbestimmung der VKL-Rückkoppelung bei VKL-Wechsel	129
Abbildung 5-26:	tendenzielle Auswirkungen spezieller Leistungsänderungen auf die VT-Geschwindigkeit bzw. - Leistung und auf die Lohnkosten des Ausbruchs und der Stützmaßnahmen innerhalb des Geltungsbereiches des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1	135
Abbildung 5-27:	Einfluss des prognostizierten Übermaßes bei Erhöhung auf die „abrechenbare“ VT-Geschwindigkeit	140
Abbildung 5-28:	Einfluss des prognostizierten Übermaßes bei Abminderung auf die „abrechenbare“ VT-Geschwindigkeit	141
Abbildung 5-29:	sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] außerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs bei Anwendung des klassischen VMod lt. ÖN B 2203-1 (Darstellungsbezug: $OZ^{\text{II}} = \text{konst.}$)	146
Abbildung 5-30:	sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] innerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs bei Anwendung des klassischen VMod lt. ÖN B 2203-1 (Darstellungsbezug: $OZ^{\text{I}} = \text{konst.}$)	146
Abbildung 5-31:	Arbeitsbereiche beim Sprengvortrieb und beim Vortrieb im Lockergestein (nach SN SIA 198)	154
Abbildung 5-32:	Begrenzung zum geologischen Überprofil bei Sprengvortrieb, Vortrieb mit TSM und Vortrieb im Lockergestein (nach SN SIA 198)	159
Abbildung 5-33:	Basismodelle der Vergütung der zeitgeb. Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem. SIA 198	161
Abbildung 5-34:	Aufbau der Baupreisbildung nach der Dokumentation Vorkalkulation des SBV bzw. SN SIA 198	163
Abbildung 5-35:	Basismodelle der Vergütung der Baustelleneinrichtung nach NPK 113 D gem. SIA 198 (ergänzt um Vergütungsregulative)	168
Abbildung 5-36:	Ermittlung des Matrixfeldes B IV anhand der Ausbruchsart B und Ausbruchsklasse IV gem. SN SIA 198	170
Abbildung 5-37:	Matrixfeld der ausbruchsartabhängigen Ausbruchsklasse IV gem. SN SIA 198	171
Abbildung 5-38:	Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV gem. SN SIA 198 beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)	172
Abbildung 5-39:	zulässige Kostenartverschiebungen auf Grundlage der SN SIA 118 und SN SIA 198	173
Abbildung 5-40:	mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch und die Ausbruchsicherung; kalkulatorische Generierung eines klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswertes	175
Abbildung 5-41:	veränderte Zykluszeiten des prognostizierten Regelvortriebs zufolge der Abgrenzung der quantifizierten Bandbreite der Behinderung in der AK B IV	186
Abbildung 5-42:	Problematik - kalkulatorische Generierung eines „Regeleinbau“-Aufwandswertes für die artdifferente Ausbruchsicherung	190

Abbildung 5-43:	vergleichende Darstellung der Auswirkungen zufolge unterschiedlich angesetzter Parallelität in den Tätigkeiten Bohren und Versetzen sowie damit zusammenhängender Gleichzeitigkeit im Vorgang SN-Anker-Einbau auf den festzulegenden, ausbruchsart- und klassenunabhängigen „Regeleinbau“-Aufwandswert des Stützmittels	192
Abbildung 5-44:	Vergleich SN SIA 198 vs. klassisches VMod gem. ÖN B 2203-1 - sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] außerhalb der klassifizierten Abschlagslänge bei Anwendung der SN SIA 198 (Darstellungsbezug: „fiktive“ $OZ^{II} = \text{konst.}$)	198
Abbildung 5-45:	Vergleich SN SIA 198 vs. klassisches VMod gem. ÖN B 2203-1 - linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] bei der klassifizierten Abschlagslänge bei Anwendung der SN SIA 198 (Darstellungsbezug: $OZ^I = \text{konst.}$)	199
Abbildung 5-46:	Darstellung der Schalendicken, der Toleranzen und des Mehrausbruchs (nach DIN 18312)	210
Abbildung 5-47:	Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK nach LV-Pos. gem. den DAUB-Empfehlungen	212
Abbildung 5-48:	Aufbau der Preisbildung unter Berücksichtigung der KLR-Bau und der VOB allgem. bzw. nach VOB/Teil C - ATV	213
Abbildung 5-49:	projektabhängige Vortriebsklassifikation der Kalotte gem. DIN 18312 (praktisches Beispiel)	217
Abbildung 5-50:	Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV gem. DIN 18312 beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)	218
Abbildung 5-51:	zulässige Kostenartverschiebung aufgrund des üblichen Kalkulationsverfahrens über die Endsumme und unter Beachtung der DAUB-Empfehlungen	219
Abbildung 6-1:	Vortriebsklassenmatrix für zyklisch, konventionellen Vortrieb bei Anwendung des „LAST“ (vgl. ÖN B 2203-1)	228
Abbildung 6-2:	Matrixfeld der VKL 5/X-K bei Anwendung des LAST-Modells (im Vergleich zur VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1)	234
Abbildung 6-3:	LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B2203-1 / Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV bei der Anwendung des LAST-Modells beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)	235
Abbildung 6-4:	mengenabhängige kalkulatorische Trennung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch, die Stützmittel und die Zusatzmaßnahmen bei Anwendung des LAST-Modells (LV-Positionen-Variante (a))	237
Abbildung 6-5:	Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/X-K bei Anwendung des LAST-Modells in Bezug auf spezielle Leistungsänderungen	240
Abbildung 6-6:	VT-Geschwindigkeit bzw. -leistung des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite der VKL 5/X-K bei Anwendung des LAST-Modells	242
Abbildung 6-7:	Lohnstunden des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite der VKL 5/X-K bei Anwendung des LAST-Modells	243
Abbildung 6-8:	Auszug Bauvertrag - Soll-Lohnstundentabelle für zusammengefasste, artdifferente Stützmaßnahmen bei Anwendung des LAST-Modells	248
Abbildung 6-9:	Vergleich LAST-Modell vs. klassisches VMod gem. ÖN B 2203-1 - sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] außerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2203-1 bei Anwendung des LAST-Modells (Darstellungsbezug: „fiktive“ $OZ^{II} = \text{konst.}$)	260
Abbildung 6-10:	Vergleich LAST-Modell vs. klassisches VMod gem. ÖN B 2203-1 - linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] innerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2203-1 bei Anwendung des LAST-Modells (Darstellungsbezug: $OZ^I = \text{konst.}$)	261
Abbildung 6-11:	Matrixfeld der VKL 5/5,91 gem. ÖN B 2203-1	271
Abbildung 6-12:	Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV bei der Anwendung des KLIMT-Modells beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexible Tunnelbaumethode)	272
Abbildung 6-13:	zeitgeb. kalkulatorische Erfassung der klassenspezifischen, kapazitätsabhängigen Einzellohnkosten für den Ausbruch, die Stützmittel und Zusatzmaßnahmen bei Anwendung des KLIMT-Modells (LV-Positionen-Variante (b))	274
Abbildung 6-14:	Geltungsbereich des vortriebsklassenspezifischen Matrixfeldes der VKL 5/5,91 bei Anwendung des KLIMT-Modells in Bezug auf Leistungsänderungen	277

Abbildung 6-15:	Vergleich KLIMT-Modell vs. klassisches VMod gem. ÖN B 203-1 - sprunghafter Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] außerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2203-1 bei Anwendung des KLIMT-Modells (Darstellungsbezug: $OZ^{II} = \text{konst.}$)	289
Abbildung 6-16:	Vergleich KLIMT-Modell vs. ÖN B 2203-1 - linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] innerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2003-1 bei Anwendung des KLIMT-Modells (Darstellungsbezug: $OZ^I = \text{konst.}$)	290
Abbildung 8-1:	Kalkulationssystematik StifOs - Umlagerung der zeitabhängigen (bzw. zeitbezogenen) Kosten	300
Abbildung 8-2:	zulässige Kostenartverschiebung zur Anreizsteigerung der unternehmerischen Erfolgsbezogenheit in der Leistungserbringung auf Grundlage der ÖN B 2203-1 (unter Berücksichtigung der ÖN B 2110) vgl. Pkt. 5.1.3.2/Abbildung 5-12	302
Abbildung 8-3:	linear stetige Tendenz (angenäherte Vereinfachung i.S. der 1. Grundregel der Baupreisbildung) der Lohnstunden im Ausbruch des progn. Regelvortriebs in Abhängigkeit der Abschlagslänge gem. klassifizierter Bandbreite der VKL 5/5,91	309
Abbildung 8-4:	adaptiertes Basismodell der Vergütung der zeitgeb. BstGK nach LV-Pos. Nr. gem. ÖN B 2203-1 für den Vortrieb	314
Abbildung 8-5:	Zusammenhang VT-Klassifikation, Vergütungsregulative und dynam. LV bei der Anwendung der Vergütungsmodifikation AFL beim zyklisch konventionellen Vortrieb (flexibles Vortriebsverfahren)	317
Abbildung 8-6:	Vergleich Vergütungsmodifikation AFL vs. klassisches VMod gem. ÖN B 2203-1 - linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] außerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2203-1 (Darstellungsbezug: $OZ^{II} = \text{konst.}$)	318
Abbildung 8-7:	Vergleich Vergütungsmodifikation AFL vs. ÖN B 2203-1 - linear stetiger Verlauf in der Erlössituation der Lohnstunden [Mah/m-VT] innerhalb des klassifizierten Abschlagslängenbereichs lt. ÖN B 2003-1 (Darstellungsbezug: $OZ^I = \text{konst.}$)	319

11 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1:	Klassifikation und Morphologie des Marktes	10
Tabelle 2-2:	Bauvertragstypen	32
Tabelle 3-1:	Stadien der Aussagekraft für Klassifikationssysteme für den Planungs- bzw. Projektierungszweck	42
Tabelle 3-2:	Unterscheidung nach quantitativen bzw. semi-quantitativen und qualitativen Systemen	46
Tabelle 4-1:	Beurteilung der Kalkulationsgrundlagen	56
Tabelle 4-2:	Bestimmung der Gebirgsklasse nach Z.T. Bieniawski	59
Tabelle 4-3:	Beurteilung der Kalkulationsgrundlagen	65
Tabelle 4-4:	Bestimmung der Gebirgsgüteklasse nach N. Barton et al	69
Tabelle 4-5:	Übersicht der Eingangswerte für die Stützmittelbemessung nach N. Barton und E. Grimstad	73
Tabelle 4-6:	Beurteilung der Kalkulationsgrundlagen	79
Tabelle 5-1:	Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung der LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1	110
Tabelle 5-2:	Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1	110
Tabelle 5-3:	Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91	115
Tabelle 5-4:	Übersicht markanter Daten bei Änderung der Abschlagslänge des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91	118
Tabelle 5-5:	Einzel-Minder- und -Mehrmengen der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen im Geltungsbereich der VKL 5/5,91	123
Tabelle 5-6:	Übersicht markanter Daten bei der Änderung der Art und Menge der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen im Vergleich zum progn. Regelvortrieb der VKL 5/5,91	136
Tabelle 5-7:	theoretische Bandbreite des Übermaßes im Geltungsbereich der VKL 5/5,91 auf Basis der prognostizierten Stützmittel und Zusatzmaßnahmen	139
Tabelle 5-8:	Übersicht maßgebender Daten bei Variation des Übermaßes auf Basis des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91	139
Tabelle 5-9:	Richtwerte für n, L1, L2 und L3 (nach SN SIA 198) (die in Klammer () angeführten Zahlen entsprechen den Angaben aus dem Vernehmlassungsexemplar SN SIA 118/198]	154
Tabelle 5-10:	Matrix der ausbruchsartabhängigen Ausbruchsklassen (nach SN SIA 198)	155
Tabelle 5-11:	Matrix der Ausbruchsarten und der Grade der Ortsbruststützung (nach SN SIA 198)	156
Tabelle 5-12:	Gruppenstundengliederung bei Wasseranfall und Reduktionsfaktoren für anrechenbare Wasserarbeitstage der vertragl. Gesamtbauzeit (nach SN SIA 198)	160
Tabelle 5-13:	Wassermessstellen (nach SN SIA 198)	166
Tabelle 5-14:	Ausbruchsklassen (AK) für den konventionellen Sprengvortrieb gem. SN SIA 198 (Tunnelbreite b =12,0 m)	169
Tabelle 5-15:	Darstellung der Kostenart- bzw. Kostenelementzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei strikter Anwendung des NPK (bzw. der Vorkalkulation des SBV)	173
Tabelle 5-16:	Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs – AK B IV	178
Tabelle 5-17:	Übersicht der Zuteilung der Aufwandswerte in die artdifferenten, klassenunabhängigen Leistungspositionen der Ausbruchsicherung gem. NPK 265 D	178
Tabelle 5-18:	deskriptive Abgrenzung der AK B IV anhand der definierten Ausbruchsicherung gem. SN SIA 198	182
Tabelle 5-19:	Umfang der Ausbruchsicherung in der AK B IV mit Auswirkung auf die mögliche Bandbreite der zu quantifizierenden Behinderung im Arbeitsbereich L1	183
Tabelle 5-20:	zeitkritische Bewertung der Behinderung bzw. unproduktiver Rüst- und Verteilzeiten, etc. im Regelabschlagszyklus	184
Tabelle 5-21:	Übersicht markanter Vortriebsdaten zufolge Abgrenzung der zu quantifizierenden Bandbreite der Behinderung des Abschlagzyklus in der AK B IV	185

Tabelle 5-22:	Auswirkungen auf den Ausbruch zufolge des geologisch-bedingten, nicht vorhersehbaren und unvermeidbaren Mehrausbruchs im Differenzhohlraum D - d	195
Tabelle 5-23:	Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation gem. VOB/Teil C (ATV) unter Beachtung der DAUB-Empfehlungen	220
Tabelle 6-1:	Anwendungstypen des LAST-Modells	231
Tabelle 6-2:	Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung des LAST-Modells auf Basis der LV-Positionen-Variante (a) gem. ÖN B 2203-1	236
Tabelle 6-3:	Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs VKL 5/X-K (bei Anwendung des LAST-Modells)	238
Tabelle 6-4:	Übersicht der Zuteilung der Aufwandswerte in die artdifferenten, VKL-unabhängigen Leistungspositionen der Stützmaßnahmen bei Anwendung des LAST-Modells	239
Tabelle 6-5:	Übersicht markanter Daten bei Änderung der Abschlagslänge des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/X-K	242
Tabelle 6-6:	Soll-Lohnstunden / m-VT der VKL 5/X-K auf Basis der prognostizierten Mengen für Ausbruch und Sicherungsbedarf	245
Tabelle 6-7:	(Sollte-)Lohnstunden / m-VT der VKL 5/X-K auf Basis tatsächlicher Mengen	246
Tabelle 6-8:	(Sollte-)Lohnstunden / m-VT der VKL 5/X-K auf Basis einer Art- und Mengenänderung in den Stützmaßnahmen	253
Tabelle 6-9:	Übersicht maßgebender Daten bei Variation des Übermaßes auf Basis des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/X-K	254
Tabelle 6-10:	(Sollte-)Lohnstunden/m-VT der VKL 5/X-K auf Basis der \ddot{u}_m -Erhöhung ($\ddot{u}_m = 0,195 \text{ m}$)	256
Tabelle 6-11:	(Sollte-)Lohnstunden/m-VT der VKL 5/X-K auf Basis der \ddot{u}_m -Abminderung ($\ddot{u}_m = 0,003 \text{ m}$)	257
Tabelle 6-12:	Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei Anwendung des KLIMT-Modells auf Basis der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1	273
Tabelle 6-13:	Übersicht markanter Vortriebsdaten des prognostizierten Regelvortriebs der VKL 5/5,91	275
Tabelle 6-14:	Übersicht der Herleitung der klassenspezifischen Soll-Zeitangaben für die artdifferenten Stützmaßnahmen bei Anwendung des KLIMT-Modells	276
Tabelle 7-1:	beurteilte Kriterienübersicht der Normenklassifizierungen inkl. ihrer formulierten Vergütungsmodelle	295
Tabelle 8-1:	Darstellung der Kostenartzuteilung im Zuge der (Vor-)Kalkulation bei beispielhafter Anwendung der im Folgenden weiterentwickelten Vergütungsmodifikation „AFL“ auf Basis der LV-Positionen-Variante (b) gem. ÖN B 2203-1	303
Tabelle 8-2:	Vergleichsdarstellung der Vergütungsmodifikation AFL mit beinhaltendem Verbesserungspotential in der beurteilten Kriterienübersicht der Normenklassifizierungen inkl. ihrer Vergütungsmodelle	326
Tabelle 13-1:	Ermittlung des Parameters A „Geologie“ (nach G.E. Wickham et al)	346
Tabelle 13-2:	Ermittlung des Parameters B „Gestaltung“ (nach G.E. Wickham et al)	346
Tabelle 13-3:	Ermittlung des Parameters C „Einfluss des Wasserzuflusses und des Trennflächenzustandes“ (nach G.E. Wickham et al)	346
Tabelle 13-4:	Einfluss der Einzelparameter auf den RMR-Felskennwert (nach Z. T. Bieniawski)	347
Tabelle 13-5:	Bedeutung der Gebirgsklasse (nach Z. T. Bieniawski)	348
Tabelle 13-6:	Richtlinie für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen für einen vertikalen Gebirgsdruck $< 25 \text{ MN/m}^2$, bei einer Hohlraumtieflage $< 900 \text{ m}$ sowie für eine lichte Tunnelweite von $10,0 \text{ m}$ bei Hufeisenprofil (nach Z. T. Bieniawski)	348
Tabelle 13-7:	Bestimmung der Gebirgsgüte anhand des RQD-Index (nach D.U. Deere)	349
Tabelle 13-8:	Ermittlung der Kluftsystemzahl (nach N. Barton et al)	349
Tabelle 13-9:	Ermittlung der Kluftrauheitszahl (nach N. Barton et al)	350
Tabelle 13-10:	Ermittlung der Kluftwandungszustandszahl (nach N. Barton et al)	350
Tabelle 13-11:	Ermittlung der Kluftwasserreduktionszahl (nach N. Barton et al)	351
Tabelle 13-12:	Ermittlung des Spannungsreduktionsfaktors (nach N. Barton et al)	352
Tabelle 13-13:	Update - Ermittlung des Spannungsreduktionsfaktors (nach N. Barton u. E. Grimstad) Änderungsauszug aus Tabelle 13-12	352
Tabelle 13-14:	ESR-Werte in Abhängigkeit der Dauerhaftigkeit des Ausbaus und des Verwendungszwecks	353

Tabellenverzeichnis

Tabelle 13-15:	Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 1.000 – 10 (nach N. Barton et al)	354
Tabelle 13-16:	Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 10 – 1,0 (nach N. Barton et al)	355
Tabelle 13-17:	Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 1,0 – 0,1 (nach N. Barton et al)	356
Tabelle 13-18:	Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 0,1 – 0,001 (nach N. Barton et al)	357
Tabelle 13-19:	weitere Zusammenhänge RMR- zu Q-Klassifikation	359
Tabelle 13-20:	Bewertung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen (nach ÖN B 2203-1)	360
Tabelle 13-21:	Gültigkeitsbereich der zweiten Ordnungszahl (nach ÖN B 2203-1)	361
Tabelle 13-22:	Erschwernisklassen bei Bergwassereinfluss (nach ÖN B 2203-1)	361
Tabelle 13-23:	Mustertabelle für Abminderungsfaktoren bei Wassererschwernis (nach ÖN B 2203-1)	362
Tabelle 13-24:	Bestimmung der Ausbruchsklassen aufgrund der Ausbruchsicherung für den Sprengvortrieb im Fels (nach SN SIA 198)	363
Tabelle 13-25:	Kalkulationsannahmen des theoretischen Rechenmodells	364

12 LITERATURVERZEICHNIS

12.1 FACHBÜCHER, WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN, USW.

- BIENIAWSKI, Z. T.: *Engineering Rock Mass Classifications – A complete manual for engineers an geologists in mining, civil and petroleum engineering*
J. Wiley & Sons, Inc., Chichester 1989
- DREES, G. und PAUL, W.: *Kalkulation von Baupreisen*
5. vollständig überarbeitete Auflage, Bauverlag GmbH., Berlin 1998
- EICHLER, K.: *Fels- und Tunnelbau, Band 592: Verwitterung und Verbaunng, Baustoffe und Umwelt, Vortrieb und Sicherung, Abdichtung und Ankerung*
Expert-Verlag; Renningen-Malmsheim 2000
- ENGLERT, K., KATZENBACH, R. und MOTZKE, G.: *Beck'scher VOB-Kommentar – Verdingungsordnung für Bauleistungen Teil C;*
Verlag C.H. Beck oHG München; Berlin 2003
- FECKER, E. und REIK, G.: *Baugeologie*
2. Auflage, Ferdinand Enke Verlag; Stuttgart 1996
- GIRMSCHIED, G.: *Baubetrieb und Bauverfahren im Tunnelbau*
Ernst & Sohn Verlag für Arch. u. techn. Wissenschaften; Berlin 2000
- GÖLLES, H. und LEISSER, G.: *Praxisleitfaden zum Bundesvergabegesetz 2002;*
1. Ausgabe, Österreichisches Normungsinstitut, Wien 2003
- HERIG, N.: *VOB Teile A, B & C – Baupraxis kompakt, Kommentar zur Verdingungsordnung für Bauleistungen*
1. Auflage, Werner Verlag GmbH, Neuwied 2001
- HOEK, E., KAISER, P.K., u. BAWDEN, W.F.: *Support of Underground Excavations in Hard Rock*
4. Nachdruck der 1. Auflage, A.A. Balkema Publishers; Rotterdam 2000
- HOYER, W., RTTIG, R. u. ROTHE, K.D.: *Grundlagen der mikroökonomischen Theorie;*
3. Auflage, Wirtschaftsverlag; Düsseldorf 1993
- KAPPELLMANN, K. D. und SCHIFFERS, KH.: *Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen beim Bauvertrag - Band 1: Einheitspreisvertrag;*
4. Auflage, Werner Verlag; Düsseldorf 2000
- KÖNIG, W.: *Vergaberecht in der Praxis;*
Orac Verlag, Wien 2000
- KÖNIG, W. und REICHEL-HOLZER, C.: *Bundesvergabegesetz 2002 - Kurzkomentar und Leitfaden für die Praxis;*
Linde Verlag, Wien 2002
- KREJCI, H.: *Bauvertrag: Wer trägt das Baugrundrisiko?*
Orac Verlag; Wien 1995
- KROPIK, A.: *Mängel in Angeboten für Bauleistungen und ihre Behebbarkeit unter Berücksichtigung der ÖN A 2050. Ausgabe 2000;*
2. Auflage, Österr. Wirtschaftsverlag; Perchtoldsdorf 2001
- KROPIK, A. und KRAMMER, P.: *Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag - Ansprüche aus Leistungsänderungen, ihre Geltendmachung und Abwehr,*
Österr. Wirtschaftsverlag, Wien 1999
- LÄNGLE, Ph.: *Das Entgelt im Bauvertrag (Leistungsänderungen - ÖNorm B 2110 - Umsatzsteuer);*
Verlag Orac, Wien 1999

- MAIDL, B.: *Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus – Band 1: Konstruktion und Verfahren*;
2. Auflage, Verlag Glückauf; Essen 1994
- MAIDL, B.: *Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus – Band 2: Grundlagen und Zusatzleistungen für Planung und Ausführung*
2. Auflage, Verlag Glückauf; Essen 1995
- MAIDL, B., JODL, H.G., SCHMID, L.R. und PETRI, P.: *Tunnelbau im Sprengvortrieb*
Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, New York 1997
- MÜLLER, L.: *Der Felsbau, Band 1: Theoretischer Teil – Felsbau über Tage*
1. Nachdruck der 1. Auflage, Ferdinand Enke Verlag; Stuttgart 1980
- MÜLLER, L.: *Der Felsbau, Band 3: Tunnelbau*;
1. Auflage, Ferdinand Enke Verlag; Stuttgart 1978
- OBERNDORFER, W.: *Claim Management und alternative Streitbeilegung im Bau- und Anlagenvertrag, Teil 1: Grundlagen und Methoden*;
Schriftenreihe Baubetrieb und Bauwirtschaft (Band 2), Manz Verlag; Wien 2003
- OBERNDORFER, W. und KUKACKA, M.: *Preisbildung und Preisumrechnung von Bauleistungen - Preisgestaltung gemäß und abseits ÖN B 2061*
Schriftenreihe Baubetrieb und Bauwirtschaft (Band 1), Manz Verlag; Wien 2002
- OBERNDORFER, W. und RASINGER, G. W.: *Baustellen- und Baubetriebsanalyse - Unternehmensrechnung im Bauunternehmen*;
Österr. Wirtschaftsverlag; Wien 1982
- OBERNDORFER, W. und SIEBER, G.: *Die Kalkulation von Baupreisen unter besonderer Berücksichtigung der ÖN B 2061 (Ausgabe 1986) - Band 1: Theorie und praktische Beispiele*;
Österr. Wirtschaftsverlag; Wien 1986
- PLATZER, M. und ÖHLINGER, R.: *EU-konforme Ausschreibungen - ein praxisorientierter Leit-faden*;
2. Auflage, Verlag Österreich, Wien 1998
- PRANGE, H., LEIMBÖCK, E. und KLAUS, R.: *Baukalkulation unter Berücksichtigung der KLR-Bau und der VOB*
8. völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage, Bauverlag GmbH., Berlin 1991
- PRINZ, H.: *Abriss der Ingenieurgeologie – mit Grundlagen der Boden- und Felsmechanik, des Erd-, Grund- und Tunnelbaues sowie der Abfalldeponien*;
3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Ferdinand Enke Verlag; Stuttgart 1997
- RABCEWICZ, L. von: *Gebirgsdruck und Tunnelbau*
unveränderter Nachdruck (1993), Springer-Verlag; Wien 1944
- REISTER, D.: *Nachträge beim Bauvertrag*;
Werner-Verlag; Zweibrücken 2003
- SCHOTTKER, R.: *Die VOB-gerechte Leistungsbeschreibung für den allgemeinen Tunnelvortrieb unter Berücksichtigung einer angemessenen Vergütung*
1. Auflage, Werner-Verlag GmbH.; Düsseldorf 1993
- STRAUBE, P und AICHER, J., et al: *Handbuch Bauvertrags- und Bauhaftungsrecht, professionelle Praxislösungen - Band 1 & 2*;
Manz Verlag, Wien 2003
- STRIEGLER, W.: *Tunnelbau*
1. Auflage, Verlag für Bauwesen GmbH., Berlin 1993
- TERZAGHI, K. von: *Rock Tunnelling with Steel Supports - Rock Defects and Loads on Tunnel Supports*
1. Nachdruck, Proctor and White; Youngstown (Ohio 1946) 1977
- WEGMÜLLER, C. M.: *Einflüsse des Bergwassers auf Tiefbau / Tunnelbau*
Eigenverlag Ingenieurbüro Wegmüller, Zürich 2001

- WILD, H. W.: *Sprengtechnik – in Bergbau, Tunnel- und Stollenbau sowie in Tagebauen und Steinbrüchen*;
3. Auflage, Verlag Glückauf, Essen 1984
- WITTKÉ, W.: *Felsmechanik – Grundlagen für ein wirtschaftliches Bauen im Fels*
Springer-Verlag; Heidelberg, Berlin 1984
- WOLKERSTORFER, H. und LANG, Ch.: *Praktische Baukalkulation - Erstellen der Kalkulationsformblätter gem. ÖN B 2061*;
2. Auflage, Linde Verlag; Wien 2002
- VYGEN, K., SCHUBERT, E. und LANG, A.: *Bauverzögerung und Leistungsänderung - rechtliche und baubetriebliche Probleme und ihre Lösungen*;
4. Auflage, Werner Verlag; Düsseldorf 2002
- HAGER, H.: *Die Systematik von Ausschreibungen, Angeboten und Bauverträgen*;
Dissertation an der Technischen Universität Wien, Wien 1996
- KROPIK, A.: *Mängel in Angeboten für Bauleistungen und ihre Behebbarkeit*;
Dissertation an der Technischen Universität Wien, Perchtoldsdorf 1997
- LEITNER, W.: *Baubetriebliche Modellierung der Prozesse maschineller Tunnelvortriebe im Festgestein - Von der Penetration zur Vortriebsgeschwindigkeit*;
Dissertation an der Universität Innsbruck, Innsbruck 2004
- LIBERDA, W.: *Kalkulationswagnis*;
Dissertation an der Technischen Universität Graz, Graz 1985
- RABCEWICZ, L. v.: *Die Hilfgewölbebauweise*;
Dissertation an der Technischen Universität Graz, Graz 1950
- RECKERZÜGL, W.: *Spekulation in der Bauwirtschaft - Gratwanderung zwischen Liberalisierung und Regulierung der Baupreisbildung*;
Dissertation an der Technischen Universität Wien, Wien 2000
- SPIEGL, M.: *Ein alternatives Konzept für die Risikoverteilung und Vergütungsregelung bei der Realisierung von Infrastruktur mittels PPP unter International Competitive Bidding*
Dissertation an der Universität Innsbruck, Innsbruck 2000
- THURO, K.: *Bohrbarkeit beim konventionellen Vortrieb – geologisch-felsmechanische Untersuchungen anhand sieben ausgewählter Tunnelprojekte*;
Dissertation an der Technischen Universität München, München 1995
- UNAL, E.: *Development of design guidelines and roof-control standards for coal-mine roofs*;
Ph.D. thesis of the Pennsylvania State University, University Park 1983
- DOBLER, St.: *Gebirgsklassifizierung im Tunnelbau / Entwicklung – Stand der Technik - Ausichten*;
Diplomarbeit an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Innsbruck 1999
- HARING, R.: *Durchführung von Kostenschätzungen im konventionellen Tunnelbau – eine vergleichende Analyse von in der Praxis beschrifteten Wegen*;
Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien, Wien 2002
- KALTENHAUSER, D.: *Untersuchung der Bewertungsfaktoren für die Stützmittel in der ÖNorm B 2203 (Untertagebau)*;
Diplomarbeit an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Innsbruck 2000
- SCHÄFFER, Ch.: *Anwendungsorientierter Vergleich internationaler Felsklassifizierungssysteme*;
Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien, Wien 1997
- SCHATZ, H.: *Gebirgsklassifizierung im Tunnelbau*;
Diplomarbeit an der Montanuniversität Leoben, Leoben 1986

STEIBL, G.: *Anwendungsorientierter Vergleich von Gebirgsklassifikationssystemen und deren Ausbauempfehlungen am Beispiel des Schönbergtunnels (Salzburg)*;
Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien, Wien 2002

NOWAK, M.: *Die neue österreichische Tunnelbauweise (NÖT) - Grundlagen, Theorie und Praxis*;
Vortragsskriptum der Technischen Akademie Esslingen, München 1997

SCHUBERT, W.: *Grundlagen der New Austrian Tunneling Method*;
Skriptum der Technischen Universität Graz – Inst. f. Felsmechanik und Tunnelbau, Version 3, Graz 1997

12.2 VERORDNUNGEN, NORMEN, RICHTLINIEN, EMPFEHLUNGEN usw.

BAIK (Bundeskammer für Architekten und Ingenieurkonsulenten): *Honorarordnung Bauwesen – Tunnelbau (HOB-T)* i.d.F. 01.10.2003; BIK-Verlagsgesellschaft m.b.H., Wien

BauV (Bauarbeiterschutzverordnung): *Verordnung des Bundesministers für Arbeit und Soziales über Vorschriften zum Schutz des Lebens, der Gesundheit und der Sittlichkeit der Arbeitnehmer bei Ausführung von Bauarbeiten* i.d.F. 2005; BMWA, Wien

SprengV (Sprengarbeitenverordnung): *Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer/innen bei der Durchführung von Sprengarbeiten* i.d.F. 2004; BMWA, Wien

VBI (Verband beratender Ingenieure): – *Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HO-AI)*; Eigenverlag, Köln 2002

DIN 4020: *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke* i.d.F. vom Oktober 1990; Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DIN 18299 (VOB/Teil C – ATV): *Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art* i.d.F. vom Dezember 2002; Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DIN 18312 (VOB/Teil C – ATV): *Untertagebauarbeiten* i.d.F. vom Dezember 2002; Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin

DAUB (Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e.V.): *Empfehlungen zur Risikoverteilung in Tunnelbauverträgen*; Tunnel 3 (1998), Seite 50 - 56

DGGT (Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V.): *Empfehlungen des Arbeitskreises „Tunnelbau“*
Ernst & Sohn Verlag für Arch. u. techn. Wissenschaften; Aachen 1994

HVB dt. BI & ZVB dt. BG (Hauptverband der deutschen Bauindustrie e.V. & Zentralverband des deutschen Baugewerbes e.V.): *Kosten- und Leistungsrechnung der Bauunternehmen – KLR-Bau*
7. aktualisierte Auflage, Bauverlag GmbH., Berlin 2001

Richtlinie 853: *Eisenbahntunnel planen, bauen und instandhalten* i.d.F. vom Juni 2002 (in DB Netz AG); Deutsche Bahn AG, Berlin

ZTV-ING (Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten): *Tunnelbau – Teil 5* i.d.F. Jänner 2003 (Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S 1056); BM für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen der BD, Dortmund

ÖNORM B 1801 - Teil 1: *Kosten im Hoch- und Tiefbau, Teil 1: Kostengliederung*
i.d.F. vom 01.05.1995; Österreichisches Normungsinstitut, Wien

- ÖNORM B 2061: *Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm*; i.d.F. vom 01.09.1999; Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM B 2110: *Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen - Werkvertragsnorm*; i.d.F. vom 01.03.2002; Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM B 2203: *Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm*; i.d.F. vom 01.10.1994; Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- ÖNORM B 2203 – Teil 1: *Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm, Teil 1: Zyklischer Vortrieb* i.d.F. vom 01.12.2001; Österreichisches Normungsinstitut, Wien
- ÖGG-Richtlinie für die geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb, *Gebirgscharakterisierung und Vorgangsweise zur nachvollziehbaren Festlegung von bautechnischen Maßnahmen während der Planung und Ausführung* i.d.F. Oktober 2001; Österreichische Gesellschaft für Geomechanik, Salzburg
- SN SIA 118: *Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten* i.d.F. 14.11.1991; Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- SN SIA 198: *Untertagbau* i.d.F. 01.05.1993 (Nachdruck März 1994); Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- SN SIA 118/198 (Vernehmlassungsexemplar): *Allgemeine Bedingungen für Untertagbau (Vertragsbedingungen zu der Norm SIA 198)* i.d.F. 11.05.2004; Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- SN Entwurf 531 198 (revidierte SN SIA 198): *Untertagbau – Ausführung* i.d.F. tt.mm.2003; Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- SN SIA-Empfehlung 199: *Erfassen des Gebirges im Untertagbau* i.d.F. Oktober 1998; Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- SN SIA Dokumentation 0104: *Untertagbau – Einführung in die neue Norm SIA 198* i.d.F. 18.05.1993; Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- SN SIA Dokumentation 0124: *Vertragswesen im Untertagbau* i.d.F. 02.02.1995; Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich
- Schweizer Baumeisterverband (SBV): *Standard Analysen Untertagbau (St-Win 2002)* i.d.F. 2002 (CD-Rom); TBA - Schweizer Baumeisterverband, Zürich
- Schweizer Baumeisterverband (SBV): *Dokumentation – Vorkalkulation* i.d.F. 2004; TBA - Schweizer Baumeisterverband, Zürich
- Normpositionenkatalog der Schweizer Bauwirtschaft (CRB, VSS u. SIA) – Kapitel 103 D: *Kostengrundlagen* i.d.F. 2004; Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (CRB), Zürich
- Normpositionenkatalog der Schweizer Bauwirtschaft (CRB, VSS u. SIA) – Kapitel 113 D: *Baustelleneinrichtung* i.d.F. 1995 (Nachdruck 2002); Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (CRB), Zürich
- Normpositionenkatalog der Schweizer Bauwirtschaft (CRB, VSS u. SIA) – Kapitel 261 D: *Untertagbau: Sprengvortrieb SPV* i.d.F. 1994; Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (CRB), Zürich
- Normpositionenkatalog der Schweizer Bauwirtschaft (CRB, VSS u. SIA) – Kapitel 265 D: *Untertagbau: Ausbruchssicherung* i.d.F. 1994; Schweizerische Zentralstelle für Baurationalisierung (CRB), Zürich
- Patentschrift Nr. 165573 (Klasse 19b) von RABCEWICZ, L. v.: *Verfahren zum Ausbau von unterirdischen Hohlräumen, insbesondere von Tunneln*; Wien 1950

12.3 FACHZEITSCHRIFTEN, PUBLIKATIONEN usw.

- AICHER, J.: *Wettbewerbsrechtliche und wettbewerbsspolitische Aspekte der Vergabe öffentlicher Aufträge*; ÖGEBAU (1981), Forschungsbericht (Schlussbericht), Seite 1 - 35
- AICHER, J., GÖLLES, H., LINK, D. und WOLKERSTORFER, H.: *Die neue Bauvertrags-ÖNORM B 2110*; VIBÖ (2002), Seite 1 - 28
- ANDRASKAY, E.: *Überlegungen zur Definition der Ausbruchklassen in der SIA-Norm 198 Untertagbau*, Ausgabe 1993; Felsbau 12 (1994), Nr. 6, Seite 425 - 427
- ANGERER, K.: *Gebirgsklassifizierung und Bauausführung*; in Auswirkung geologischer Faktoren auf Bauabwicklung und Vertrag, BM f. Bauten u. Technik - Straßenforschung (1974), Heft 18, Seite 59 - 64
- AYAYDIN, N.: *Entwicklung und neuester Stand der Gebirgsklassifizierung in Österreich*; Felsbau 12 (1994), Nr. 6, Seite 413 - 417
- AYAYDIN, N. und DRUCKFEUCHTER, H.: *Classification of Excavation with Austrian Code ÖN B 2203*; Felsbau 17 (1999), Nr. 3, Seite 176 - 180
- BARTON, N., LIEN, R. und LUNDE J.: *Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support*; Rock Mechanics, Vol. 6 (1974), pp. 189 - 236
- BARTON, N., LIEN, R. und LUNDE J.: *Estimation of support requirements for underground excavations*; Proc. of 16th Symp. on Design Methods in Rock Mechanics, Minnesota 1977, pp. 163 - 177, Discussion pp. 234 - 241
- BARTON, N. u. GRIMSTAD, E.: *The Q-System following Twenty Years of Application in NMT Support Selection*; Felsbau 12 (1994), Nr. 6, Seite 428 - 436
- BAUDENDISTEL, M.: *Zur Vortriebsklassifizierung in Deutschland*; Felsbau 12 (1994), Nr. 6, Seite 418 - 424
- BIENIAWSKI, Z. T.: *Determining Rock Mass Deformability - experience from case histories*; Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. 15, No. 4 (1978), pp. 237 - 247
- BIENIAWSKI, Z. T.: *Classification of rock masses for engineers - the rmr-system and future trends*; Comprehensive Rock Engineering, Hudson J.A. (ed), Pergamon Press, Vol. 3 (1993) pp. 553 - 573
- BIENIAWSKI, Z.T.: *Quo Vadis Rock Mass Classifications? - Some Thoughts on Rating Methods for Tunnel Design*; Felsbau 15 (1997), Nr. 3, Seite 177 - 178
- BIENIAWSKI, Z.T. und ALBER, M.: *Effektive Gebirgsklassifizierung durch systematisches Entwurfsverfahren*; Felsbau 12 (1994), Nr. 6, Seite 437 - 442
- BUCHLI, C.: *Resümee der Referate der Einführungstagung zur Norm SIA 198 Untertagbau - Teil 1*; Tunnel 5 (1993), Seite 294 - 301
- BUCHLI, C.: *Resümee der Referate der Einführungstagung zur Norm SIA 198 Untertagbau - Teil 2*; Tunnel 6 (1993), Seite 351 - 354
- DALLER, J., RIEDMÜLLER, G. und SCHUBERT, W.: *Zur Problematik der Gebirgsklassifizierung im Tunnelbau*; Felsbau 12 (1994), Nr. 6, Seite 443 - 447
- DEERE, D. U. und DEERE, D. W.: *The RQD-Index in Practice*; Proc. Symp. Rock Classif. Eng. Purp., ASTM Special Technical Publication 984, Philadelphia 1988, pp. 91 - 101
- DEERE, D. U. und HENDRON, A. J. et al: *Design of Surface and Near Surface Construction in Rock*; Proc. 8th U.S. Symp. Rock Mech., AIME, New York 1967, pp. 237 - 302
- DENK, R.: *Ökonomische Analyse von Vergabebestimmungen in der österreichischen Bauwirtschaft*; ÖGEBAU (1981), Forschungsbericht (Heft 13), Seite 1 - 468
- DGEG: *Empfehlungen der International Tunnelling Association (ITA) zu vertraglichen Risikoteilungen*; Taschenbuch für den Tunnelbau Jhg. 17 (1993), Verlag Glückauf GmbH, Essen, Seite 223 - 276
- ENGLERT, K. und SCHALK, G.: *Probleme mit dem „Überraschungsbaustoff“ Baugrund*; GEOLEX 1.03 (2003), Seite 15 - 24

- FISCHER, P.: *Der flexible Bauvertrag im Tunnelbau - Erfahrungsbericht und Ausblick*, Felsbau 18 (2000), Nr. 5, Seite 59 - 64
- GARRETT, R.: *Cumberland Gap-Tunnel*, World Tunnelling and Subsurface Excavation Vol. 6 (1993), No. 5, pp. N65 – N69
- GRIMSTAD, E., BHASIN, R. und HAGEN, A.W.: *Q-System advance for sprayed lining – Part 1*; Tunnels & Tunnelling International Vol. 35 (2003), No. 1, pp. 44 - 47
- GRIMSTAD, E., BHASIN, R. und HAGEN, A.W.: *Q-System advance for sprayed lining – Part 2*; Tunnels & Tunnelling International Vol. 35 (2003), No. 3, pp. 46 - 48
- HEIERMANN, W.: *Ausschluss von Angeboten mit signifikanten Auf- und Abpreisungen einzelner Einheitspreise*; Baumarkt + Bauwirtschaft (2004), Nr. 9, Seite 17 - 19
- IAEG – INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY (1981): *Rock and soil description and classification for engineering geological mapping*, Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping, Bull. Int. Assoc. Eng. Geol., No. 24, pp. 235 - 274
- ISRM – INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS (1978d): *Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses*; Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr. 15, Document No. 4, pp. 319 – 368
- JOHN, K.W. und BAUDENDISTEL, M.: *A Compromise Approach to Tunnel Design*; Proc. 22nd U.S. Symp. on Rock Mech., Mass. Inst. Techn. (1981), pp. 333 - 341
- JOHN, M.: *Zielsetzung der Gebirgsklassifizierung – Ein kritischer Rückblick*; Felsbau 12 (1994), Nr. 6, Seite 407 – 413
- JOHN, M.: *Kritische Bemerkungen zur Entwicklung der Vertragsgestaltung im Tunnelbau*, Tagungsband Int. Consulting and Construction - ICC 5 in Schriftenreihe Bauwirtschaft und Projektmanagement „Aktuelle Fragen der Vertragsgestaltung im Tief- und Tunnelbau“, Heft Nr. 7 (2004), Seite 1 - 11
- KORINEK, K. und SCHWARZER, St.: *Verfassungsrechtliche Grundlagen der Auftragsvergabe*; ÖGEBAU (1981), Forschungsbericht (Heft 16), Seite 1 - 119
- KORINEK, K.: *Das Vergaberecht im Dienst der Sicherung des Wettbewerbs und einer effizienten Auftragsvergabe*; ECOLEX (1999), Heft 8, Seite 523 - 528
- KOVÁRI, K.: *Gibt es eine NÖT?*; Geomech. Kolloquium Nr. 42, Salzburg 1993, Vorabdruck des Vortrages, Seite 2 - 17
- KOVÁRI, K.: *Gibt es eine NÖT? - Fehlkonzepte der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode*; Tunnel 1 (1994), Seite 16 - 25
- KOVÁRI, K.: *Geschichte der Spritzbetonbauweise - Teil IV, Meilensteine der Entwicklung bis 1960*; Tunnel 5 (2002), Seite 11 - 21
- KRAMMER, P.: *Der Tunnelbauvertrag a.d.S. des Bauunternehmens*; Felsbau 18 (2000), Nr. 5, Seite 71 - 76
- KROPIK, A.: *Die Behinderung von Bauleistungen - eine rechtlich betriebswirtschaftliche Betrachtung*, ÖGEBAU-Journal (2001), Heft 2, Seite 154 - 162
- KROPIK, A.: *Das Baugrundrisiko – Bei der Einrichtung von Bauvorhaben ist jeder Bauunternehmer mit dem Baugrund konfrontiert*, Österr. Bauzeitung (2002), Nr. 40, Seite 22 – 23
- KUHNHENN, K.: *Die Neue Österreichische Tunnelbauweise*; Tunnel 5 (1995), Seite 20 - 29
- KULLACK, A.: *Sind Spekulationspreise zulässig?*; Baumarkt + Bauwirtschaft (2004), Nr. 11, Seite 22 - 24
- LATZENHOFER, A.: *Angebotsbewertung im Verhandlungsverfahren*; ZVB 2002 / 69, <http://ris.aco.net/rdb>
- LAUFFER, H.: *Gebirgsklassifizierung für den Stollenbau*; Geologie und Bauwesen, Jahrgang 24 (1958), Heft 1, Seite 46 – 51

- LAUFFER, H.: *Die Entwicklung der NÖT im Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis*; Felsbau 12 (1994), Nr. 5, Seite 307 – 311
- LAUFFER, H.: *Rock Classification Methods Based on the Excavation Response*; Felsbau 15 (1997), Nr. 3, Seite 179 – 182
- MÜLLER, L. und FECKER, E.: *Grundgedanken und Grundsätze der Neuen Österreichischen Tunnelbauweise*; Trans Tech Publications (1978), Seite 247 - 262
- MÜLLER, M.: *Bauvertragliche Bodenrisikoverteilung – im internationalen Rechtsvergleich Teil 1*; Österr. Bauzeitung (1989), Nr. 45, Seite 26 – 30
- MÜLLER, M.: *Bauvertragliche Bodenrisikoverteilung – im internationalen Rechtsvergleich Teil 2*; Österr. Bauzeitung (1989), Nr. 46, Seite 16 – 21
- MILNE, D. et al: *Rock Mass Characterization for Underground Hard Rock Mines*; University of Saskatchewan, Canada - <http://www.usask.ca/> vom 28.11.2003
- MOLEK, H.: *Neue Entwicklungen zur ingenieurgeologischen Gebirgsklassifikation im Tunnelbau*; Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Angewandte Geowissenschaften in Darmstadt (2002), Nr. 15, Seite 7 - 15
- OBERNDORFER, W.: *Gradwanderung - Vertiefte Angebotsprüfung - Ausscheiden von Angeboten*; Österr. Bauzeitung (1992), Nr. 34/35, Seite 10 - 14 bzw. 8 - 9
- OBERNDORFER, W.: *Gradwanderung - Die Behandlung spekulativer Angebote*; Österr. Bauzeitung (1998), Nr. 34, Seite 2 - 6
- OBERNDORFER, W. und SCHWARZ, H.: *Preisangemessenheit bei öffentlichen Bauaufträgen*; ZVB (2001), Nr. 5, Seite 148 - 158
- ÖIAV: *Neue Österreichische Tunnelbaumethode, Definition und Grundsätze*; Schriftenreihe der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen im ÖIA, Heft 74 (1980), Sonderdruck
- PACHER, F., RABCEWICZ, L. und GOLSER, J.: *Zum derzeitigen Stand der Gebirgsqualifizierung im Tunnel- und Stollenbau*; Geomech. Kolloquium Nr. 22, Salzburg 1973, Seite 51 - 58
- PALMSTRÖM, A.: *The Volumetric Joint Count – a Useful and Simple Measure of the Degree of Rock Jointing*; Proc. 4th Int. Congr., Int. Assoc. Eng. Geol. Vol. 5, Dehli 1982, pp. 221 – 228
- PELLAR, A. und WATZLAW, W.: *Neues Vertragsmodell für konventionelle Tunnelvortriebe*; Felsbau 16 (1998), Nr. 5, Seite 374 - 381
- PÖCHHACKER, H.: *Gebirgsklassifikation und Bauvertrag bei Großstraßentunneln – Kritik und Anregungen*; Rock Mechanics (1975), Suppl. 4, pp. 115 - 128
- PURRER, W.: *Ausgewogene Verteilung des Baugrundrisikos im Untertagebau - der österreichische Weg*; Felsbau 16 (1998), Nr. 5, Seite 395 - 399
- PURRER, W.: *Comparison of Man-Hours for Excavation and Support (The alternative substituting the support factor for ground classification of Austrian Standard ÖN B 2203)*; Felsbau 17 (1999), Nr. 3, Seite 181 - 185
- RABCEWICZ, L. v.: *Die Ankerung im Tunnelbau ersetzt bisher gebräuchliche Einbaumethoden*; Schweizerische Bauzeitung – Sonderdruck 1957, 75. Jhg. Nr. 9, Seite 9 – 23
- RABCEWICZ, L. v.: *Bemessung von Untertagebauten - Die "Neue österreichische Bauweise" und ihr Einfluss auf Gebirgsdruckwirkungen und Dimensionierung*; Felsmechanik und Ingenieurgeologie - Sonderdruck 1963, Vol. 3/4
- RIEDMÜLLER, G. und SCHUBERT, W.: *Critical Comments on Quantitative Rock Mass Classifications*; Felsbau 17 (1999), Nr. 3, Seite 164 - 167
- RUTLEDGE, J.C. und PRESTON, R.L.: *Experience with engineering classification of rock for the prediction of tunnel support*; Proc. Int. Tunnelling Conf., Tokyo 1978, pp. 1 – 7
- SCHOTTKE, R.: *VOB-gerechte Leistungsbeschreibungen für den allgemeinen Tunnelvortrieb*; Tunnel 3 (1993), Seite 167 - 174
- SEEBER, G.: *Problematik der Gebirgsklassifikation in druckhaftem Gebirge*; Geomech. Kolloquium Nr. 22, Salzburg 1973, Seite 51 – 58

- SELTENHAMMER, L.: *Gebirgsklassen und Bauvertrag / Neue ÖNorm B 2203 - Untertagebauarbeiten*; Rock Mechanics 1975, Suppl. 4, pp. 109 - 114
- SINHA, R.S.: *Discussion of the RSR Model*; Proc. Symp. Rock Classif. Eng. Purp., ASTM Special Technical Publication 984. Philadelphia 1988, pp. 1 - 50
- STADLER, G. und REINISCH, A.: „STILFOS“ - kalkulatorische Verknüpfung von zeit- und leistungsbezogenen Vergütungselementen für Bauleistungen; *Wirtschaftsingenieur* 41 (1998), Nr. 1, Seite 8 - 12
- TRUNK, U. und HÖNISCH, K.: *Klassifizierungssysteme für den Untertagebau - Analyse und Erfahrungen*; *Felsbau* 8 (1990), Nr. 1, Seite 9 - 16
- WENUSCH, H.: *Der Bauwerkvertrag als Einheitspreisvertrag - Auswirkungen quantitativer Änderungen*; *ECOLEX* (1998), Heft 2, Seite 112 - 116
- WERNER, M.: *Kommentare zur aktuellen Rechtssprechung für die Bauwirtschaft - Sind spekulative Preise ein Ausschlussgrund*; *Baumarkt + Bauwirtschaft* (2004), Nr. 6, Seite 17 - 18
- WERNER, M.: *Kommentare zur aktuellen Rechtssprechung für die Bauwirtschaft - Grundsatzentscheidung des BGH: Zwingender Ausschluss von Spekulationsangeboten bei Mischkalkulation*; *Baumarkt + Bauwirtschaft* (2004), Nr. 9, Seite 20 - 21
- WICKHAM, G.E., TIEDMANN, H.R., SKINNER, E.H.: *Support determination based on geological predictions*; Proc. Rapid Exc. and Tunnelling Conf., AIME, New York 1972, pp. 43 - 64.
- WICKHAM, G.E., TIEDMANN, H.R., SKINNER, E.H.: *Ground control prediction model - RSR concept*; Proc. Rapid Exc. and Tunnelling Conf., AIME, New York 1974, pp. 691 - 707.
- ZETTLER, A. H. und HEIGL, K.: *Abwicklung eines Großprojekts a.d.S. der Begleitenden Kontrolle*; *Felsbau* 22 (2004), Nr. 1, Seite 65 - 68

12.4 SONSTIGES

- BISCHOFF, Walter et al.: *Das kleine Bergbaulexikon*
7. Auflage, Verlag Glückauf GmbH.; Essen 1988
- GABLER; Th.: *Wirtschaftslexikon*
15. vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage, betriebswirtschaftl. Verlag Gabler, Wiesbaden 2000
- OBERNDORFER, W. u. JODL, H.G. et al: *Handwörterbuch der Bauwirtschaft*
2. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Österr. Normungsinstitut; Wien 2001
- OHLSHAUEN, H.G.: *VDI-Lexikon Bauingenieurwesen*;
2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1997

13 ANHANG

13.1 Anhang zu Felsklassifizierungen

13.1.1 RSR-Konzept

Gesteinsarten:	Gesteins Härte:								Gebirgsgefüge:			
	hart:		mittel:		weich:		zersetzt:					
magmatisch:	Type	1	Type	2	Type	3	Type	4				
metamorph:	Type	1	Type	2	Type	3	Type	4				
sedimentär:	Type	2	Type	3	Type	4	Type	4				
									kompakt: (massiv)			
									gefaltet oder gestört			
									leicht:	mäßig:	intensiv:	
Type Nr.: 1	→		→		→		→		30	22	15	9
Type Nr.: 2	→		→		→		→		27	20	13	8
Type Nr.: 3	→		→		→		→		24	18	12	7
Type Nr.: 4	→		→		→		→		19	15	10	6

Tabelle 13-1: Ermittlung des Parameters A „Geologie“ (nach G.E. Wickham et al)

durchschnittlicher Trennflächenabstand: (1 inch = 2,54 cm) ²⁾	Streichrichtung normal zur Achse					Streichrichtung parallel zur Achse		
	Vortriebsrichtung					Vortriebsrichtung		
	mit dem bzw. gegen ...	mit dem Einfallen der Trennflächen		gegen das Einfallen der Trennflächen		mit dem bzw. gegen das Einfallen der Trennflächen		
	Einfallswinkel der maßgebenden Trennfläche ¹⁾					Einfallswinkel der maßgebenden Trennfläche		
	flach:	geneigt:	steil:	geneigt:	steil:	flach:	geneigt:	steil:
sehr engständig, < 5,08 cm:	9	11	13	10	12	9	9	7
engständig, 5,08 - 15,24 cm	13	16	19	15	17	14	14	11
mittelständig, 15,24 - 30,48 cm:	23	24	28	19	22	23	23	19
mittelständig bis blockig, 30,48 - 60,96 cm:	30	32	36	25	28	30	28	24
blockig bis massiv, 60,96 - 121,92 cm:	36	38	40	33	35	36	24	28
kompakt (massiv), > 121,92 cm:	40	43	45	37	40	40	38	34

¹⁾ Einfallswinkel: flach 0-20°; geneigt 20-50°; und steil: 50-90°

²⁾ die Wertangaben sind von [inch] auf [cm] umgerechnet;

Tabelle 13-2: Ermittlung des Parameters B „Gestaltung“ (nach G.E. Wickham et al)

voraussichtl. Wasserzufluss "gpm/1000 ft of tunnel" (1 us.gal = 3,7853 l u. 1 ft = 30,48 cm)	Summe der Parameter A + B					
	13 - 44			45 - 75		
	Trennflächenzustand: ³⁾					
	gut:	mittel:	schlecht:	gut:	mittel:	schlecht:
keiner	22	18	12	25	22	18
leicht, < 200 gpm: (< 2,48 l/min u. lfm)	19	15	9	23	19	14
mäßig, 200-1000 gpm: (2,48-12,42 l/min u. lfm)	15	11	7	21	16	12
stark, > 1000 gpm: (> 12,42 l/min u. lfm)	10	8	6	18	14	10

³⁾ Trennflächenzustand: gut = dicht bzw. verfestigt; mittel = leicht verwittert bzw. zersetzt; schlecht = stark verwittert bzw. zersetzt oder offen

Tabelle 13-3: Ermittlung des Parameters C „Einfluss des Wasserzuflusses und des Trennflächenzustandes“ (nach G.E. Wickham et al)

13.1.2 RMR-System

Klassifikationsparameter und ihre Bewertung:								
Parameter:		Wertebereich:						
1	Gesteinsfestigkeit: Punkt-Last-Index ISRM (1972)	> 8 MN/m ²	4-8 MN/m ²	2-4 MN/m ²	1-2 MN/m ²	für diesen niedrigen Bereich wird der einachsige Druckversuch vorgezogen:		
		> 200 MN/m ²	100-200 MN/m ²	50-100 MN/m ²	25-50 MN/m ²	10-25 MN/m ²	3-10 MN/m ²	1-3 MN/m ²
	I_1	15	12	7	4	2	1	0
2	RQD-Index (nach Deere, 1963):	90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	< 25%		
	I_2	20	17	13	8	3		
3	Abstand der Trennflächen:	> 3 m	1-3 m	0,3 - 1 m	50 - 300 mm	< 50 mm		
	I_3	20 (30)	15 (25)	10 (20)	8 (10)	5		
4	Zustand der Trennflächen:	sehr raue Oberflächen, nichtdurchgehend, keine Öffnungsweiten, harte Wandungen - unverwittert	leicht raue Oberflächen, Öffnungsweiten < 1 mm, harte Wandungen - angewittert	leicht raue Oberflächen, Öffnungsweiten < 1 mm, weiche Wandungen - mäßig entfestigt	glatte hamischartige Oberflächen, Öffnungsweiten 1-5 mm, Füllungen < 5 mm dick, durchgehende Dislokationen	Öffnungsweiten > 5 mm, weiche Füllungen > 5 mm dick, durchgehende Dislokationen		
		I_4	30 (25)	25 (20)	20 (12)	10 (6)	0	
5	Wasserhältnisse:	Zufluss auf 10 m Tunnellänge	kein Zufluss		< 25 l/min	25-152 l/min	> 125 l/min	
		Verhältnis Klufthauptdruck zur größten Hauptnormalspannung	oder		oder	oder	oder	
			0		0,0 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5	
		allgem. Zustand	vollständig trocken		nass	tropfend	strömend	
bzw. feucht				Wasser unter niedrigem Druck	Wasser unter hohem Druck			
I_5	15 (10)	10	7	4	0			
6	Streich- und Fallrichtung der Trennflächen:		sehr günstig:	günstig:	annehmbar:	ungünstig:	sehr ungünstig:	
	I_6	Hohlraumbwk. (s. unten):	0	-2	-5	-10	-12	
		Fundierung:	0	-2	-7	-15	-25	
		Böschung:	0	-2	-25	-50	-60	

Einfluss der Raumstellung (Streichen und Fallen) der Klüfte im Hohlraumbau:						
Streichen normal zur Hohlraumachse				Streichen parallel zur Hohlraumachse		Fallwinkel β : 0° - 20° unabhängig vom Streichen
Fallen in Vortriebsrichtung		Fallen gegen Vortriebsrichtung		β : 45° - 90°	β : 20° - 45°	
β : 45° - 90°	β : 20° - 45°	β : 45° - 90°	β : 20° - 45°			
sehr günstig	günstig	annehmbar	ungünstig	sehr ungünstig	annehmbar	ungünstig

Tabelle 13-4: Einfluss der Einzelparameter auf den RMR-Felskennwert⁵⁴⁷ (nach Z. T. Bieniawski)

547

vgl. Maidl - Band 2 (1995), Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus, Seite 325; vgl. Maidl et al (1997), Tunnelbau im Sprengvortrieb, Seite 284 und vgl. Fecker u. Reik (1996), Baugewologie, Seite 378: Speziell in den fachgeologischen Publikationen fällt auf, dass der maßgebende Einfluss anhand der Bewertungszahlen der Trennflächenparameter für die Klassifikation in Richtung der Eigenschaften des Trennflächengefüges zugunsten der Anwendung im Untertagebau im Unterschied zum ursprünglichen Entwurf Bieniawskis für den Bergbau verschoben wurde.

Bedeutung der Gebirgsklasse:					
Gebirgsklasse:	I	II	III	IV	V
durchschnittliche Standzeit: (adaptiert für den Hohlraumbau)	20 Jahre bei 15 m freitragend bzw. (10 Jahre bei 5 m Stützweite)	1 Jahr bei 10 m freitragend bzw. (0,5 Jahre bei 4 m Stützweite)	1 Woche bei 5 m freitragend bzw. (1 Woche bei 3 m Stützweite)	10 Stunden bei 2,5 m freitragend bzw. (5 Stunden bei 1,5 m Stützweite)	30 Minuten bei 1 m freitragend bzw. (10 Minuten bei 0,5 m Stützweite)
Gebirgsköhäsion:	> 0,4 MN/m ² (> 0,3 MN/m ²)	0,3 - 0,4 MN/m ² (0,2 - 0,3 MN/m ²)	0,2 - 0,3 MN/m ² (0,15 - 0,2 MN/m ²)	0,1 - 0,2 MN/m ² (0,1 - 0,15 MN/m ²)	< 0,1 MN/m ²
Reibungswinkel des Felses:	> 45°	35° - 45° (40° - 45°)	25° - 35° (35° - 40°)	15° - 25° (30° - 35°)	< 15° (< 30°)
Nachbrüchigkeit:	sehr gering	gering, große Fragmente	mittel	groß, fällt nach	sehr groß

Tabelle 13-5: Bedeutung der Gebirgsklasse⁵⁴⁸ (nach Z. T. Bieniawski)

Gebirgsklasse und RMR-Wert:	Ausbruchart:	Stützmittel:		
		Felsanker: (20 mm Durchmesser, voll verpresst)	Spritzbeton:	Tunnelbögen:
I - sehr guter Fels RMR: 81 - 100	Vollausbruch, 3m Abschlaglänge	generell kein systematischer Stützmitteleinbau notwendig, außer bei Bedarf lokale Anker		
II - guter Fels RMR: 61 - 80	Vollausbruch, 1,0 - 1,5 m Abschlaglänge, komplette Sicherungsmaßnahmen 20 m nach Ortsbrust	lokale Anker i.d. Firste Ankerlänge 3 m, Ankerabstand 2,5 m; Baustahlgitter wenn nötig	50 mm in Firste, wenn nötig	keine
III - annehmbarer bzw. mittelmäßiger Fels RMR: 41 - 60	Kalotten- und Strossenvortrieb, 1,5 - 3 m Abschlaglänge i.d. Kalotte, Stützmitteleinbau nach jedem Abschlag, komplette Sicherungsmaßnahmen 10 m nach Ortsbrust	Systemankerung Ankerlänge 4 m, Ankerabstand 1,5 - 2 m in Firste und Ulmen; Baustahlgitter i.d. Firste	50 - 100 mm in Firste und 30 mm an Leibungen	keine
IV - schlechter Fels RMR: 21 - 40	Kalotten- und Strossenvortrieb, 1,0 - 1,5 m Abschlaglänge i.d. Kalotte, Stützmitteleinbau gleichzeitig mit Ausbruch, komplette Sicherungsmaßnahmen 10 m nach Ortsbrust	Systemankerung Ankerlänge 4 - 5 m, Ankerabstand 1 - 1,5 m in Firste und Ulmen; Baustahlgitter in Firste und Ulmen	100 - 150 mm in Firste und 100 mm an Leibungen	leichte bis mittelschwere Bögen im Abstand von 1,5 m, wenn nötig
V - sehr schlechter Fels RMR: < 20	Teilausbruch, 0,5 - 1,5 m Abschlaglänge i.d. Kalottenteilflächen, Stützmitteleinbau gleichzeitig mit Ausbruch, Spritzbetonauftrag so rasch als möglich nach dem Sprengschlag	Systemankerung Ankerlänge 5 - 6 m, Ankerabstand 1 - 1,5 m in Firste und Ulmen; Baustahlgitter in Firste und Ulmen; Sohlankerungen	150 - 200 mm in Firste, 150 mm an Leibungen und 50 mm an Ortsbrust	mittelschwere bis schwere Bögen im Abstand von 0,75 m; Verwendung von Spießen oder Verzugsblechen, wenn nötig; sofortiger Ringschluss

Tabelle 13-6: Richtlinie für Ausbruchsart und Ausbaumaßnahmen für einen vertikalen Gebirgsdruck < 25 MN/m², bei einer Hohlraumtieflage < 900 m sowie für eine lichte Tunnelweite von 10,0 m bei Hufeisenprofil (nach Z. T. Bieniawski)

⁵⁴⁸ vgl. z.B. Fecker u. Reik (1996), Baugeologie, Seite 379 und vgl. Bieniawski (1989), Engineering Rock Mass Classifications: Die Standzeitangaben sind zufolge der dem Fortschritt der Technik angepassten Sicherheitsbeurteilung für den Untertagebau gegenüber dem Bergbau adaptiert worden.

13.1.3 Q-System

RQD-Index / Rock Quality Designation ⁵⁴⁹			RQD- Index [%]
Barton et al:	ISRM:		
A	---	sehr schlechte Gebirgsgüte	0 - 25
B	---	schlechte Gebirgsgüte	25 - 50
C	---	annehmbare bzw. ausreichende Gebirgsgüte	50 - 75
D	---	gute Gebirgsgüte	75 - 90
E	---	ausgezeichnete Gebirgsgüte	90 - 100
Anmerkung: ¹⁾ die Prozentangaben werden als Bewertungszahlen herangezogen, wobei RQD-Werte kleiner 10 mit dem Wert 10 bemessen werden; ²⁾ die Staffelung des RQD-Index ist in 5-er Intervallen für die weitere Betrachtung ausreichend;			

Tabelle 13-7: Bestimmung der Gebirgsgüte anhand des RQD-Index (nach D.U. Deere)

Kluftsystemzahl / Joint Set Number			J _N
Barton et al:	ISRM:		
A	I	massiv, gelegentlich vereinzelt Klüfte	0,5 - 1,0
B	II	eine Kluftschar	2,0
C	III	eine Kluftschar und vereinzelt Klüfte	3,0
D	IV	zwei Kluftscharen	4,0
E	V	zwei Kluftscharen und vereinzelt Klüfte	6,0
F	VI	drei Kluftscharen	9,0
G	VII	drei Kluftscharen und vereinzelt Klüfte	12,0
H	VIII	vier oder mehr Kluftscharen dazu vereinzelt Klüfte, stark zerklüftet	15,0
J	IX	Sandig, regellos zerklüfteter Fels, erdähnlich	20,0
Anmerkung: ¹⁾ für Überschneidungsbereiche (z.B. für Verbindung von Tunnel und Querschlag, usw.) ist $3,0 \times J_N$ zu verwenden; ²⁾ für Portalbereiche ist $2,0 \times J_N$ zu verwenden;			

Tabelle 13-8: Ermittlung der Kluftsystemzahl (nach N. Barton et al)

Kluftrauheitszahl / Joint Roughness Number			J _R
Barton et al:	ISRM:		
		a) Felsoberflächenkontakt, und b) Felsoberflächenkontakt vor einer Scherverschiebung um 10 cm	
A	I - III	unstetig, stufig (ISRM)	4,0
B	IV	rau, unregelmäßig	3,0
C	V	glatt, gewellt	2,0
D	VI	harnischartig (spiegelglatt), gewellt	1,5
E	VII	unregelmäßig	1,5
F	VIII	glatt, plan (ebenflächig)	1,0

⁵⁴⁹ ausführlich in Barton et al (1974) in Rock Mechanics Vol. 6, Seite 196f.: Falls der RQD-Index nicht verfügbar ist, kann dieser Wert über die Gesamtanzahl der Klüfte pro m³-Fels (vgl. Klüftigkeitsziffer) in Beziehung gebracht werden:

$$J_v \geq 4,5: \text{RQD-Index} = 115 - 3,3 J_v$$

$$J_v < 4,5: \text{RQD-Index} = 100$$

J_v ... volumetric joint count – Anzahl der Klüfte pro m³-Fels

G	IX	harnischartig (spiegelglatt), plan (ebenflächig)	0,5
Anmerkung: ¹⁾ Beschreibungen beziehen sich auf klein- und mittelmaßstäbliche Charakteristika			
c) kein Felsoberflächenkontakt nach der Abscherung			
H	---	Zone mit tonigem Kluffmaterial, ausreichend dick um gegenseitigen Kluffflächenkontakt zu verhindern	1,0
J	---	Zone mit sandigen, kiesigen oder zerbrochenen Bereichen, ausreichend dick um gegenseitigen Kluffflächenkontakt zu verhindern	1,0
Anmerkung: ¹⁾ addiere $J_R=1,0$ falls der Durchschnittsabstand zwischen den relevanten Kluffsystemen mehr als 3,0 m beträgt; ²⁾ $J_R=0,5$ kann bei planen (ebenflächigen) Harnischflächen, die eine Strömung aufweisen, verwendet werden, vorausgesetzt die Strömung ist günstig orientiert;			

Tabelle 13-9: Ermittlung der Kluftrauheitszahl (nach N. Barton et al)

Kluftwandungszustandszahl / Joint Alteration Number		Φ_r [°] (ungefähr)	J_A
Barton et al:	ISRM:		
a) Felsoberflächenkontakt			
A	---	Klüfte fest verheilt, hart, keine Aufweichungserscheinungen, undurchlässige Kluffüllung (z.B. Quarz oder Epidot)	---
B	---	Kluffflächenwandungen nicht umgebildet, Oberflächen lediglich verfärbt	25° - 35°
C	---	leicht umgebildete bzw. verwitterte Kluffflächenwandungen; keine aufweichenden Mineralbeläge, sandige Teile, tonfrei	25° - 30°
D	---	siltige oder sandige Tonbeläge mit geringem Tonanteil, nicht aufweichend	20° - 25°
E	---	aufweichende Tonmineralbeläge mit geringer innerer Reibung (z.B. Kaolinit, Glimmer, Chlorit, Talk, Gips, Graphit und geringe Mengen von schwellendem Ton)	8° - 16°
b) Felsoberflächenkontakt vor einer Abscherung um 10 cm			
F	---	sandige Partikel, zersetzter aber tonfreier Fels	25° - 30°
G	---	stark verfestigte, nicht aufweichende Tonmineralfüllung, durchgehend, weniger als 5 mm mächtig	16° - 24°
H	---	Tonmineralfüllung, geringe Verfestigung, aufweichend, durchgehend, weniger als 5 mm mächtig	12° - 16°
J	---	schwellende Tonfüllung (z.B. Montmorillonit), durchgehend, weniger als 5 mm mächtig; J_A -Wert abhängig vom Anteil der schwellfähigen Tonpartikel bzw. vom Wasserzutritt	6° - 12°
c) kein Felsoberflächenkontakt nach der Abscherung			
K	---	Zonen oder Bänder von zersetztem oder zerschertem Material und Ton;	6,0
L	---	J_A -Wert je nach Zustand des Tons (siehe G, H, J für die Beschreibung der Tonbeschaffenheit)	8,0
M	---		8,0 - 12,0
N	---	Zonen oder Bänder von siltigem oder sandigem Material, geringer Tonanteil, nicht aufweichend	5,0
O	---	dicke, durchgehende Bänder oder Zonen aus Ton,	5,0
P	---	J_A -Wert je nach Zustand des Tons (siehe G, H, J für die Beschreibung der Tonbeschaffenheit)	10,0
R	---		13,0
			13,0 - 20,0

Tabelle 13-10: Ermittlung der Kluftwandungszustandszahl (nach N. Barton et al)

Kluftwasserreduktionszahl / Joint Water Reduction Number			Wasserdruck [kg/cm ²]	J _w
Barton et al:	ISRM:			
A	---	trockene Stollen bzw. geringer Zutritt (≤ 5 l/min)	< 1,0	1,00
B	---	mittelstarker Wasserzutritt bzw. -druck, gelegentliche Auswaschungen der Kluftfüllungen	1,0 - 2,5	0,66
C	---	starker Wasserzutritt bzw. hoher Wasserdruck, in Gebirge mit nicht gefüllten Klüften	2,5 - 10,0	0,50
D	---	starker Wasserzutritt bzw. hoher Wasserdruck, beträchtliche Auswaschungen der Kluftfüllungen	2,5 - 10,0	0,33
E	---	übermäßig starker Wasserzutritt bzw. -druck beim Sprengen, mit der Zeit abnehmend	> 10,0	0,20 - 0,10
F	---	übermäßig starker Wasserzutritt bzw. -druck, gleichbleibend und ohne merkbare Abnahme mit der Zeit	> 10,0	0,10 - 0,05

Anmerkung: ¹⁾ Faktoren C bis F sind grobe Abschätzungen. Zunahme von J_w bei Einbau von Drainagen;
²⁾ Spez. Probleme resultierend durch Eisbildung sind nicht berücksichtigt;

Tabelle 13-11: Ermittlung der Kluftwasserreduktionszahl (nach N. Barton et al)

Spannungsreduktionsfaktor / Stress Reduction Factor					SRF
Barton et al:	ISRM:				
a) Auflockerungszonen überschneiden den Ausbruch, welche eine Auflockerung des Gebirges i.e.S. während des Ausbruchs verursachen					
A	---	häufiges Auftreten von Auflockerungszonen, welche Ton oder chemisch verwitterten Fels beinhalten, sehr aufgelockertes umgebender Fels (jede Überlagerungshöhe)			10,0
B	---	einzelne Auflockerungszonen, welche Ton oder chemisch verwitterten Fels beinhalten (Überlagerungshöhe ≤ 50 m)			5,0
C	---	einzelne Auflockerungszonen, welche Ton oder chemisch verwitterten Fels beinhalten (Überlagerungshöhe > 50 m)			2,5
D	---	mehrfache Scherzonen im standfesten Fels (tonfrei), lockerer umgebender Fels (jede Überlagerungshöhe)			7,5
E	---	vereinzelte Scherzonen im standfesten Fels (tonfrei), (Überlagerungshöhe ≤ 50 m)			5,0
F	---	vereinzelte Scherzonen im standfesten Fels (tonfrei), (Überlagerungshöhe > 50 m)			2,5
G	---	aufgelockerte geöffnete Klüfte, stark zerklüfteter, zerscherter Fels			5,0
Anmerkung: ¹⁾ SRF-Werte sind um 25% bis 50% zu reduzieren, wenn die Scherzone zwar den Hohlraum beeinflusst, diesen jedoch nicht kreuzt;					
b) standfester Fels, Spannungsprobleme					
			σ_c/σ_1	σ_t/σ_1	
H	---	geringe Spannungen, oberflächennah	> 200	> 13	2,5
J	---	mittlere Spannungen	200 - 10	13,0 - 0,66	1,0
K	---	hohe Spannungen, sehr dichte Struktur (gewöhnlich günstig für Stabilität, kiann ungünstig sein für die Standsicherheit der Ulmen)	10 - 5	0,66 - 0,33	0,5 - 2,0
L	---	leichte Felsabplatzungen (massiver Fels)	5 - 2,5	0,33 - 0,16	5,0 - 10,0
M	---	starke Felsabplatzungen (massiver Fels)	$\leq 2,5$	$\leq 0,16$	10,0 - 20,0
Anmerkung: ²⁾ im Falle stark anisotroper Primärspannungsfelder gilt: wenn $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, Reduktion von σ_c und σ_t auf $0,8 \sigma_c$ und $0,8 \sigma_t$ wenn $\sigma_1/\sigma_3 > 10$, Reduktion von σ_c und σ_t auf $0,6 \sigma_c$ und $0,6 \sigma_t$ (σ_c = einaxiale Druckfestigkeit ohne Seitendruck, σ_1 und σ_3 = kleinste und größte Hauptnormalspannung, σ_t = Zugfestigkeit); ³⁾ für den seltenen Fall, dass der Abstand zwischen dem Firstpunkt in der Kallotte und der Oberfläche weniger als den Tunneldurchmesser ausmacht, ist der SRF-Wert aus Klasse H von 2,5 auf 5,0 zu					

erhöhen;			
c) druckhafter Fels, plastische Verformungen unter Einfluss von großem Überlagerungsdruck			
N	---	leicht druckhafter Gebirgsdruck	5,0 - 10,0
O	---	stark druckhafter Gebirgsdruck	10,0 - 20,0
Anmerkung: ⁴⁾ Fälle von druckhaftem Gebirge können auftreten bei Überlagerungen $H > 350 \cdot Q\text{-Wert}^{1/3}$; die Felsfestigkeit kann dabei abgeschätzt werden $q = 7 \cdot \gamma \cdot Q\text{-Wert}^{1/3}$ (MPa), wobei $\gamma =$ Felsdichte in g/cm^3			
d) quellender Fels, chemisch bedingtes Quellen in Abhängigkeit vom Wasservorkommen			
P	---	schwach quellender Fels	5,0 - 10,0
R	---	stark quellender Fels	10,0 - 15,0

Tabelle 13-12: Ermittlung des Spannungsreduktionsfaktors (nach N. Barton et al)

b) standfester Fels, Spannungsprobleme					
			σ_c/σ_1	σ_θ/σ_c	
H	---	geringe Spannungen, oberflächennah	> 200	< 0,01	2,5
J	---	mittlere Spannungen	200 - 10	0,01 - 0,3	1,0
K	---	hohe Spannungen, sehr dichte Struktur (gewöhnlich günstig für Stabilität, kann ungünstig sein für die Standsicherheit der Ulmen)	10 - 5	0,3 - 0,4	0,5 - 2,0
L	---	leichte Felsabplatzungen (massiver Fels)	5 - 3	0,5 - 0,65	5,0 - 50,0
M	---	starke Felsabplatzungen (massiver Fels)	3 - 2	0,65 - 1,0	50,0 - 200,0
N		Bergschlag im hohen Ausmaß und sofortige dynamische Deformation im massiven Fels	≤ 2	$\leq 1,0$	200,0 - 400,0
Anmerkung: ²⁾ im Falle stark anisotroper Primärspannungsfelder gilt: wenn $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, Reduktion von σ_c auf $0,75 \sigma_c$ wenn $\sigma_1/\sigma_3 > 10$, Reduktion von σ_c auf $0,5 \sigma_c$ ($\sigma_c =$ einaxiale Druckfestigkeit ohne Seitendruck, σ_1 und $\sigma_3 =$ kleinste und größte Hauptnormalspannung, $\sigma_\theta =$ maximale Tangentialspannung); ³⁾ für den seltenen Fall, dass der Abstand zwischen dem Firstpunkt in der Kallotte und der Oberfläche weniger als die Tunnelbreite ausmacht, ist der SRF-Wert aus Klasse H von 2,5 auf 5,0 zu erhöhen;					
c) druckhafter Fels, plastische Verformungen unter Einfluss von großem Überlagerungsdruck					
O	---	leicht druckhafter Gebirgsdruck			5,0 - 10,0
P	---	stark druckhafter Gebirgsdruck			10,0 - 20,0
Anmerkung: ⁴⁾ Fälle von druckhaftem Gebirge können auftreten bei Überlagerungen $H > 350 \cdot Q\text{-Wert}^{1/3}$; die Felsfestigkeit kann dabei abgeschätzt werden $q = 7 \cdot \gamma \cdot Q\text{-Wert}^{1/3}$ (MPa), wobei $\gamma =$ Felsdichte in g/cm^3					
d) quellender Fels, chemisch bedingtes Quellen in Abhängigkeit vom Wasservorkommen					
Q	---	schwach quellender Fels			5,0 - 10,0
R	---	stark quellender Fels			10,0 - 15,0

Tabelle 13-13: Update - Ermittlung des Spannungsreduktionsfaktors (nach N. Barton u. E. Grimstad) Änderungsauszug aus Tabelle 13-12

Ausbruchskategorie:		ESR	ESR ⁵⁵⁰
A	temporäre Ausbrüche in Bergwerken	3,0 – 5,0	2,0 – 5,0
B	vertikale Schächte: i) mit rundem Querschnitt	2,5	---
	ii) mit rechteckigem/quadratischem Querschnitt	2,0	
C	permanente Ausbrüche in Bergwerken, nicht-druckhafte Wasserstollen für Wasserkraftanlagen, Pilotstollen, Stollen- und Tunnelvortriebe für große Ausbrüche	1,6	1,6 – 2,0
D	Lagerkavernen, Wasseraufbereitungsanlagen, kleinere Straßen- und Eisenbahntunnel, Zugangsstollen, etc.	1,3	1,2 – 1,3
E	Kraftwerke, große Autobahn- und Eisenbahntunnel, zivile Schutzbunker, Portalbereiche, Verschneidungsbauwerke, etc.	1,0	0,9 – 1,1
F	unterirdische Atomkraftwerke, Eisenbahnstationen, unterirdische Sportanlagen u.a. öffentliche Einrichtungen, etc.	0,8	0,5 – 0,8

Tabelle 13-14: ESR-Werte in Abhängigkeit der Dauerhaftigkeit des Ausbaus und des Verwendungszwecks⁵⁵¹

⁵⁵⁰

vgl. Barton u. Grimstad (1994) in Felsbau Nr. 6, Seite 430

⁵⁵¹

vgl. Barton et al (1974) in Rock Mechanics Vol. 6, Seite 213

Support category	Q	Conditional factors			P	SPAN/ESR (m)	Type of support	Note see p. 229
		RQD/ J_n	J_r/J_n	SPAN/ESR (m)	kg/cm ² (approx.)			
1*	1000—400	—	—	—	< 0.01	20—40	sb (utg)	—
2*	1000—400	—	—	—	< 0.01	30—60	sb (utg)	—
3*	1000—400	—	—	—	< 0.01	46—80	sb (utg)	—
4*	1000—400	—	—	—	< 0.01	65—100	sb (utg)	—
5*	400—100	—	—	—	0.05	12—30	sb (utg)	—
6*	400—100	—	—	—	0.05	19—45	sb (utg)	—
7*	400—100	—	—	—	0.05	30—65	sb (utg)	—
8*	400—100	—	—	—	0.05	48—88	sb (utg)	—
9	100—40	≥ 20	—	—	0.25	8.5—19	sb (utg)	—
		< 20	—	—			B (utg) 2.5—3 m	—
10	100—40	≥ 30	—	—	0.25	14—30	B (utg) 2—3 m	—
		< 30	—	—			B (utg) 1.5—2 m + clm	—
11*	100—40	≥ 30	—	—	0.25	23—48	B (tg) 2—3 m	—
		< 30	—	—			B (tg) 1.5—2 m + clm	—
12*	100—40	≥ 30	—	—	0.25	40—72	B (tg) 2—3 m	—
		< 30	—	—			B (tg) 1.5—2 m + clm	—
13	40—10	≥ 10	≥ 1.5	—	0.5	5—14	sb (utg)	I
		≥ 10	< 1.5	—			B (utg) 1.5—2 m	I
		< 10	≥ 1.5	—			B (utg) 1.5—2 m	I
		< 10	< 1.5	—			B (utg) 1.5—2 m + S 2—3 cm	I
14	40—10	≥ 10	—	≥ 15	0.5	9—23	B (tg) 1.5—2 m + clm	I, II
		< 10	—	≥ 15			B (tg) 1.5—2 m + S (mr) 5—10 cm	I, II
		—	—	< 15			B (utg) 1.5—2 m + clm	I, III
15	40—10	> 10	—	—	0.5	15—40	B (tg) 1.5—2 m + clm	I, II, IV
		≥ 10	—	—			B (tg) 1.5—2 m + S (mr) 5—10 cm	I, II, IV
16*	40—10	> 15	—	—	0.5	30—65	B (tg) 1.5—2 m + clm	I, V, VI
See note XII		≥ 15	—	—			B (tg) 1.5—2 m + S (mr) 10—15 cm	I, V, VI

* Authors' estimates of support. Insufficient case records available for reliable estimation of support requirements.

The type of support to be used in categories 1 to 8 will depend on the blasting technique. Smooth wall blasting and thorough barring-down may remove the need for support. Rough-wall blasting may result in the need for single applications of shotcrete, especially where the excavation height is > 25 m. Future case records should differentiate categories 1 to 8.

Key to Support Tables:

sb = spot bolting
 B = systematic bolting
 (utg) = untensioned, grouted

Tabelle 13-15: Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 1.000 – 10⁵⁵² (nach N. Barton et al)

Support category	Q	Conditional factors			P Kg/cm ² (approx.)	SPAN/ ESR (m)	Type of support	Note See p. 229
		RQD/J _n	J _r /J _a	SPAN/ ESR				
17	10—4	> 30	—	—	1.0	3.5—9	sb (utg)	I
		≧ 10, ≦ 30	—	—			B (utg) 1—1.5 m	I
		< 10	—	≧ 6 m			B (utg) 1—1.5 m + S 2—3 cm	I
		< 10	—	< 6 m			S 2—3 cm	I
18	10—4	> 5	—	≧ 10 m	1.0	7—15	B (tg) 1—1.5 m + clm	I, III
		> 5	—	< 10 m			B (utg) 1—1.5 m + clm	I
		≧ 5	—	≧ 10 m			B (tg) 1—1.5 m + S 2—3 cm	I, III
		≧ 5	—	< 10 m			B (utg) 1—1.5 m + S 2—3 cm	I
19	10—4	—	—	≧ 20 m	1.0	12—29	B (tg) 1—2 m + S (mr) 10—15 cm	I, II, IV
		—	—	< 20 m			B (tg) 1—1.5 m + S (mr) 5—10 cm	I, II
20* See note XII	10—4	—	—	≧ 35 m	1.0	24—52	B (tg) 1—2 m + S (mr) 20—25 cm	I, V, VI
		—	—	< 35 m			B (tg) 1—2 m + S (mr) 10—20 cm	I, II, IV
21	4—1	≧ 12.5	≧ 0.75	—	1.5	2.1—6.5	B (utg) 1 m + S 2—3 cm	I
		< 12.5	≧ 0.75	—			S 2.5—5 cm	I
		—	> 0.75	—			B (utg) 1 m	I
22	4—1	> 10, < 30	> 1.0	—	1.5	4.5—11.5	B (utg) 1 m + clm	I
		≧ 10	> 1.0	—			S 2.5—7.5 cm	I
		< 30	≧ 1.0	—			B (utg) 1 m + S (mr) 2.5—5 cm	I
		≧ 30	—	—			B (utg) 1 m	I
23	4—1	—	—	≧ 15 m	1.5	8—24	B (tg) 1—1.5 m + S (mr) 10—15 cm	I, II, IV, VII
		—	—	< 15 m			B (utg) 1—1.5 m + S (mr) 5—10 m	I
24* See note XII	4—1	—	—	≧ 30 m	1.5	18—46	B (tg) 1—1.5 m + S (mr) 15—30 cm	I, V, VI
		—	—	< 30 m			B (tg) 1—1.5 m + S (mr) 10—15 cm	I, II, IV

* Authors' estimates of support. Insufficient case records available for reliable estimation of support requirements.

(tg) = tensioned, (expanding shell type for competent rock masses, grouted post-tensioned in very poor quality rock masses; see Note XI)

S = shotcrete

(mr) = mesh reinforced

clm = chain link mesh

CCA = cast concrete arch

(sr) = steel reinforced

Bolt spacings are given in metres (m). Shotcrete, or cast concrete arch thickness is given in centimetres (cm).

Tabelle 13-16: Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 10 – 1,0⁵⁵³ (nach N. Barton et al)

Support category	Q	Conditional factors		SPAN/ESR (m)	P kg/cm ² (approx.)	SPAN/ESR (m)	Type of support	Note See p. 229
		R_{QD}/J_n	J_r/J_a					
25	1.0—0.4	> 10	> 0.5	—	2.25	1.5—4.2	B (utg) 1 m + mr or clm	I
		≤ 10	> 0.5	—			B (utg) 1 m + S (mr) 5 cm	I
		—	≤ 0.5	—			B (tg) 1 m + S (mr) 5 cm	I
26	1.0—0.4	—	—	—	2.25	3.2—7.5	B (tg) 1 m + S (mr) 5—7.5 cm	VIII, X, XI
		—	—	—			B (utg) 1 m + S 2.5—5 cm	I, IX
27	1.0—0.4	—	—	≥ 12 m	2.25	6—18	B (tg) 1 m + S (mr) 7.5—10 cm	I, IX
		—	—	< 12 m			B (utg) 1 m + S (mr) 5—7.5 cm	I, IX
		—	—	> 12 m			CCA 20—40 cm + B (tg) 1 m	VIII, X, XI
		—	—	< 12 m			S (mr) 10—20 cm + B (tg) 1 m	VIII, X, XI
28* See note XII	1.0—0.4	—	—	≥ 30 m	2.25	15—38	B (tg) 1 m + S (mr) 30—40 cm	I, IV, V, IX
		—	—	$\geq 20, < 30$			B (tg) 1 m + S (mr) 20—30 cm	I, II, IV, IX
		—	—	< 20 m			B (gt) 1 m + S (mr) 15—20 cm	I, II, IX
		—	—	—			CCA (sr) 30—100 cm + B (tg) 1 m	IV, VIII, X, XI
29*	0.4—0.1	> 5	> 0.25	—	3.0	1.0—3.1	B (utg) 1 m + S 2—3 cm	—
		≤ 5	> 0.25	—			B (utg) 1 m + S (mr) 5 cm	—
		—	≤ 0.25	—			B (tg) 1 m + S (mr) 5 cm	—
30	0.4—0.1	≥ 5	—	—	3.0	2.2—6	B (tg) 1 m + S 2.5—5 cm	IX
		< 5	—	—			S (mr) 5—7.5 cm	IX
		—	—	—			B (tg) 1 m + S (mr) 5—7.5 cm	VIII, X, XI
31	0.4—0.1	> 4	—	—	3.0	4—14.5	B (tg) 1 m + S (mr) 5—12.5 cm	IX
		$\leq 4, \geq 1.5$	—	—			S (mr) 7.5—25 cm	IX
		< 1.5	—	—			CCA 20—40 cm + B (tg) 1 m	IX, XI
		—	—	—			CCA (sr) 30—50 cm + B (tg) 1 m	VIII, X, XI
32 See note XII	0.4—0.1	—	—	≥ 20 m	3.0	11—34	B (tg) 1 m + S (mr) 40—60 cm	II, IV, IX, XI
		—	—	< 20 m			B (tg) 1 m + S (mr) 20—40 cm	III, IV, IX, XI
		—	—	—			CCA (sr) 40—120 cm + B (tg) 1 m	IV, VIII, X, XI

Tabelle 13-17: Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 1,0 – 0,1⁵⁵⁴ (nach N. Barton et al)

Support category	Q	Conditional Factors		SPAN/ESR (m)	P Kg/cm ² (approx.)	SPAN/ESR (m)	Type of support	Note See p. 229
		RQD/J _n	J _r /J _a					
33*	0.1—0.01	≥ 2	—	—	6	1.0—3.9	B (tg) 1 m + S (mr) 2.5—5 cm	IX
		< 2	—	—			S (mr) 5—10 cm	IX
		—	—	—			S (mr) 7.5—15 cm	VIII, X
34	0.1—0.01	≥ 2	≥ 0.25	—	6	2.0—11	B (tg) 1 m + S (mr) 5—7.5 cm	IX
		< 2	≥ 0.25	—			S (mr) 7.5—15 cm	IX
		—	< 0.25	—			S (mr) 15—23 cm	IX
		—	—	—			CCA (sr) 20—60 cm + B (tg) 1 m	VIII, X, XI
35	0.1—0.01	—	—	≥ 15 m	6	6.5—28	B (tg) 1 m + S (mr) 30—100 cm	II, IX, XI
See note XII		—	—	≥ 15 m			CCA (sr) 60—200 cm + B (tg) 1 m	VIII, X, XI, II
		—	—	< 15 m			B (tg) 1 m + S (mr) 20—75 cm	IX, XI, III
		—	—	< 15 m			CCA (sr) 40—150 cm + B (tg) 1 m	VIII, X, XI, III
36*	0.01—0.001	—	—	—	12	1.0—2.0	S (mr) 10—20 cm S (mr) 10—20 cm + B (tg) 0.5—1.0 m	IX VIII, X, XI
37	0.01—0.001	—	—	—	12	1.0—6.5	S (mr) 20—60 cm S (mr) 20—60 cm + B (tg) 0.5—1.0 m	IX VIII, X, XI
38	0.01—0.001	—	—	IV 10 m	12	4.0—20	CCA (sr) 100—300 cm CCA (sr) 100—300 cm + B (tg) 1 m	IX VIII, X, II, XI
See note XIII		—	—	IV 10 m			S (mr) 70—200 cm S (mr) 70—200 cm + B (tg) 1 m	IX VIII, X, III, XI

* Authors' estimates of support. Insufficient case records available for confident prediction of support requirements.

Tabelle 13-18: Stützmittelmaßnahmen im Q-Wertespektrum 0,1 – 0,001⁵⁵⁵ (nach N. Barton et al)

- **Ergänzende Anmerkungen zu den 38 Stützmitteleinbaukategorien:**
 - I. In Fälle von schweren Felsabplatzungen werden spannbare Felsanker mit vergrößerten Ankerplatten im Systemabstand von 0,8 m (im Bedarfsfall) bis 1,0 m verwendet. Der endgültige Sicherungsbedarf ist erst nach Abklingen der Deformation hergestellt.
 - II. Verwendung verschiedener Felsnägell- oder Felsankerlängen im gleichen Ausbruchquerschnitt, z.B. 3,0, 5,0 und 7,0 m.
 - III. Verwendung verschiedener Felsnägell- oder Felsankerlängen im gleichen Ausbruchquerschnitt, z.B. 2,0, 3,0 und 4,0 m.
 - IV. Verwendung spannbarer Kabelanker im Abstand von 2,0 – 4,0 m als Ergänzung zur Systemankerung, um den Ausbauwiderstand zu erhöhen.
 - V. Verwendung verschiedener Felsnägell- oder Felsankerlängen im gleichen Ausbruchquerschnitt, z.B. 6,0, 8,0 und 10,0 m.
 - VI. Verwendung vorspannbarer Litzenanker im Abstand von 4,0 bis 6,0 m zuzüglich zur Systemankerung, um den Ausbauwiderstand zu erhöhen.
 - VII. In dieser Kategorie werden für einige der älteren Kraftwerke lokale gesetzte Anker oder eine Systemankerung in Kombination mit bereichsweiser Anwendung von Baustahlgitter, sowie einem in der Firste situierten Tunnelbogen aus Ortbeton im Abstand von 25,0 – 40,0 cm als permanente Unterstützung verwendet.
 - VIII. In Fällen von quellendem Gebirge, beispielsweise Montmorillonit-haltiger Ton (mit Zutritt von Wasser), ist ein Ausdehnungsraum bergseitig der Ausbaumaßnahmen für eine Ex-

pansion des quellenden Gebirges zu ermöglichen. Mögliche Entwässerungsmaßnahmen sind zu installieren.

- IX. In Fällen ohne quellendem Ton oder druckhaftem Fels.
- X. In Fällen von druckhaftem Fels wird generell eine steifer Ausbau als permanenter Ausbau verwendet.
- XI. Entsprechend der Erfahrung der Autoren ist in Fällen von quellendem oder druckhaftem Gebirge i.e.S. vor dem Einbau der Beton- oder Spritzbetontunnelbögen ein temporärer Ausbau, wenn der Wert von $RQD/J_N > 1,5$ ist, in Form von Spreizhüsenankern und Spritzbeton vorzusehen. Wenn der Fels stark geklüftet ist (beispielsweise $RQD/J_N < 1,5$, in z.B. "zuckerwürfelartigen" Teilkörpern in quarzitischer Scherzonen), soll der temporäre Ausbau in mehreren Lagen Spritzbeton aufgebracht werden. Eine Systemankerung soll nach dem Betonieren der Tunnelbögen hinzugefügt werden, um die ungleichmäßig verteilte Belastung auf die Tunnelbögen zu reduzieren. Im Fels mit einem RQD/J_N -Wert $< 1,5$ oder anteilmäßig hohem Tongehalt ist dieses nur effektiv, wenn die Systemanker vor dem Spannen mit Ankermörtel verpresst werden. Eine ausreichende Ankerlänge kann auch durch die Verwendung von rasch erhärtendem Ankermörtel in diesen schlechten Gebirgsgütern erreicht werden.
Sehr stark quellendes oder druckhaftes Gebirge benötigt den Sicherungsbedarf anhand der Betontunnelbögen bis vor an die Ortsbrust unter Verwendung von einem Verzugsverbau als zusätzlichen temporären Schutz. In diesen Fällen ist auch eine temporäre Stützung der Ortsbrust notwendig.
- XII. Aus Sicherheitsgründen ist meistens ein Vortrieb im Teilflächenabbau mit einer Firststützung erforderlich. Dies gilt für die Stützmitteleinbaukategorien 16, 20, 24, 28, 32,35 (nur wo $D_E > 15$ m).
- XIII. In Fällen von stark druckhaftem Fels ist ein Vortrieb im Teilflächenabbau in Kombination mit einer Stützung des First-, Ulmen- und Sohlbereiches vorzusehen. Dies gilt für die Stützmitteleinbaukategorie 38 (nur wo $D_E > 10$ m).

13.1.4 Klassifikationskorrelationen

Zum Zwecke der Vergleichbarkeit verschiedener Felsklassifikationsergebnisse wurden von verschiedenen Seiten Versuche unternommen, diese Affinitäten in einen mathematischen Zusammenhang zu bringen.

- **Zusammenhang RSR- zu RMR-Klassifikation:**

Bei den Untersuchungen bzgl. einer Auffindung einer empirischen Korrelation zwischen der RSR- und der RMR-Klassifikation anhand von 7 neuseeländischen Projekten stießen RUTLEDGE und PRESTON⁵⁵⁶ im Jahr 1978 auf nachstehendes Ergebnis:

$$\text{RSR - Wert} = 0,77 \times \text{RMR} + 12,4$$

- **Zusammenhang RSR- zu Q-Klassifikation:**

Im Zuge der Untersuchungen von RUTLEDGE und PRESTON lässt sich weiters ein in der Fachliteratur publizierter Zusammenhang zwischen der RSR- und der Q-Klassifikation zeigen:

$$\text{RSR - Wert} = 13,3 \times \log Q + 46,5$$

- **Zusammenhang RMR- zu Q-Klassifikation:**

Ein ursprünglich nicht erwarteter, relativ allgemeiner empirischer Zusammenhang zwischen RMR- und Q-Klassifikation konnte nach einer Analyse von über 100, in beiden Systemen bereits integrierten Fallstudien durch BIENIAWSKI⁵⁵⁷, in der Tabelle 13-19 spez. für Tunnelbauwerke angeführt, hergestellt werden.

$$\text{RMR - Wert} = 9 \times \ln Q + 44$$

bzw. nach einer Überarbeitung von BARTON im Jahr 1995 ...

$$\text{RMR - Wert} = 15 \times \log Q + 50$$

Weiter Korrelationen ergeben sich rein für Tunnelbauwerke länderspezifisch zu:

Autor:	Korrelation:	... für Bauwerk:	Land:
Cameron-Clarke & Budvari	$\text{RMR - Wert} = 4,6 \times \ln Q + 43$	theoretische Bohrkern- untersuchung	allgem. gültig
Choquet & Hadjigeorgiou	$\text{RMR - Wert} = 12,5 \times \log Q + 55,2$	Tunnel	Spanien
Cameron-Clark & Budvari	$\text{RMR - Wert} = 5,0 \times \ln Q + 60,8$	Tunnel	Südafrika
Rudledge & Preston	$\text{RMR - Wert} = 13,5 \times \log Q + 43$	Tunnel	Neuseeland

Tabelle 13-19: weitere Zusammenhänge RMR- zu Q-Klassifikation

Zu der in Tabelle angeführten theoretischen Bohrkernuntersuchung von CAMERON-CLARKE und BUDVARI ist anzumerken, dass hier eine Untersuchung hinsichtlich differierender Klassifikationsergebnisse, welche zuerst aus der Beurteilung der Bohrkern- und später aus In-situ-Messungen an der Ortsbrust gewonnen wurden, Ausgangspunkt der möglich aufzuzeigenden Korrelation war⁵⁵⁸.

⁵⁵⁶ ausführlich in Bieniawski (1989), Engineering Rock Mass Classifications, Seite 68f.

⁵⁵⁷ ausführlich in Bieniawski (1989), aaO., Seite 68f.;

graphische Veranschaulichung dazu siehe in Bieniawski (1989), aaO., Seite 89

⁵⁵⁸ vgl. Trunk u. Hönisch (1990) in Felsbau Nr. 1, Seite 12

13.2 Anhang zu Normenklassifizierungen

13.2.1 ÖN B 2203-1

Stützmittel und Zusatzmaßnahmen		Bewertungsfaktor je Mengeneinheit	Mengeneinheit	Bemerkungen
Anker	Swellex oder gleichwertiges	0,8	m	
	SN Mörtelanker	1,1	m	
	Selbstbohranker	1,7	m	
	Verpressrohranker	2,0	m	
	vorgespannte Mörtelanker	2,5	m	
Ortsbrustanker	Ankeranzahl im Abschlag	8,0	ST	¹⁾
	Versetzen Ankerplatte ohne Vorspannung	1,7	ST	²⁾
	Versetzen Ankerplatte mit Vorspannung	5,0	ST	²⁾
Spieße	Rammspieße	0,5	m	
	unvermörtelte Spieße	0,6	m	
	vermörtelte Spieße	0,9	m	
	Selbstbohrspieße	1,3	m	
	Verpressrohrspieße	1,6	m	
Verpressungen über 10 kg je m Anker, Spieß, Fußpfahl		0,1	kg	
Baustahlgitter	bergseitig mit Bogen	1,0	m ²	³⁾
	hohlraumseitig mit Bogen	1,5	m ²	³⁾
	bergseitig ohne Bogen	2,0	m ²	³⁾
	Kalottensohle	0,8	m ²	³⁾
	Zusatzbewehrung, Ortsbrustbewehrung	2,0	m ²	^{3), 4)}
Bogen- und Lastverteiler		2,0	m	
Spritzbeton	Kalotte und Strosse	20,0	m ³	⁵⁾
	Kalottensohle, Kalottenfuß	12,0	m ³	⁵⁾
	Ortsbrust	14,0	m ³	⁵⁾
	Auffüllen von Zwickeln und Mehrausbruch	14,0	m ³	^{5), 6)}
Verformungsschlitze	ohne Stauchelemente	3,5	m	⁷⁾
	mit Stauchelementen	5,0	m	⁷⁾
Getriebedielen		5,5	m ²	
Fußpfähle	Fußpfähle 0 : 9 38 mm	4,5	m	
	Fußpfähle (ä > 38 mm)	5,0	m	
Teilflächen		22,0	ST	⁸⁾
Ausbruch Kalottenfußverbreiterung		50,0	m	⁹⁾
Abbruch Kalottensohlgewölbe beim Strossenvortrieb		50,0	m	¹⁰⁾
¹⁾	Anzahl der vorhandenen Anker beim jeweiligen Abschlag. Im Bewertungsfaktor sind Versetzen, Kürzen und Erschwerisse beim Lösen berücksichtigt.			
²⁾	Anzahl der an der jeweiligen Ortsbrust versetzten Ankerplatten			
³⁾	theoretische Mengen ohne Berücksichtigung der Übergriffe in Längs- und Querrichtung			
⁴⁾	Durch die Bewehrung abgedeckte Ansichtsfläche - die Anschlussbewehrung Kalotte/Strosse und Strosse/Sohle wird nicht bewertet.			
⁵⁾	theoretische Mengen, ohne Berücksichtigung von Überprofil und Rückprall			
⁶⁾	Auffüllen von plangemäßen Zwickeln (bei Getriebedielen u. dgl.) oder Auffüllen von anerkannten Mehrausbrüchen bergseitig der Grenzfläche A			
⁷⁾	Laufmeter Schlitzlänge			
⁸⁾	Es werden nur Teilausbrüche als Teilfläche bewertet, die jeweils unmittelbar nach dem Öffnen eine Erstsicherung erhalten.			
⁹⁾	für beide Kalottenfüße, pro Laufmeter Tunnel			
¹⁰⁾	Länge des Kalottensohlgewölbes beim jeweiligen Abschlag der Strosse, unabhängig von ev. erforderlichen Teilabbrüchen			

Tabelle 13-20: Bewertung der Stützmittel und Zusatzmaßnahmen (nach ÖN B 2203-1)

Abschlagslänge Kalotte bis	max. Geltungsbereich für die 2. Ordnungszahl (Stützmittelzahl) Kalotte	Abschlagslänge Strosse bis	max. Geltungsbereich für die 2. Ordnungszahl (Stützmittelzahl) Strosse
keine Vorgabe	± 0,35	keine Vorgabe	± 0,45
4,0 m	± 0,35	3,0 m	± 0,70
3,0 m	± 0,45	2,0 m	± 1,20
2,2 m	± 0,60	1,0 m	± 2,10
1,7 m	± 0,80		
1,3 m	± 1,00		
1,0 m	± 1,30		
0,8 m	± 1,60		
0,6 m	± 2,10		

Tabelle 13-21: Gültigkeitsbereich der zweiten Ordnungszahl (nach ÖN B 2203-1)

Einfluss des Wassers auf das Gebirge:	Ort des Wasserzutritts im Teilquerschnitt	
	Sohle:	Laibung und Ortsbrust:
vernachlässigbar	1	2
mittel	2	3
stark	3	4

Anm.:
Bei dieser Tabelle ist der jeweilige Ort wie folgt definiert:
Laibung und Ortsbrust ist der Bereich ab 1,0m über der jeweiligen tatsächlichen Sohle ist der Bereich von der jeweiligen tatsächlichen Sohle (Kalottensohle) bis Firste, Sohle (Kalottensohle) bis 1,0m darüber

Tabelle 13-22: Erschwernisklassen bei Bergwassereinfluss (nach ÖN B 2203-1)

Er- schwe- rniskla- ssen	günstig				mittel				ungünstig				sehr ungünstig			
	1				2				3				4			
Wasserspen- de	Angabe AG		Angabe AN		Angabe AG		Angabe AN		Angabe AG		Angabe AN		Angabe AG		Angabe AN	
		min.	max.			min.	max.			min.	max.			min.	max.	
l/s	AT	%	%	%	AT	%	%	%	AT	%	%	%	AT	%	%	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
0,5 bis 2																
> 2 bis 5																
> 5 bis 10																
> 10 bis 20																
> 20 bis 40																
> 40																

Anm.:
Vom AG sind projektspezifisch, in Abhängigkeit von der Bergwasserspende und von den Wassererschwerfnisklassen Arbeitstage und min./max.-Abminderungsfaktoren vorzugeben. Die vom AN anzugebenden Abminderungsfaktoren müssen für ungünstige Kombinationen größer sein als für günstige. Eine Abminderung von 20% bedeutet, dass die VT-Geschwindigkeit mit Wassererschwerfnis nur 80% der VT-Geschwindigkeit ohne Wassererschwerfnisse beträgt.

Tabelle 13-23: Mustertabelle für Abminderungsfaktoren bei Wassererschwerfnis (nach ÖN B 2203-1)

13.2.2 SN SIA 198

Ausbruchklassen für Tunnel:			
	Brustbereich L1:	Brustbereich L2:	Brustbereich L3:
AK I.		Netz als Steinfallsicherung mit Anker oder Bolzen befestigt	
AK II:	≤ n Anker am Profilumfang	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ≤ 3 n Anker am Profilumfang ▪ Spritzbeton mit oder ohne Netz auf ≤ 1/3 des Profilumfangs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ > 3 n Anker am Profilumfang ▪ Spritzbeton mit oder ohne Netz auf > 1/3 des Profilumfangs
AK III:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ > n Anker am Profilumfang ▪ ≤ n Anker in der Brust ▪ Spritzbeton mit oder ohne Netz auf ≤ 1/3 des Profilumfangs 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ > 3 n Anker am Profilumfang ▪ Spritzbeton mit oder ohne Netz auf > 1/3 des Profilumfangs ▪ Stahleinbau in Serie (mind. 3 Bogen) mit oder ohne Verzug 	nicht maßgebend
AK IV:	<p>Nachführung der Ausbruchsicherung nach jedem Abschlag bis zur Brust</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stahleinbau mit oder ohne Verzug ▪ Spritzbeton mit oder ohne Anker und Netz auf > 1/3 des Profilumfangs ▪ > n Anker in der Brust ▪ Brustsicherung mit Spritzbeton auf ≤ ¼ der Brustfläche 	nicht maßgebend	nicht maßgebend
AK V:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stahleinbau laufend während Ausbruch mit Marciavanti ▪ Spritzbeton laufend während Ausbruch mit oder ohne Anker und Netz ▪ Bruststützung auf > ¼ der Brustfläche ▪ Brustsicherung mit Spritzbeton auf > ¼ der Brustfläche ▪ Voraussicherung (z.B. Spieße) 	nicht maßgebend	nicht maßgebend

Tabelle 13-24: Bestimmung der Ausbruchklassen aufgrund der Ausbruchsicherung für den Sprengvortrieb im Fels⁵⁵⁹ (nach SN SIA 198)

Anmerkung Marciavanti: Ein Sonderfall des Verzugs ist das Marciavanti-Verfahren. Dabei werden dem Ausbruch vorauseilend Stahlprofile (Bleche, Kanaldielen usw.) als Verzug zur sofortigen Stabilisierung der Kalotte und ev. Paramente auskragend über den letzten Einbaubogen schräg nach außen vorgetrieben.

⁵⁵⁹ vgl. SN SIA 198 (01.05.1993), Pkt. 5.23.17, Seite 35f.: Sind in einem Tabellenfeld mehrere Sicherungsmaßnahmen aufgeführt, so genügt jede Maßnahme für sich allein für die Klassifikation.

13.2.3 Theoretisches Rechenmodell

KALKULATIONS- bzw. BERECHNUNGSGRUNDLAGEN:

Allgemeine Parameter:

Auflockerungsfaktor		1,6
Überbohrtiefe		0,20 m
mittlere Bohrlochanzahl		1,40 Stk/m ²
SpBet.: Rückprallfaktor / Verdichtung	25 %	1,33
Überprofilfaktor - Laibung		1,06
Überprofilfaktor - Ortsbrust		1,17
Bewehrung: Überlappung, etc.		15 %

Maschinentechnologische Parameter:

Nettobohrleistung		4,00 m/min
Anbohren, Rückziehen, Umsetzen, etc.		1,50 min/BL

Gleichzeitigkeitsfaktoren:

Anzahl der Arbeitsarme		3 Stk
Anzahl der Bohrarme - konv. Stützmittel		2 Stk

Anzahl der Spritzmaschinen		2 Stk
----------------------------	--	-------

Anzahl Mineure beim Laden		4,0 Mann
---------------------------	--	----------

Leistungswerte:

Bruttobohrleistung / Sprengabschlag		0,96 m/min
Bruttobohrleistung / Anker	l = 2,00 m	1,00 m/min
Bruttobohrleistung / Anker	l = 4,00 m	1,60 m/min
Bruttobohrleistung / Anker	l = 6,00 m	2,00 m/min
Bruttobohrleistung / Anker	l = 9,00 m	2,40 m/min
Bruttobohrleistung / Spieße - unvermörtelt	l = 6,00 m	2,00 m/min
Bruttobohrleistung / Spieße - vermörtelt	l = 6,00 m	2,00 m/min

Ladeleistung		2,40 m ³ /min
Spritzleistung (Nassspritzsystem)		4,50 m ³ /h

Aufwandswerte:

Ladeaufwand / Sprengabschlag		0,50 min/m
Ankersetzen Swellex		0,50 min/m
Ankersetzen SN		1,00 min/m
Ortsbrustanker (Bohren und Versetzen)		9,00 min/m
Baustahlgitter 1. Lage		0,80 min/m ²
Baustahlgitter 2. Lage		0,50 min/m ²
Ausbaubögen stellen		1,10 min/m
Spieße setzen unvermörtelt		0,50 min/m
Spieße setzen vermörtelt		1,20 min/m

Tabelle 13-25: Kalkulationsannahmen des theoretischen Rechenmodells