

Diploma Thesis

Characteristics of the remuneration of weight units - Analysis of the calculability of reinforcement work

submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

Besonderheiten bei der Vergütung von Gewichtseinheiten - Analyse der Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Lukas Ostermayer, BSc

Matr.Nr.: 01526239

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Andreas Kropik**

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. **Gernot Strasser**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Bauwirtschaft und Baumanagement
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13, 1040 Wien, Österreich

Wien, im März 2022

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei jenen Menschen bedanken, die mich in meinem bisherigen Leben und beim Studium des Bauingenieurwesens besonders unterstützt haben.

Dazu zählt vor allem meine Familie. Besonders danken möchte ich meinen Eltern und meinem Opa, der jahrzehntelange als Maurer gearbeitet und mir die Freude am Bauen weitergegeben hat.

Danke an meine Freundin Anna, die mich seit vielen Jahren durchs Leben begleitet und an meinen Freund Andreas, mit dem ich die Freuden und Anstrengungen der HTL und des Studiums teilen durfte. Bedanken möchte ich mich auch bei meiner Schwester Laura für das Lektorieren meiner Diplomarbeit.

Zuletzt möchte ich der *ÖSTU-STETTIN* und insbesondere den Mitarbeitern, die mir bei der Datenaquise geholfen haben, danken. Ihre Unterstützung hat die Umsetzung dieser Arbeit möglich gemacht.

Geschlechtsspezifische Formulierungen

Der Autor legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder die feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Ein großer Teil der Hochbauten in Österreich wird aus Stahlbeton errichtet. Die hohe Anpassbarkeit und breite Einsetzbarkeit des Betons ist nur durch die Armierung mit Bewehrungsstahl möglich. Die Bewehrung eines Bauteils setzt sich aus verschiedenen Bestandteilen zusammen. Der erforderliche Bewehrungsquerschnitt wird in erster Linie durch nationale und internationale Normen vorgeschrieben. Er ist von den Einflüssen auf das jeweilige Bauteil abhängig. Wie die Bewehrung zusammengesetzt wird, um die Anforderungen zu erfüllen, steht der Tragwerksplanung, die für die Erstellung der Bewehrungspläne zuständig ist, weitgehend frei.

Die in Österreich wegweisende und für öffentliche Auftraggeber verpflichtend anzuwendende *Leistungsbeschreibung Hochbau* sieht für die Ausschreibung von Bewehrungsarbeiten die Vergütung in Gewichtseinheiten vor. Dabei differenziert sie zwischen unterschiedlichen Bauteilen. Eine Unterteilung nach der Dimension von Bewehrungbestandteilen oder Erschwernissen findet weitgehend nicht statt. Bei Bewehrungsarbeiten handelt es sich um eine preislich inhomogene Leistung. Je nach Zusammensetzung der Bewehrung, variiert der Aufwandswert für die Verarbeitung des Bewehrungsstahls deutlich. Aus diesem Grund sind Werkverträge mit Baustahlunternehmen in der Regel sehr detailliert aufgebaut. Für Baumeisterbetriebe, welche die Bewehrungsarbeiten an einen Subunternehmer vergeben, stellen die Divergenzen in der Beschreibung der Bewehrungsarbeiten des Auftraggebers und jener des Baustahlunternehmens ein Risiko dar.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten. Diese wurde insbesondere anhand der Zusammensetzung der Bewehrung, der Kosten der Bewehrung, der Abbildung von Bewehrungsarbeiten in der aktuellen Version der *Leistungsbeschreibung Hochbau* und der Gestaltung der Werkverträge von Baustahlunternehmen untersucht. Im empirischen Teil dieser Arbeit wurden neun fertiggestellte Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise untersucht. Von diesen Projekten wurden Ausschreibungs- und Abrechnungsunterlagen erhoben. Aus den Ausschreibungsunterlagen wurden Kennwerte zu Projekteigenschaften gebildet, die während der Angebotskalkulation bereits bekannt waren. Mit Hilfe der Abrechnungsunterlagen konnten Charakteristika der Ausführung und Abrechnung von Bewehrungsarbeiten ermittelt werden. In einem nächsten Schritt wurden die Projekteigenschaften den ausgeführten Bewehrungsarbeiten gegenübergestellt.

Bei der Analyse der erhobenen Daten konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Projekteigenschaften und den tatsächlich abgerechneten Bewehrungsarbeiten ermittelt werden. Bei Kennwerten wie etwa der Masse des Bewehrungsstahls, den Regiestunden oder auch dem durchschnittlichen Kaliber des Stabstahls konnte bei einem Teil der Projekte ein Zusammenhang bzw. ein Muster festgestellt werden. Der Vergleich der Kaliberverteilung des Stabstahls zeigt deutlich, dass die Zusammensetzung der Bewehrung ohne vorliegende Bewehrungspläne nicht vorhersehbar ist. Obwohl es sich bei allen untersuchten Projekten um Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise handelt, unterscheidet sich die Zusammensetzung der verwendeten Bewehrungsweisen enorm. Selbst ähnliche Bauteile desselben Projekts weisen unterschiedliche Konfigurationen auf. In Anbetracht der Tatsache, dass die Aufwandswerte verschiedener Dimensionen von Stabstahl enorm divergieren, erscheint alleine diese Unvorhersehbarkeit gravierend.

Abstract

A large proportion of buildings in Austria are made of reinforced concrete. The high adaptability and wide range of uses of concrete is only possible through reinforcement with reinforcing steel.

The reinforcement of a structural element consists of different components. Depending on the actions on the respective component, the required reinforcements cross-section is primarily prescribed by national and international standards. The structural engineer who creates the reinforcement plans is largely free to choose how the reinforcement is put together in order to meet the requirements.

The current version of the *Leistungsbeschreibung Hochbau*, which is guiding in Austria and mandatory for public clients, determines the remuneration in weight units for the tender for reinforcement work. In doing so, it differentiates between structural elements. A differentiation between reinforcement components according to dimensions and difficulties does not take place to a large extent. Reinforcement work is a price-inhomogeneous service. Depending on the composition of the reinforcement, the cost of cutting, bending and laying the reinforcement steel varies significantly. For this reason, service contracts with structural steel companies are usually much more detailed. For construction companies, which assign the reinforcement works to a subcontractor, the divergences in the description of the reinforcement work by the client and the one by the structural steel company represent a risk.

The present work therefore analyzes the calculability of reinforcement work. The analysis of the calculability is based on the composition of the reinforcement, the costs, the determinations regarding the reinforcement work in the current version of the *Leistungsbeschreibung Hochbau* and the design of the contracts for work of structural steel companies.

In the empirical part, nine completed residential buildings in solid reinforced concrete construction have been examined. Tender and billing documents were collected from these projects. Characteristic values for project properties, that were known in the course of the offer calculation, were formed from the tender documents. The billing documents made it possible to determine the characteristics of the execution and billing of the reinforcement works. In the course of the evaluation, characteristic values of the project property and characteristic values of the reinforcement work were compared.

During the evaluation, no clear connection could have been determined between the compared project properties and the reinforcement work actually billed. Some projects show a correlation or pattern when comparing the mass of rebar, hours worked or the average caliber of rebar, while other projects deviate from this.

The comparison of the caliber distribution of the bar steel between the projects clearly shows that the composition of the reinforcement cannot be predicted without available reinforcement plans. Although all projects are residential buildings in solid reinforced concrete construction, the proportion of different diameters varies enormously. Even multiple similar buildings within a project have different configurations. In view of the diverging cost values of different dimensions of bar steel, this unpredictability alone appears to be serious.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	14
1.1	Problemstellung	14
1.2	Motivation	16
1.3	Forschungsfragen und Zielsetzung	17
1.4	Methodik	17
1.5	Aufbau der Arbeit	18
2	Grundlagen	19
2.1	Funktion der Bewehrung	19
2.2	Anwendungsarten von Bewehrung	19
2.2.1	Zugbewehrung	19
2.2.2	Druckbewehrung	20
2.2.3	Biegezugbewehrung	20
2.2.4	Biegedruckbewehrung	20
2.2.5	Querkraftbewehrung	20
2.2.6	Torsionsbewehrung	20
2.2.7	Durchstanzbewehrung	21
2.2.8	Konstruktive Bewehrung	21
2.3	Bestandteile der Bewehrung	21
2.3.1	Bewehrungsstahl	21
2.3.2	Abstandhalter	23
2.3.3	Distanzelemente	23
2.3.4	Bindedraht	24
2.3.5	Sonstige Bestandteile	24
2.4	Baubetriebliche Bedeutung	26
2.5	Wirtschaftliche Bedeutung	27
2.5.1	Baubranche in Österreich	27
2.5.2	Stahlbetonarbeiten im Hochbau	27
2.5.3	Bewehrungsarbeiten im Hochbau	27
2.5.4	Aktuelle Entwicklung	28
2.6	Historische Entwicklung	28
2.7	Begriffserklärungen	29
2.7.1	Aufwandswert	29
2.7.2	Bauherr	30
2.7.3	Baumeisterbetrieb	30
2.7.4	Baustahlunternehmen	30
2.7.5	Biegerei	30
2.7.6	Eisenbieger	30
2.7.7	Einheitspreise	31
2.7.8	Leistungswert	31
2.7.9	Regieleistung	31
2.7.10	Subunternehmer	31

2.7.11	Tragwerksplanung	31
2.7.12	Werkvertrag	32
3	Zusammensetzung der Kosten von Bewehrungsarbeiten	33
3.1	Aufwandswerte allgemein	33
3.2	Materialkosten	35
3.2.1	Herstellungskosten Stäbe, Coils, Matten	36
3.2.2	Bearbeitungskosten	36
3.2.3	Aktuelle Entwicklung des Stahlpreises	42
3.3	Verlegekosten	43
3.3.1	Zusammensetzung der Lohnkosten	44
3.3.2	Kollektivvertrag	45
3.3.3	Aufwandswerte für das Verlegen der Bewehrung	45
3.4	Beispiel: Lohnkosten für das Schneiden, Biegen und Verlegen	51
3.4.1	Aufwandswerte Schneiden, Biegen, Verlegen	51
3.4.2	Beispiel: Lohnkosten in Abhängigkeit der Einflussfaktoren	51
4	Bewehrungsarbeiten in der Leistungsbeschreibung Hochbau	55
4.1	Ausschreibungen	55
4.1.1	Funktionale Leistungsbeschreibung	55
4.1.2	Konstruktive Leistungsbeschreibung	56
4.2	Anforderungen an Leistungsbeschreibungen	56
4.3	<i>Leistungsbeschreibung Hochbau</i> Version 022	57
4.3.1	Gliederung	58
4.3.2	Allgemeine Vorbemerkungen	59
4.3.3	Positionen	60
4.4	Entwicklung der <i>Leistungsbeschreibung Hochbau</i>	65
5	Werkverträge von Baustahlunternehmen	71
5.1	Gestaltung des Werkvertrags	71
5.2	<i>Güteschutzverband für Bewehrungsstahl</i>	72
5.3	Vertragsvorlage GSV	72
5.3.1	Basispreise	72
5.3.2	Materialaufpreise	73
5.3.3	Bearbeitungsaufpreise	74
5.3.4	Transportpreise	76
5.3.5	Verlegeaufpreise	76
5.3.6	Überstundenzuschläge	77
5.3.7	Regiearbeiten	77
5.3.8	Verlegetermine	78
5.3.9	Sonstige Festlegungen	78
6	Datenerhebung und -verarbeitung	80
6.1	Datenerhebung	80
6.1.1	Projektfindung	80
6.1.2	Sample	81
6.1.3	Erhobene Daten	82
6.2	Aufbereitung und Prüfung der Daten	87
6.2.1	Rechnungen	87

6.2.2	Mengenvergleich	87
6.2.3	Verbuchte Zahlungen	87
6.3	Kennwerte	88
6.3.1	Kennwerte der Angebotskalkulation	89
6.3.2	Kennwerte der Ausführung und Abrechnung	90
6.4	Auflistung der Projektdaten und -kennwerte	96
7	Datenauswertung	99
7.1	Vergleich: Masse Bewehrungsstahl	100
7.2	Vergleich: Masse Bewehrungsstahl - Regiestunden	101
7.3	Vergleich: Masse Bewehrungsstahl - Regiestunden pro Tonne	102
7.4	Vergleich: Verlegemenge pro Arbeitstag - Regiestunden pro Tonne	103
7.5	Vergleich: Bewehrungsgrad - Durchschnittlicher Durchmesser	105
7.6	Vergleich: Bewehrungsgrad - Aufwandswert Regieleistung	106
7.7	Vergleich: Arbeitstage Stahlbetonarbeiten	107
7.8	Vergleich: Durchschnittliche Verlegeleistung	108
7.9	Vergleich: Durchschnittliche Verlegeleistung - Regiestunden pro Tonne	110
7.10	Vergleich: Kaliberverteilung	112
7.11	Vergleich: Kaliberverteilung Gebäude Projekt II	114
7.12	Vergleich: Zeitaufwand	115
8	Ergebnisse	117
8.1	Zusammenfassung	117
8.2	Ausblick	121

Kapitel 1

Einleitung

Bevor die Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten analysiert wird, soll zunächst die Problemstellung erläutert werden. Die Motivation, das bestehende Problem zu lösen, führt zu den Forschungsfragen. Zudem wird die Herangehensweise und der Aufbau der Arbeit beschrieben.

1.1 Problemstellung

Die *Leistungsbeschreibung Hochbau* sieht in der aktuell gültigen Version 022 für die Ausschreibung von Bewehrungsarbeiten eine Vergütung nach Gewichtseinheiten vor. Die dafür vorgesehenen Positionen unterscheiden zwischen Stabstahl- und Mattenbewehrung sowie zwischen verschiedenen Bauteilen (Wände, Decken, Fundamente, usw.) eine Differenzierung nach Durchmessern, Biegeformen, Bauteilgrößen etc. findet nur in geringem Maße statt.¹

Die Bewehrung eines Bauteils setzt sich aus verschiedenen Bestandteilen zusammen. Der erforderliche Bewehrungsquerschnitt wird in erster Linie durch nationale und internationale Normen vorgeschrieben. Er ist von Einflüssen auf das jeweilige Bauteil abhängig. Wie die Bewehrung zusammengesetzt wird, um die Anforderungen zu erfüllen, steht der Tragwerksplanung, die für die Erstellung der Bewehrungspläne verantwortlich ist, weitgehend frei. Der Auftragnehmer steht daher vor der Herausforderung eine inhomogene Leistung, deren Aufwandswerte von vielen Parametern abhängen, in einem Preis pro Kilogramm abzubilden. Damit dies gelingt, müssten aus den Ausschreibungsunterlagen sämtliche Projekteigenschaften hervorgehen, die die Kosten von Bewehrungsarbeiten beeinflussen. Andernfalls ist die Kalkulation ohne Übernahme nicht kalkulierbarer Risiken nicht möglich.

Erfahrungsgemäß werden bei der Kalkulation der Bewehrungsarbeiten, beispielsweise von einem Baumeisterbetrieb, eine oder einige wenige Positionen berechnet. Der Einheitspreis dieser Positionen wird auf Grundlage von Erfahrungswerten ähnlicher Bauvorhaben, dem aktuellen Preis für Baustahl und Auskünften von Baustahlunternehmen geschätzt. Um den Positionspreis zu erhalten, wird der geschätzte Einheitspreis mit der berechneten Baustahlmenge multipliziert. Die Ermittlung der Baustahlmenge erfolgt durch die Multiplikation des Betonvolumens mit dem Bewehrungsgrad. Der Bewehrungsgrad einer Bauteilgruppe ist in der Regel Bestandteil der Vorstatik. Das Betonvolumen wird direkt der Ausschreibung entnommen oder durch Massenermittlung aus den zur Verfügung stehenden Plänen ermittelt.

Bei der Vergabe der Bewehrungsarbeiten an einen Subunternehmer steht dieser einzelnen Position im Budget des Baumeisterbetriebs ein detaillierter Vertrag mit einem Baustahlunternehmen gegenüber.² Die Anzahl und der Preis der vereinbarten Aufzahlungen für Erschwernisse, wie z.B. für Bewehrungsstäbe mit besonders kleinem Durchmesser, Überlänge oder komplizierter

¹Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 2 ff.

²Vgl. *GSV*; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 1 ff.

Biegung, hängen stark von der Marktlage ab. Bei schwacher Konjunktur in der Baubranche ist der Wettbewerb zwischen den Baustahlunternehmen deutlich stärker, sodass diese eher bereit sind, Aufzählungspositionen aus der Vertragsvorlage zu streichen. In Phasen, in denen die Baustahlunternehmen weitgehend ausgelastet sind oder es wie im Jahr 2021 zu temporären Materialengpässen kommt, ist das Gegenteil der Fall. Werkverträge, welche in diesen Phasen abgeschlossen werden, enthalten genaue Definitionen für Erschwernisse beim Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung. Dementsprechend viele Positionen werden zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen vertraglich vereinbart und abgerechnet. Die gegenwärtige Marktmacht der Bewehrungsunternehmen zeigt sich auch durch folgenden Umstand. Bei den meisten Gewerken erstellt der Baumeisterbetrieb ein Leistungsverzeichnis, auf dessen Grundlage die potentiellen Subunternehmer ein Angebot legen. Erfahrungsgemäß bieten Baustahlunternehmen, trotz ausgeschriebenem Leistungsverzeichnis des Baumeisterbetriebs, nur mit deren eigener Vertragsvorlage an. Ausgeschriebene Leistungsverzeichnisse werden in der Regel nicht berücksichtigt. Die Positionen werden also grundsätzlich vom Baustahlunternehmen vorgegeben.

Die Analyse der Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten ist besonders aus der Sicht eines Baumeisterbetriebs interessant. Dieser sitzt immer wieder, bildlich gesprochen, zwischen den Stühlen. Auf der einen Seite steht die *Leistungsbeschreibung Hochbau*, auf der anderen der Werkvertrag mit dem Baustahlunternehmer. Aufgrund meiner beruflichen Tätigkeit als Bautechniker auf Generalunternehmerbaustellen beschäftige ich mich während des Rohbaus beinahe täglich mit der Vergütung von Bewehrungsarbeiten. Für die Bauleitung des Baumeisterbetriebs ist das Ziel, das zur Verfügung stehende Budget nicht zu überschreiten. Um die Bewehrungskosten im Blick zu haben und bei unerwünschten Entwicklungen eventuell gegensteuern zu können, ist ein laufendes Bewehrungscontrolling erforderlich. Für dieses Controlling muss zunächst das kalkulierte Budget im Zuge der Arbeitskalkulation auf die Positionen im vertraglich vereinbarten Leistungsverzeichnis mit dem Subunternehmer aufgeteilt werden. Die Zusammensetzung der Bewehrung, die Anzahl der Regiestunden und die Mengen der Aufzählungspositionen werden anhand ähnlicher, bereits abgerechneter Projekte geschätzt. Zum Zeitpunkt der Arbeitskalkulation gibt es häufig noch keine oder nur wenige Bewehrungspläne. Dadurch ist ein hohes Maß an Erfahrung notwendig, um abschätzen zu können, welche Positionen in welchem Ausmaß anfallen werden. Diesem Leistungsverzeichnis der Arbeitskalkulation werden beim Bewehrungscontrolling der aktuelle Abrechnungsstand und die Gesamtprognose auf Basis des aktuellen Wissensstands gegenübergestellt.

Im Zuge der Abrechnung mit dem Baustahlunternehmen bzw. während des laufenden Controllings wird immer wieder deutlich, wie sehr die Annahmen der Angebots- bzw. Arbeitskalkulation von den ausgeführten Bewehrungsarbeiten abweichen. Sobald eklatante Divergenzen auftreten, stellt sich zwingend die Frage nach der Ursache. Oft ist die Ursache auf einen zu geringen Wissensstand in der Angebotsphase zurückzuführen.

Zusammenfassend ergibt sich die Problemstellung aus der Kombination zweier Umstände. Zum Einen durch die Differenzen der Vertragsgestaltung zwischen Bauherr und Baumeisterbetrieb und jener zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmer. Zum Anderen durch den geringen Wissensstand über die zu leistenden Bewehrungsarbeiten während der Angebotsphase des Baumeisterbetriebs.

1.2 Motivation

Um das oben angeführte Problem zu lösen, müsste mindestens eines der drei folgenden Szenarien vorliegen:

1. Dem Baumeisterbetrieb stehen in der Angebotsphase vollständige und endgültige Bewehrungspläne zur Verfügung.
2. Der Bauherr vergütet dem Baumeisterbetrieb alle Positionen, welche im Vertrag zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen vereinbart worden sind. Dies würde bei Projekten mit öffentlichen Auftraggebern eine entsprechende Anpassung der LB-HB erforderlich machen.
3. Die Verträge zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen enthalten lediglich Positionen, deren Menge bei Vertragsabschluss feststeht oder sehr gut abgeschätzt werden kann, beispielsweise nur einen Preis pro Kilogramm.

Das erste Szenario erscheint unwahrscheinlich. Zwar sollten alle für die Kalkulation relevanten Angaben in den Ausführungsunterlagen enthalten sein³, in der Praxis ist das bei Bewehrungsplänen meiner Erfahrung nach jedoch nicht der Fall. Wenn überhaupt werden Planvorlaufzeiten im Werkvertrag zwischen Bauherr und Bauunternehmen festgelegt. Wenn das nicht der Fall ist, dann gilt für Bewehrungspläne ein Vorlauf von mindestens zwei bis vier Wochen vor dem geplanten Ausführungstermin.⁴ Persönlich habe ich die Erfahrung gemacht, dass es in der Praxis immer wieder vorkommt, dass Bewehrungspläne erst wenige Wochen vor dem Verlegen der Bewehrung, auf Urgenz des Bauunternehmens, übermittelt werden.

Das zweite Szenario würde mit einer Risikoübernahme durch den Bauherrn einhergehen. In Kapitel 4 wird analysiert, wie sich die Positionen der Bewehrungsarbeiten in der *Leistungsbeschreibung Hochbau* in den letzten Jahrzehnten verändert haben. Dabei wird deutlich, dass die Definition der Standardbewehrung mehrmals erweitert wurde. Immer mehr Erschwernisse sind in die Positionen der LB-HB einzukalkulieren. Das führt zu einer größer werdenden Divergenz zwischen der LB-HB und den Werkverträgen zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen. In Kapitel 5 wird der typische Aufbau eines Werkvertrags eines Baustahlunternehmens anhand eines Mustervertrags analysiert.

Beim dritten Szenario ist zu beachten, dass die Anzahl der Aufzahlungspositionen im Vertrag mit dem Baustahlunternehmen stark konjunkturabhängig ist. Bei guter Auftragslage werden sich die Baustahlunternehmen auch weiterhin Erschwernisse in Form von Aufzahlungspositionen oder Regiestunden vergüten lassen. Wenn Erschwernisse bereits in den Einheitspreis pro Kilogramm Bewehrung eingerechnet würden, käme dies einer Risikoübernahme durch den Baustahlunternehmer gleich.

Sollte keines der drei genannten Szenarien eintreten, kann der Baumeisterbetrieb sein Risiko nur reduzieren, indem er die Kalkulation der Bewehrungsarbeiten verbessert. Wenn es gelingt, aus bereits abgeschlossenen Projekten Kalkulationsansätze zu ermitteln, könnten Kaliberverteilung, Anzahl der Regiestunden und diverse Aufzahlungspositionen besser vorhergesagt werden. Sowohl die Angebots- als auch die Arbeitskalkulation würden präziser werden. Die im Zuge des Controllings aufscheinenden Abweichungen würden dadurch geringer werden.

³Vgl. *Kropik*; (Keine) Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag: S. 519.

⁴Vgl. *Kropik*; (Keine) Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag: S. 520.

1.3 Forschungsfragen und Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nachgegangen, inwieweit es einem Baumeisterbetrieb in der Angebotsphase möglich ist, die anfallenden Kosten für Bewehrungsarbeiten auf Basis der Ausschreibungsunterlagen der Bauherren zu kalkulieren. Insbesondere werden dabei die Ausschreibungsart der *Leistungsbeschreibung Hochbau* sowie die typischen Vertragsmodalitäten zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmer berücksichtigt.

Konkret lauten die Forschungsfragen wie folgt:

- **Welche Kausalitäten bestehen zwischen den in der Angebotsphase bekannten Projekteigenschaften und den Kosten von Bewehrungsarbeiten?**
- **Was bedeuten vorhandene und fehlende Kausalitäten für die Angebotskalkulation aus Sicht des Baumeisterbetriebs?**
- **Was bedeuten vorhandene und fehlende Kausalitäten für die Weitergabe von Bewehrungsarbeiten aus Sicht des Baumeisterbetriebs?**

1.4 Methodik

Die Fragestellung soll durch die Analyse abgeschlossener Bauvorhaben untersucht werden. Um die Vergleichbarkeit sicherzustellen und eine aussagekräftige Antwort zu erhalten, wird der Untersuchungsgegenstand auf Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise eingeschränkt. Eine weitere Eingrenzung des Untersuchungsgegenstands besteht darin, dass nur schlaife Bewehrung untersucht wird. Der Einsatz von Spannstahl stellt im Wohnbau eine Ausnahme dar und wird daher nicht behandelt.

In einem ersten Schritt werden Daten einer repräsentativen Anzahl abgeschlossener Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise gesammelt. Dabei wird darauf geachtet, dass die ausgewählten Projekte innerhalb der definierten Grenzen möglichst inhomogen sind. Beispielsweise soll die Stichprobe sowohl Projekte mit einigen wenigen Wohneinheiten, als auch Bauvorhaben mit mehreren hundert Wohneinheiten beinhalten.

Die Projektdaten bestehen aus zwei wesentlichen Paketen. Das eine Paket sind die Ausschreibungsunterlagen, welche als Grundlage für die Kalkulation der Bewehrungsarbeiten gedient haben. Diese sind bei jedem Projekt unterschiedlich zusammengesetzt und beinhalten unter anderem Pläne, Leistungsbeschreibungen, Vorstatiken, Terminpläne und Bodengutachten. Das andere Paket sind die Daten zur Abrechnung der Bewehrungsarbeiten. Die Abrechnungsunterlagen beinhalten den Werkvertrag zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen, Rechnungen der Baustahlunternehmen und Controllinglisten.

Nachdem alle relevanten Daten zusammengetragen wurden, sollen mit Hilfe der Ausschreibungsunterlagen wesentliche Projekteigenschaften, die Einfluss auf die Bewehrungsarbeiten haben könnten, herausgefiltert werden. Beispiele hierfür sind etwa die Projektgröße, das Stahlbetonvolumen, der Bewehrungsgrad, die in der Regel aus Stahlbetonvolumen und Bewehrungsgrad ermittelte Menge an Bewehrungsstahl, oder auch die Bauzeit des Rohbaus.

Den nächsten Schritt bildet die Nachkalkulation der Bewehrungsarbeiten. Mithilfe der Rechnungen werden Controllinglisten erstellt bzw. bereits vorhandenes Controlling komplettiert,

kontrolliert und in der Form weitgehend vereinheitlicht. Das Ergebnis dieses Schrittes bildet die Auflistung aller abgerechneten Positionen zwischen Baumeisterbetrieb und Bewehrungsstahlunternehmen und den dazugehörigen Mengen.

Das Zusammenführen der Projektdaten der Ausschreibungsunterlagen mit den Abrechnungsdaten der Bewehrungsarbeiten bildet den letzten Schritt dieser Forschungsarbeit. Durch die Gegenüberstellung der ermittelten Kennzahlen und deren grafischer Abbildung sollen mögliche Kausalitäten sichtbar werden.

1.5 Aufbau der Arbeit

In den ersten Kapiteln dieser Arbeit werden mit Hilfe einschlägiger Fachliteratur zum Thema Bewehrung die Grundlagen für die Betrachtung der Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten beschrieben. Dabei werden in Kapitel 2 insbesondere die Funktion, die Anwendungsarten, sowie die Bestandteile der Bewehrung betrachtet. Anschließend wird in Kapitel 3 die Zusammensetzung der Kosten von Bewehrungsarbeiten aufgegliedert. Detailliert wird dabei auf die Thematik der Aufwandswerte eingegangen. Kapitel 4 zeigt wie die Bewehrungsarbeiten in der *Leistungsbeschreibung Hochbau* berücksichtigt werden und wie sich die dafür vorgesehenen Positionen im Laufe der letzten Jahre verändert haben. Anhand einer Vertragsvorlage des *Güteschutzverbandes für Bewehrungsstahl* wird in Kapitel 5 erläutert, wie Werkverträge von Baustahlunternehmen häufig gegliedert sind.

In Kapitel 6 wird die Datenerhebung und die Verarbeitung der gewonnenen Daten beschrieben. Im Zuge dessen werden auch die Quellen und die Herleitung der Kennwerte der untersuchten Projekte dargelegt. Die anhand des Untersuchungsgegenstands ermittelten Kennwerte werden in Kapitel 7 gegenübergestellt. Für alle Projekte werden sowohl erkennbare Zusammenhänge als auch nicht feststellbare Kausalitäten ausgewertet.

Die Beantwortung der Forschungsfragen und der Ausblick in Kapitel 8 bilden den Abschluss dieser Arbeit.

Kapitel 2

Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen der Bewehrung von Stahlbetonbauteilen erklärt. Für die Untersuchung von Bewehrungsarbeiten ist das Verständnis der Funktion, der Anwendungsarten und der Bestandteile von Bewehrung essenziell. So liegt etwa der Einfluss von Projekteigenschaften auf die Kosten von Bewehrungsarbeiten unter anderem daran, dass die Zusammensetzung der Bewehrung variieren kann.

2.1 Funktion der Bewehrung

Die Funktion der Bewehrung im Stahlbeton ist es Kräfte abzuleiten, für die die Festigkeit des Betons nicht ausreicht, um die Anforderungen an ein Bauteil zu erfüllen.¹ Bei Betrachtung der Festigkeitswerte von Beton zeigt sich, dass die Druckfestigkeit, je nach Betongüte, in etwa um den Faktor zehn größer ist als die Zugfestigkeit. Der Beton der Festigkeitsklasse C 25/30 hat beispielsweise eine charakteristische Zylinderdruckfestigkeit von 25 N/mm² und einen Mittelwert der zentrischen Zugfestigkeit von 2,6 N/mm².² Zum Vergleich liegt die charakteristische Streckgrenze von Bewehrungsstahl der Sorte B 550 bei 550 N/mm².³ Obwohl die Streckgrenze mittels Zugfestigkeitsprüfungen nachgewiesen wird⁴, ist dieser Festigkeitswert, aufgrund der isotropen Eigenschaften von Stahl, auch bei durch Druck belasteter Bewehrung anzusetzen.

2.2 Anwendungsarten von Bewehrung

Die geringe Zugfestigkeit des Betons macht den Einsatz von Bewehrung vor allem in Querschnittsbereichen mit Zugbelastung notwendig. Daher kommt Bewehrungsstahl am häufigsten als Zug- oder Biegezugbewehrung zum Einsatz. Die hohen Festigkeitswerte des Stahls ermöglichen aber auch etliche andere Einsatzmöglichkeiten in Stahlbetonbauteilen. In diesem Kapitel werden die Anwendungsarten bzw. die Tragfunktionen der Bewehrung überblicksartig angeführt. Die entsprechenden Bemessungsregeln sind vor allem in der ÖNORM EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau zu finden.

2.2.1 Zugbewehrung

Ein Beispiel für eine reine Zugbewehrung sind Hängesäulen, bei denen die Einwirkungen auf ein horizontales Bauteil nach oben abgetragen werden.⁵ Überschreitet die Zugkraft die Zugfestigkeit

¹Vgl. *Kollegger*; Stahlbeton und Spannbeton; in Zement und Beton, Fachtextbuch: S. 22 ff.

²Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 29.

³Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM B 1992-1-1: 01.01.2018, S. 53.

⁴Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 125.

⁵Vgl. *Hofstadler/Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 30.

des Betons, so reißt dieser. Die Zugbewehrung trägt dann die gesamte Zugkraft. Im gerissenen Zustand darf die Zugfestigkeit des Betons bei Berechnungen nicht berücksichtigt werden.⁶

2.2.2 Druckbewehrung

Druckbewehrung wird dann erforderlich, wenn die Druckspannung in einem Bauteil die Druckfestigkeit des Betons übersteigt. Der Widerstand des Betons und der des Bewehrungsstahls tragen dabei gemeinsam die einwirkende Normalkraft ab. Ein typischer Anwendungsfall von Druckbewehrung sind Stützen. Aufgrund von Imperfektionen bei der Belastung und der Geometrie von Stützen ist es ohnehin erforderlich, Stahlbetonstützen zu bewehren. Durch die Dimensionierung dieser Längsbewehrung als Druckbewehrung, kann der Stützenquerschnitt reduziert werden.⁷

2.2.3 Biegezugbewehrung

Bei der Biegung tendiert das Bauteil dazu, auf einer Seite des Querschnitts länger zu werden. Auf dieser Seite tritt Zugspannung auf. Da Beton nur eine geringe Zugfestigkeit aufweist und bei Überschreitung dieser reißt, muss im Zugbereich eine Biegezugbewehrung angeordnet werden. Die Zugbewehrung trägt bei gerissenem Beton die gesamte Zugkraft. Die Zugfestigkeit des Betons darf in Berechnungen nicht berücksichtigt werden.⁸

2.2.4 Biegedruckbewehrung

Auf der Seite des Querschnitts, die bei der Biegung dazu tendiert kürzer zu werden, tritt eine Druckspannung auf. Ist die Festigkeit des Betons in der Druckzone zu gering um die Druckkräfte aufzunehmen, muss in diesem Bereich eine Biegedruckbewehrung eingesetzt werden.⁹ In diesem Fall wirken der Widerstand des Betons und der des Bewehrungsstahls zusammen, um die Kräfte abzuleiten. Aufgrund des geringen Betonquerschnitts im Vergleich zu den auftretenden Biegespannungen ist eine Biegedruckbewehrung bei Balken häufig notwendig.

2.2.5 Querkraftbewehrung

Querkraftbewehrung, auch Schubbewehrung genannt, wird erforderlich, wenn der Querkraftwiderstand des Betons geringer ist als die auf den Querschnitt einwirkende Querkraft. Diese normal zur Längsachse des Bauteils wirkende Kraft kann durch Bewehrung in Form von Bügeln aufgenommen werden. Querkraftbewehrung kommt häufig bei Balken zum Einsatz.¹⁰

2.2.6 Torsionsbewehrung

Torsionsbewehrung kann notwendig werden, wenn ein Stab normal zu seiner Längsachse exzentrisch belastet wird und eine Verdrehung entsteht. Dabei werden vor allem die äußeren Teile der Querschnittsfläche, welche von der Längsachse am weitesten entfernt sind, belastet. Beim Nachweis gemäß *Eurocode 2* sind die Spannungen, welche aus der Torsion resultieren, gemeinsam mit jenen, welche aus der Querkraft resultieren, zu betrachten.¹¹ Als Torsionsbewehrung werden geschlossene Bügel angeordnet.¹²

⁶Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 90.

⁷Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 125 und *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 58.

⁸Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 90.

⁹Vgl. *Hofstadler/Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 30.

¹⁰Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 91 ff.

¹¹Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 102 ff.

¹²Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 171 f.

2.2.7 Durchstanzbewehrung

Wenn hohe Auflagerlasten auf kleine Auflagerflächen übertragen werden, kann der Einsatz von Durchstanzbewehrung notwendig werden. Beispiele hierfür sind Stützen unter Flachdecken oder auf Fundamenten. Ist der Bereich rund um die Lasteinleitungsfläche nicht in der Lage, die einwirkende Querkraft aufzunehmen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, diesen mittels Bewehrungsstäben oder Einbauteilen zu verstärken.¹³

2.2.8 Konstruktive Bewehrung

Neben den bereits genannten Einwirkungen auf Stahlbetonbauteile gibt es auch zeitabhängige Einflüsse wie Temperaturveränderungen, Kriechen und Schwinden. Diesen Einflüssen wird mit grundsätzlichen Konstruktionsregeln begegnet, wie einem Mindestmaß an Bewehrung¹⁴ oder der Einfassung von freien Plattenrändern¹⁵. Ein Mindestmaß an Bewehrung ist zudem vorzusehen, um die Stabilität und Lagesicherheit des Bewehrungskorbs gegenüber den Beanspruchungen beim Betonieren, beim Betreten der Bewehrung, bei der dynamischen Belastung durch den Frischbeton und beim Rütteln zu gewährleisten.¹⁶

2.3 Bestandteile der Bewehrung

Die Bewehrung in Stahlbetonbauteilen ist ein Geflecht, das sich aus verschiedenen Bestandteilen zusammensetzt. Es gibt die Bewehrung im eigentlichen Sinn, die zusammen mit dem Beton die einwirkenden Kräfte auf ein Bauteil abträgt. Damit sie diese Aufgabe langfristig erfüllen kann, muss mit einer Reihe anderer Bestandteile die richtige Lage im Bauteil dauerhaft gewährleistet werden. Je nach Bauteil variieren die Bestandteile der Bewehrung im Stahlbeton. Die Zusammensetzung hat starken Einfluss auf den Aufwandswert und damit auf die Kosten der Bewehrungsarbeiten. Auf den folgenden Seiten wird ein Überblick über die möglichen Bestandteile eines Bewehrungsgeflechts gegeben.

2.3.1 Bewehrungsstahl

In Österreich kommt in der Regel Bewehrungsstahl der Sorten B 550A und B 550B zum Einsatz. Beide Sorten haben eine charakteristische Streckgrenze von 550 N/mm². Sie unterscheiden sich durch ihre Duktilität. Dabei steht A für normal duktilen, und B für hoch duktilen Materialverhalten.

Bewehrungsstahl der Güte B 550 kann mittels unterschiedlicher Verfahren produziert werden. Häufig trifft man auf die Bezeichnungen *Tempcore* bzw. die Abkürzung *TCA 55*. Beim *Tempcore*-Verfahren wird der warmgewalzte Stahl mit Wasser abgeschreckt. Dadurch kühlt der Kern des Querschnitts langsam ab, die abgeschreckte Oberfläche wird durch die Wärme des Kerns erneut erwärmt. Das erneute Erwärmen verbessert die Festigkeitseigenschaften und wird Anlassen genannt.¹⁷ Im Gegensatz dazu gibt es auch kaltverformten Rippenstahl, zum Beispiel mit der Produktbezeichnung *AVI-RIP 55*.¹⁸

¹³Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 105 ff.

¹⁴Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 131 ff.

¹⁵Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 118.

¹⁶Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM B 4704: 15.12.2015, S. 14.

¹⁷Vgl. *AVI*; Technische Produktinformation: S. 7 ff.

¹⁸Vgl. *AVI*; Technische Produktinformation: S. 11 ff.

Bei Baustahlgittermatten ist auch die Bezeichnung M 550 geläufig. Die Streckgrenze von mindestens 550 N/mm^2 wird auch bei Bewehrungsmatten am häufigsten eingesetzt.¹⁹ Die Bezeichnungen M 500 bzw. M 550 waren in der ÖNORM B 4200-7: Massivbau; Stahleinlagen angeführt.²⁰ Obwohl diese Norm im Jahr 2010 zurückgezogen wurde und das Nachfolgedokument auch für Bewehrungsmatten die Bezeichnung B 550 vorsieht²¹, ist die Bezeichnung M 550 im Handel weiterhin geläufig.²²

2.3.1.1 Stabstahl

Stabstahl wird standardmäßig mit Durchmessern von 8 mm bis 36 mm und mit bis zu 18 m Länge hergestellt. Die Durchmesser 40 mm und 50 mm sind Sonderanfertigungen. Bewehrungsstäbe mit Längen über 18 m können auf Anfrage produziert werden.²³ Bei der Länge der Bewehrungsstäbe sollte im Sinne einer wirtschaftlichen Bewehrung auch berücksichtigt werden, dass gemäß § 4 Abs. 7 lit. a Bundesgesetz vom 23. Juni 1967 über das Kraftfahrwesen (Kraftfahrgesetz 1967 – KFG. 1967), bei Transporten ab einer Fahrzeuglänge von 16,50 m bei Sattelkraftfahrzeugen bzw. 18,75 m bei Kraftwagen mit Anhängern eine Ausnahmegewilligung einzuholen ist.

Neben dem Durchmesser und der Länge des Stabstahls hat die Art der Biegung Einfluss auf den Aufwandswert der Bewehrungsarbeiten. Stabstahl kann in gerade, einfach gebogene und kompliziert gebogene Stäbe unterteilt werden. Eine genauere Betrachtung der Biegearten und damit verbundenen Kosten erfolgt in Kapitel 3.²⁴

2.3.1.2 Bewehrungsmatten

Bei der Herstellung von Bewehrungsmatten wird Stabstahl im Werk mittels Maschinen im rechten Winkel zueinander verschweißt. Stabstahl als Bestandteil von Bewehrungsmatten wird häufig auch als Draht bezeichnet. Standardmäßig kommt Stabstahl mit Durchmessern von 5 mm bis 10 mm zum Einsatz, wobei der Durchmesser in Längs- und Querrichtung variieren kann. Bewehrungsmatten werden mit einer Länge von 5,10 m bis 8,10 m und mit einer Breite von 2,40 m gefertigt. Die gängigste Länge beträgt 6,00 m.²⁵

In Österreich kommen vor allem A/AQ-Matten sowie ÖMAT-Schlaufenmatten zum Einsatz. Bewehrungsmatten können nach dem Längs- und Querabstand des verschweißten Stabstahls, den Durchmessern des verschweißten Stabstahls, sowie der Ausführung der Stabenden unterschieden werden.

Die Bezeichnung von Bewehrungsmatten beinhaltet ein Kurzzeichen und eine Zahl, z.B. AQ 70. Das Kurzzeichen gibt die Mattenart an, die Zahl steht für den Durchmesser des Stabstahls in Längsrichtung in Zehntel Millimeter. Bei Matten, in deren Bezeichnung der Buchstabe Q enthalten ist, sind der Abstand und der Durchmesser des Stabstahls in Längs- und Querrichtung identisch. Bewehrungsmatten mit der Bezeichnung AQ 70 bestehen sowohl in Längs- als auch in Querrichtung aus Stäben mit 7 mm Durchmesser. Schlaufenmatten mit den Kurzzeichen CS, CQS sowie AS und AQS haben um 180° gebogene Enden der Querstäbe. Diese Schlaufen verbessern die Kraftübertragung im Stahlbeton von einer Matte auf die nächste und verringern die erforderliche Übergriffslänge auf 20 cm.²⁶

¹⁹Vgl. AVI; Technische Produktinformation: S. 41 ff.

²⁰Vgl. ON Österreichisches Normungsinstitut; ÖNORM B 4200-7: 01.04.1987, S. 1 ff.

²¹Vgl. Austrian Standards Institute; ÖNORM B 4707: 01.06.2017, S. 8.

²²Vgl. AVI; Technische Produktinformation: S. 41 ff.

²³Vgl. Fritsche/Blasy; Bewehrungsatlas: S. 281.

²⁴Vgl. Fritsche/Blasy; Bewehrungsatlas: S. 275 ff.

²⁵Vgl. Fritsche/Blasy; Bewehrungsatlas: S. 22, S. 286 f.

²⁶Vgl. Fritsche/Blasy; Bewehrungsatlas: S. 287.

Der größte Vorteil beim Einsatz von Bewehrungsmatten besteht im geringeren Aufwandswert beim Flechten der Bewehrungskörbe flächiger Bauteile.²⁷ Demgegenüber steht ein höherer Materialpreis, begründet durch die aufwendigere Werksfertigung. Zudem schränken Bewehrungsmatten den gezielten und sparsamen Einsatz der Bewehrung ein. Die geringere Flexibilität kann in einem höheren Bewehrungsgrad resultieren.

2.3.2 Abstandhalter

Um die Dauerhaftigkeit eines Stahlbetonbauteils zu gewährleisten, ist eine Mindestbetondeckung über dem Bewehrungsstahl notwendig. Abhängig von der Expositionsklasse liegt die notwendige Betondeckung zwischen 2,0 cm im Inneren von Gebäuden und bis zu mehreren Zentimetern bei Bauteilen, die beispielsweise Frost-Tausalzangriffen ausgesetzt sind oder in besonders aggressiver Umgebung wie Kläranlagen eingesetzt werden.²⁸ Neben der Eigenschaft den Bewehrungsstahl vor Korrosion zu schützen, müssen Abstandhalter leicht am Bewehrungskorb befestigbar, tragfähig und kippstabil sein.²⁹

Je nach Bauteil variieren die Lasten, die auf die Abstandhalter einwirken. Daher kommen in Abhängigkeit der Bauteilart und der Lage der Bewehrung folgende Arten zum Einsatz:³⁰

- Radform
- Punktförmig - nicht befestigt
- Punktförmig - befestigt
- Linienförmig - nicht befestigt
- Linienförmig - befestigt
- Flächenförmig - nicht befestigt
- Flächenförmig - befestigt

2.3.3 Distanzelemente

Um einen Bewehrungskorb herzustellen, ist es notwendig, den richtigen Abstand zwischen den Bewehrungslagen dauerhaft sicherzustellen. Neben dreidimensional gebogenen Bewehrungsstäben, sogenannten „Fußerl“, kommen häufig Distanzstreifen zum Einsatz. Für die „Fußerl“ wird in der Regel ein Bewehrungsstab zu einem Rechteck gebogen, an dessen Unterseite zwei, in entgegengesetzte Richtung und aus der Ebene stehende Schenkel die Aufstandsfläche bilden. Distanzstreifen (DS) bestehen aus zwei schlangenförmig gebogenen Bewehrungsstäben, welche durch ein Fachwerk auf Distanz gehalten werden. Sie kommen vor allem bei flächigen Bewehrungskörben, z.B. bei Decken zum Einsatz. Die Anzahl der zu verwendenden DS wird von der Tragwerksplanung vorgegeben. Eine typische Dichte für Decken wäre z.B. 1 DS pro Quadratmeter. DS werden in Höhen von 30 mm bis 500 mm und 2 m Länge produziert.³¹

²⁷Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 286.

²⁸Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 52 ff.

²⁹Vgl. *Hofstadler/Franz*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 30.

³⁰Vgl. *Fingerloos*; Abstandhalter nach DIN 1045 und DBV-Merkblatt: S. 8.

³¹Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 288.

2.3.4 Bindedraht

Nahezu alle Bestandteile der Bewehrung werden mittels Maschen aus Bindedraht in ihrer Lage im Bewehrungskorb fixiert. Am besten lässt sich der Bindevorgang anhand einer einfachen Masche beschreiben. Dabei fährt der Eisenbieger mit dem Draht von einer Seite unter den Kreuzungspunkt zweier Bewehrungsstäbe und holt ihn an der anderen Seite wieder zu sich. Danach spannt er die beiden Drahtseiten in eine Zange ein und dreht diese. Um die Masche festzuziehen, bringt er mittels Kippbewegung Zug auf den Draht. Der überschüssige Bindedraht wird abgezwickt. Neben der einfachen Masche gibt es auch andere Maschenarten, welche beispielsweise bei Eckpunkten zum Einsatz kommen.³² Der Bindedraht kann auch mit eigens entwickelten Drahtbindegeräten gebunden werden. Im Vergleich zu einer einfachen Zange weisen Drahtbindegeräte hohe Anschaffungskosten auf. Die Literatur, die als Grundlage für dieses Kapitel dient, enthielt keine Informationen darüber, wie häufig Drahtbindegeräte in der Praxis zum Einsatz kommen. Bei den untersuchten Projekten wurde der Einsatz nicht dokumentiert.

2.3.5 Sonstige Bestandteile

Die bisher beschriebenen Bestandteile der Bewehrung von Stahlbetonbauteilen kommen bei jedem Stahlbetonbauwerk zum Einsatz. Es gibt lediglich Wahlmöglichkeiten, wie zwischen Bewehrungsmatten und Stabstahl oder zwischen Distanzstreifen und dreidimensional gebogenen Abstandhaltern. Ergänzend dazu werden auf den folgenden Seiten einige speziellere Bestandteile der Bewehrung erläutert.

2.3.5.1 Spannstahl

Bei Bauteilen mit besonders hohen Anforderungen, sei es durch geringe Bauteilstärke, hohe Auflast oder durch große Spannweiten, gibt es die Möglichkeit, Spannstahl einzusetzen. Mithilfe von Spannstahl werden gezielt Druckkräfte in Bauteilzonen, welche überwiegend durch Zugkräfte belastet werden, eingeleitet. Die Kraftübertragung findet dabei entweder über Widerlager an den Enden des Spannstahls (Vorspannung ohne Verbund) oder direkt vom Spannstahl auf den umgebenden Beton (Vorspannung mit Verbund) statt.³³ Der Einsatz von Spannstahl stellt im Wohnbau einen Spezialfall dar und wird in dieser Arbeit daher nicht behandelt. Bei den Tragwerken der untersuchten Projekte kam kein Spannstahl zum Einsatz.

2.3.5.2 Bewehrungsanschlusselemente

Bewehrungsanschlusselemente werden dann notwendig, wenn zwei aneinander angrenzende Betonbauteile nicht im selben Betoniervorgang betoniert werden und ein einfacher Bewehrungsübergang, z.B. aufgrund der Schalung nicht möglich ist. Sie bestehen aus einer oder zwei Reihen Bewehrungsstäbe, welche platzsparend in eine längliche Schachtel gebogen sind. Die Bewehrungsanschlusselemente werden am Bewehrungskorb oder an der Schalung befestigt. Nach dem Ausschalen des betonierten Bauteils wird die Schachtel des Bewehrungsanschlusselements geöffnet und die Bewehrungsstäbe in Richtung des angrenzenden Bauteils ausgeklappt. Aus diesem Grund werden Bewehrungsanschlusselemente auch Klappisen genannt.

2.3.5.3 Verschweißte Bewehrungselemente

Um den Vorfertigungsgrad zu erhöhen und den Aufwand des Flechtens der Bewehrung auf der Baustelle zu verringern, gibt es neben den Bewehrungsmatten auch weitere verschweißte

³²Vgl. *Hofstadler/Franz*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 60 ff.

³³Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 290.

Bewehrungselemente. Beispielsweise können geschweißte Bügelkörbe für die Randbewehrung von Decken, Brüstungen, Bodenplatten, Wänden usw. zur Anwendung kommen.³⁴

Der höchste Vorfertigungsgrad lässt sich durch den Einsatz vorgefertigter Bewehrungskörbe für ganze Bauteile, wie z.B. von Köcherfundamenten erzielen.

2.3.5.4 Stabverbindungen

Bei Bauteilen, die länger als ein Bewehrungsstab sind, ist es notwendig die Kraftübertragung von einem Bewehrungsstab zum nächsten sicherzustellen. Am einfachsten geht das mit Hilfe eines Übergreifungsstoßes. Dabei überlappen sich die Bewehrungsstäbe auf einer Länge, welche die Kraftübertragung zwischen den Stäben möglich macht.³⁵

Vor allem aus verfahrenstechnischen Gründen kann es vorkommen, dass ein Übergreifungsstoß nicht möglich ist. In diesem Fall gibt es die Möglichkeit Bewehrungsstäbe zu schweißen. Die zulässigen Schweißverfahren hängen von der Art des Stoßes ab und können dem *Eurocode 2* entnommen werden.³⁶

Eine weitere Alternative bilden mechanische Verbindungen.³⁷ Sie sind unterteilbar in Schraubverbindungen und Pressmuffen. Bei den Schraubverbindungen gibt es zwei Varianten. Bei der ersten Variante wird ein Gewinde in die zu verbindenden Bewehrungsstäbe geschnitten, um sie mittels Kupplungen zu verbinden. Die zweite Variante ist das Fixieren von Kupplungen auf den Bewehrungsstäben mittels Schraubbolzen ohne diese durch ein Gewinde zu schwächen.³⁸ Pressmuffen werden mithilfe von Pressen auf die unveränderten Bewehrungsstäbe gepresst.³⁹ Durch den hohen Druck wird ein Formschluss erzeugt und die Kraftübertragung sichergestellt.

Werden vor dem Betonieren eines Bauteils keine Vorkehrungen für einen Anschluss der Bewehrung an ein angrenzendes Bauteil geschaffen, z.B. weil sich ein Deckendurchbruch nach dem Betonieren als überflüssig herausstellt, kann der Einsatz von Klebeankern notwendig werden. Dafür werden Löcher in das bestehende Betonbauteil gebohrt, in die Löcher Kleber gespritzt und dann Bewehrungsstäbe oder eigens dafür vorgesehene Anker eingeschlagen.

2.3.5.5 Durchstanzelemente

Findet die Krafteinleitung auf ein Bauteil über eine verhältnismäßig kleine Fläche statt, so muss ein Durchstanznachweis geführt werden. Typisches Beispiel hierfür sind Stützen auf Fundamenten oder Decken.⁴⁰ Zur Erhöhung des Durchstanzwiderstands muss die Umgebung der Krafteinleitungsfläche verstärkt werden. Dies kann über die Vergrößerung des durchstanzgefährdeten Bauteilquerschnitts⁴¹, Durchstanzbewehrung⁴² oder vorgefertigte Durchstanzelemente wie Dübelleisten bewerkstelligt werden.⁴³

³⁴Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 286.

³⁵Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 152 f. und *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 289.

³⁶Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 41, S. 152.

³⁷Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 152.

³⁸Vgl. *Leviat AG*; Ancon-MBT, <https://www.ancon.ch/produkte/betonstahl-kupplungssysteme/ancon-mbt>; letzter Zugriff am: 29.07.2021.

³⁹Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 290.

⁴⁰Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 105 ff.

⁴¹Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 106 ff.

⁴²Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 175 ff.

⁴³Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 289.

2.3.5.6 Schubdorne

Schubdorne bzw. Querkraftdorne sind hochfeste Stahlstäbe mit glatter Oberfläche. Sie dienen der Übertragung von Querkraften in Bauteulfugen, ohne dabei gleichzeitig andere Kräfte in nennenswerter Größenordnung zu übertragen. Aufgrund der fehlenden Betondeckung im Bereich der Bauteulfuge müssen Schubdorne aus korrosionsfreiem Stahl gefertigt werden.⁴⁴

2.3.5.7 Thermokörbe

Thermokörbe, welche in Österreich auch unter dem Markennamen *Isokorb* bekannt sind, übertragen Kräfte zwischen Bewehrungskörben von gedämmten und ungedämmten Bauteilen ohne dabei eine Wärmebrücke zu bilden. Zwischen jenem Teil des Thermokorbs, der im gedämmten Bauteil einbetoniert wird, und dem Teil, der im ungedämmten Bauteil einbetoniert wird, befindet sich korrosionsbeständiger Bewehrungsstahl. Dieser wird von einer Wärmedämmung ummantelt. Das häufigste Einsatzgebiet von Thermokörben sind Balkone.⁴⁵

2.4 Baubetriebliche Bedeutung

Während des Rohbaus eines Stahlbetonbauwerks gibt es drei wesentliche Vorgänge - Schalen, Bewehren und Betonieren. Das Schalen und das Betonieren wird von Arbeitern durchgeführt. Je nach Größe der Baustelle können diese Tätigkeiten unterteilt und spezialisierten Parteien für Wandschalung, Deckenschalung und Betonieren zugewiesen werden. Abhängig von der Unternehmensstruktur des Baumeisterbetriebs werden die Schal- und Betonierarbeiten von eigenen Arbeitern oder von sogenannten Lohnleistern durchgeführt. Lohnleister stellen auf Basis eines Werkvertrags Arbeitskräfte zur Verfügung. Die Abrechnung erfolgt nach Regie oder nach Leistungspositionen. Das Flechten der Bewehrungskörbe ist eine Arbeit, die üblicherweise spezialisierten Parteien, sogenannten Eisenbiegern bzw. Eisenflechtern zugewiesen wird. Um den Baubetrieb in der Phase des Rohbaus möglichst reibungslos zu gestalten, ist es vor allem notwendig die Vorgänge des Schalens, des Flechtens der Bewehrung und des Betonierens aufeinander abzustimmen. Wenn man etwa die Vorgänge zur Herstellung einer Stahlbetonwand im Groben betrachtet, dann wird deutlich, dass diese Tätigkeiten voneinander abhängig sind.

Sobald der Bauteil, auf dem die Wand errichtet wird, tragfähig ist und ein Anleger die Lage der Wände angezeichnet hat, wird die erste Lage der Schalung aufgestellt. Die Wanddurchbrüche werden auf der Schalhaut angezeichnet, die Abschalungen der Laibungen aufgenagelt. Im nächsten Schritt kommt der Eisenbieger zum Einsatz. Dieser stellt einen Bewehrungskorb aus den in Kapitel 2.3 beschriebenen Bestandteilen her. Erst wenn diese Arbeiten abgeschlossen sind, kann der Schaler die Wand mit der zweiten Seite der Schalung schließen. Sobald die richtige Lage und die Stabilität der Schalung durch Anker, Richtstützen usw. sichergestellt ist, kann betoniert werden.

Am Beispiel der Herstellung einer Stahlbetonwand ist ersichtlich, dass es zwischen Eisenbieger und Schaler zwei wesentliche Schnittstellen gibt. Vor dem Herstellen des Bewehrungskorbs und danach. Beim Herstellen einer Decke gibt es ebenso zwei Schnittstellen. In diesem Fall muss die Schalung allerdings nicht geschlossen werden. Nach dem Fertigstellen des Bewehrungskorbs und dessen Abnahme durch die Tragwerksplanung kann betoniert werden.

⁴⁴Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 289.

⁴⁵Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 289.

Ob die Bewehrungsarbeiten oder das Herstellen der Schalung auf dem kritischen Weg des Terminplans liegt, hängt von etlichen Faktoren ab. Eine entscheidende Rolle spielt dabei das Verhältnis der Schalungsfläche zum Betonvolumen bzw. der Bewehrungsmenge.⁴⁶ Diese Kausalität ist am Beispiel einer Decke besonders anschaulich. Bei einer Decke werden die Untersicht, die Deckenränder und die Laibungen geschalt. Die Dicke der Decke beeinflusst die zu schalende Fläche nur unwesentlich, da sich die Untersicht nicht verändert. Mit der Dicke der Decke verändert sich jedoch das Volumen in gleichem Maße. Unter der Annahme eines unveränderten Bewehrungsgrads verändert sich die erforderliche Bewehrungsmenge ebenso. Bei besonders dicken Decken ist der Zusammenhang nicht so trivial, da zusätzliche Deckensteher oder ein anderes Schalsystem notwendig werden können.

In Kapitel 3 wird gezeigt, welche Faktoren die Aufwandswerte und damit die Kosten der Bewehrungsarbeiten beeinflussen.

2.5 Wirtschaftliche Bedeutung

In diesem Kapitel wird die wirtschaftliche Bedeutung der Baubranche in Österreich im Allgemeinen sowie jene der Stahlbetonarbeiten im Hochbau und der Bewehrungsarbeit im Hochbau im Speziellen betrachtet. Anhand statistischer Kennzahlen lässt sich zeigen, welche Relevanz die Kosten von Bewehrungsarbeiten im Hochbau haben.

2.5.1 Baubranche in Österreich

Im Jahr 2018 belief sich der Umsatz des Baugewerbes in Österreich auf 49,84 Milliarden Euro. Davon entfallen 15,67 Milliarden Euro auf den Hochbau, 8,46 Milliarden Euro auf den Tiefbau und 25,71 Milliarden Euro auf sonstige Bautätigkeiten. Die Bruttowertschöpfung der Baubranche betrug im Jahr 2019 24,49 Milliarden Euro und damit 6,9% der gesamten Bruttowertschöpfung in Österreich.⁴⁷

2.5.2 Stahlbetonarbeiten im Hochbau

Laut *Hofstadler* betragen die Kosten der Stahlbetonarbeiten in der Regel mehr als 50% der Rohbaukosten von Stahlbetonbauwerken.⁴⁸ Betrachtet man die Kostenanteile von Mehrfamilienhäusern mit 20 oder mehr Wohneinheiten im *Baukostenindex*, kommt man auf einen Anteil der Stahlbetonarbeiten von 47% an den gesamten Rohbaukosten.⁴⁹ Da sich die Daten des *Baukostenindex* nicht ausdrücklich auf Bauwerke aus Stahlbeton beschränken und in der Auflistung auch Kosten für Mauerarbeiten angeführt sind, erscheint die Annahme von *Hofstadler* als richtig.

Den Anteil der Kostengruppe Rohbau (Kostengruppe 300 nach DIN 276 bzw. Kostengruppe 2 nach ÖNORM B 1801-1) an den Bauwerkskosten, also Rohbau, Technik und Ausbau zusammen, beträgt bei Mehrfamilienhäuser mit 20 oder mehr Wohneinheiten durchschnittlich 46,0%.⁵⁰

2.5.3 Bewehrungsarbeiten im Hochbau

Anhand von Absatzzahlen der Zementindustrie aus dem Jahr 2009 errechnet *Hofstadler*, dass die Kosten für Schalarbeiten 1,4 Milliarden Euro, die der Bewehrungsarbeiten 1,0 Milliarden

⁴⁶Vgl. *Hofstadler/Franz*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 13.

⁴⁷Vgl. *statista*; Statistiken zum Baugewerbe in Österreich, <https://de.statista.com/themen/2424/baugewerbe-in-oesterreich/>; letzter Zugriff am: 19.09.2021.

⁴⁸Vgl. *Hofstadler/Franz*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 17.

⁴⁹Vgl. *Kalusche/Herke*; BKI Baukosten 2019 Neubau Teil 1: S. 570.

⁵⁰Vgl. *Kalusche/Herke*; BKI Baukosten 2019 Neubau Teil 1: S. 570.

Euro, sowie jene für Betonierarbeiten rund 0,9 Milliarden Euro betragen.⁵¹ Welcher Anteil den Hochbauten zuzuordnen ist, geht aus den Berechnungen nicht hervor.

2.5.4 Aktuelle Entwicklung

Die Kosten der Bewehrungsarbeiten und deren Anteil an der Wertschöpfung der Baubranche bzw. des Hochbaus sind wesentlich vom Stahlpreis abhängig. Im Zeitraum des Verfassens dieser Diplomarbeit unterliegt der weltweit gehandelte Stahlpreis erheblichen Schwankungen. Von Oktober 2020 bis August 2021 ist etwa der Preis von stabförmigem Stahl um mehr als 100% gestiegen. Darauf wird in Kapitel 3 noch im Detail eingegangen. Aufgrund dieser Schwankungen kann zum Anteil der Bewehrungsarbeiten an der Wertschöpfung der Baubranche bzw. des Hochbaus nur rückblickend eine valide Aussage getroffen werden.⁵²

2.6 Historische Entwicklung

Opus Caementitium, der römische Beton, ist der Vorgänger des heutigen Betons. Die Römer mischten für dessen Herstellung Bruchstein mit einem Mörtel aus Bindemittel und Wasser. Anschließend wurde die Mischung in eine Schalung aus Holzbrettern oder eine verlorene Schalung aus Mauerwerk gegossen.⁵³ Neben der simpleren Anwendung als Füllbeton in Stadtmauern und dergleichen gab es auch weit fortgeschrittenere Beispiele. Die Bewehrung des Betons in der Antike in Form von Eiseneinlagen bei Heizkanälen, Decken und Thermen, wurde unter anderem in Österreich nachgewiesen.⁵⁴ Das imposanteste Bauwerk, welches mit Opus Caementitium erbaut wurde, ist das Pantheon in Rom, dessen Kuppel einen Durchmesser von rund 43 m aufweist. Die Raffinesse der römischen Baukunst zeigt sich im Einsatz von verschiedenen Betonzuschlägen. Bei den massiven Mauern wurden Zuschläge mit hoher Dichte eingesetzt, während bei der Kuppel mit zunehmender Höhe Zuschläge mit geringerer Dichte zum Einsatz kamen.⁵⁵

Die Fortschritte der Betontechnologie in der Römerzeit sind in den darauffolgenden Jahrhunderten in Vergessenheit geraten. Im 19. Jahrhundert wurde erneut erkannt, dass die geringe Zugfestigkeit des Betons den Einsatz von Bewehrung in durch Zug belasteten Bereichen von Bauteilen notwendig macht. Ohne Bewehrungseinlagen ist die Nutzung der hohen Druckfestigkeit des Betons stark eingeschränkt.⁵⁶

Seit dem Jahr 1835 ist das Prinzip der Stahleinlage in einem Betonkörper, früher Eisenbeton genannt, bekannt. Der französische Gärtner Joseph Monier erkannte, dass seine Pflanzentöpfe aus Beton durch die Einlage von Drähten deutlich belastbarer und dauerhafter wurden. Diese Innovation meldete er 1867 zum Patent an. Im Gegensatz zur heute verwendeten gerippten Oberfläche kamen lange Zeit Einlagen mit glatter Oberfläche als Bewehrung zum Einsatz. Der Verbund und damit die Kraftübertragung zwischen Beton und Bewehrung fand zum größten Teil über Haken und Verankerungen statt. Die Entwicklung einer bewehrten Brücke im Jahr 1875 führte 1878 zur Patentierung eines Eisenbetonbalkens durch Monier. Die Bewehrung von Betonbauteilen wurde daher auch unter dem Begriff Monierung bekannt.⁵⁷

⁵¹ Vgl. *Hofstadler/Franz*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 17 ff.

⁵² Vgl. *VÖBV*; Stahlpreisentwicklung, <https://www.voebv.at/>; letzter Zugriff am: 22.01.2022.

⁵³ Vgl. *Lamprecht*; Verwendung von Beton bei Wasserbauten der Antike: S. 79 ff.

⁵⁴ Vgl. *Lamprecht*; Verwendung von Beton bei Wasserbauten der Antike: S. 94 f.

⁵⁵ Vgl. *Lamprecht*; Verwendung von Beton bei Wasserbauten der Antike: S. 95 f.

⁵⁶ Vgl. *Hofstadler/Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 39.

⁵⁷ Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 2 und *Hofstadler/Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 39.

Eine Theorie über die Wirkungsweise von Bewehrung im Beton wurde 1877 durch den Amerikaner Thaddeus Hyatt aufgestellt. Er erkannte die Relevanz des Verbundes zwischen Beton und Bewehrung und die Sinnhaftigkeit der Anordnung der Bewehrung auf der Zugseite eines Bauteils.⁵⁸

In den folgenden Jahrzehnten entwickelten vor allem deutsche Ingenieure die Eisenbetonbauweise weiter. Diese Entwicklungen gipfelten unter anderem im Bau des Olympiastadions in Berlin 1935.⁵⁹ Im selben Jahr wurden hochfeste Stähle entwickelt, die durch das Verdrehen um die Längsachse, dem Tordieren kaltverfestigt wurden. Eine Normierung des Bewehrungsstahls fand 1937 durch die Einführung von Festigkeitsklassen statt.⁶⁰

Verbesserungen in der Stahlherstellung optimierten den Einsatz von Bewehrung im Beton weiter. Ab Mitte des 20. Jahrhunderts wurde damit begonnen, in das flüssige Roheisen Sauerstoff einzublasen. Die dadurch stattfindende Reduktion des Kohlenstoffgehalts führte zu einer verbesserten Duktilität der Bewehrung.⁶¹ Rippentorstahl, also tordierter Stahl mit schrägen Rippen auf der Oberfläche, wurde 1959 zugelassen.⁶² Die auf diese Weise geformte Oberfläche verbesserte die Verbundeigenschaften zwischen Beton und Bewehrungsstahl.

In den letzten Jahrzehnten hat sich vor allem der Vorfertigungsgrad im Stahlbetonbau deutlich erhöht. Baubetrieblich gesehen steht dem Vorteil einer dadurch bedingten schnelleren Bauweise die Tatsache entgegen, dass mit einem erhöhten Vorfertigungsgrad auch die Anforderungen an die Logistik zum und am Einsatzort deutlich größer werden.⁶³ Ob und welche Bauteile vorgefertigt werden, muss daher bei jeder Baustelle von Neuem entschieden werden.

2.7 Begriffserklärungen

In diesem Kapitel werden Begriffe erklärt, welche in dieser Diplomarbeit von zentraler Bedeutung sind, die jedoch nicht bereits in einem eigenen Kapitel beschrieben werden.

2.7.1 Aufwandswert

Der Aufwandswert gibt an wieviele Lohnstunden geleistet werden müssen, um eine Leistungseinheit herzustellen. Er wird vor allem verwendet, wenn die menschliche Arbeitskraft der maßgebende Produktionsfaktor ist.⁶⁴ In Gleichung 2.1⁶⁵ ist die Berechnung des Aufwandswerts dargestellt.

$$\text{Aufwandswert} = \frac{\text{Arbeitszeit}}{\text{Leistungseinheit}} \quad (2.1)$$

Im Zuge dieser Diplomarbeit wird der Begriff Aufwandswert z.B. im Zusammenhang mit der Verarbeitung von Bewehrung verwendet. Ein Aufwandswert von 10 Std/t gibt bspw. an, dass 10 Lohnstunden aufgewandt werden müssen, um eine Tonne Bewehrungsstahl zu verlegen. In Kapitel 3 wird aufgezeigt, dass der Aufwandswert bei der Verarbeitung von Bewehrung von etlichen Einflussfaktoren abhängt.

⁵⁸Vgl. Hofstadler/Franzl; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 40.

⁵⁹Vgl. Kämpfe; Bewehrungstechnik: S. 2.

⁶⁰Vgl. Hofstadler/Franzl; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 40.

⁶¹Vgl. Kämpfe; Bewehrungstechnik: S. 3.

⁶²Vgl. Hofstadler/Franzl; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 40.

⁶³Vgl. Kämpfe; Bewehrungstechnik: S. 5.

⁶⁴Kropik; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 625 f.

⁶⁵Kropik; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 625.

2.7.2 Bauherr

Gemäß § 2 Abs. (1) Bundesgesetz über die Koordination bei Bauarbeiten (Bauarbeitenkoordinationsgesetz - BauKG) ist ein Bauherr eine natürliche oder juristische Person oder sonstige Gesellschaft mit Rechtspersönlichkeit, in deren Auftrag ein Bauwerk ausgeführt wird.

2.7.3 Baumeisterbetrieb

Gemäß § 99 Abs. (1) Gewerbeordnung 1994 - GewO 1994 ist ein Baumeister unter anderem berechtigt Hochbauten, Tiefbauten und andere verwandte Bauten zu planen, zu berechnen, zu leiten und die Bauaufsicht durchzuführen. Als Baumeisterbetrieb werden in dieser Diplomarbeit Bauunternehmen bezeichnet, deren Leistungsspektrum die Ausführung von Stahlbetonarbeiten (Leistungsgruppe 07 der *Leistungsbeschreibung Hochbau*⁶⁶) beinhaltet. Dabei wird nicht unterschieden ob das Bauunternehmen bei einem Bauvorhaben die Ausführung der Stahlbetonarbeiten, der gesamten Baumeisterarbeiten (Leistungsgruppen 02 bis 20 der *Leistungsbeschreibung Hochbau*⁶⁷) oder als Generalunternehmer die vollständigen Herstellung des Bauwerks durchführt.

2.7.4 Baustahlunternehmen

Ein Baustahlunternehmen ist ein Unternehmen das sich auf Ausführung von Bewehrungsarbeiten spezialisiert hat. Baustahlunternehmen kaufen Bewehrungsstahl und sonstige Bestandteile von Bewehrungskörben ein, verarbeiten diese in den Biegereien weiter und stellen Bewehrungskörbe her.

2.7.5 Biegerei

Als Biegereien werden die Arbeitsstätten bezeichnet in denen Baustahlunternehmen den Bewehrungsstahl schneiden, biegen und sonstige Verarbeitungsschritte durchführen, um den Bewehrungsstahl für die Herstellung von Bewehrungskörben vorzubereiten. Der Begriff Biegerei wird auch als Synonym für Baustahlunternehmen verwendet.⁶⁸ In dieser Diplomarbeit bezeichnet Biegerei stets die Arbeitsstätte, nicht das Unternehmen.

2.7.6 Eisenbieger

Eisenbieger sind Arbeiter, deren Arbeitsplatz überwiegend Baustellen sind. Sie verarbeiten den angelieferten Bewehrungsstahl zu Bewehrungskörben. Eisenbieger lesen Bewehrungspläne, messen, schneiden, biegen und verlegen die Bestandteile der Bewehrung zu Bewehrungskörben.⁶⁹ Bei großen Baustellen wie Wohnbauten mit etlichen Wohneinheiten werden die Bestandteile der Bewehrung größtenteils bereits geschnitten und gebogen angeliefert. Die Haupttätigkeit von Eisenbiegern bildet daher das Verlegen der Bewehrung zu Bewehrungskörben. Der Begriff Verlegen umfasst dabei alle Tätigkeiten die notwendig sind um die endgültige Lage der angelieferten Bestandteile der Bewehrung im Bewehrungskorb herzustellen.

⁶⁶Vgl. *BMDW*; LB-Hochbau, <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html>; letzter Zugriff am: 28.12.2021.

⁶⁷Vgl. *BMDW*; LB-Hochbau, <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html>; letzter Zugriff am: 28.12.2021.

⁶⁸Vgl. *GSV*; <https://www.gueteschutzverband.at/>; letzter Zugriff am: 25.10.2021.

⁶⁹*Arbeitsmarktservice (AMS) Österreich*; Berufslexikon-Eisenbieger, <https://www.berufslexikon.at/berufe/2760-EisenbiegerIn/ausbildung>; letzter Zugriff am: 4.12.2021.

2.7.7 Einheitspreise

Einheitspreise geben den Preis eines fertigen Produkts an. Im Gegensatz zu Regieleistungen wird bei Einheitspreisen die Leistung also nicht nach dem tatsächlichen Aufwand, sondern nach dem Aufmaß des hergestellten Produkts abgerechnet.⁷⁰ Werkverträge zwischen Baumeisterbetrieben und Baustahlunternehmen sind in der Regel Einheitspreisverträge. Die leistungsbezogene Abrechnung erfolgt in erster Linie nach gelieferter und verlegter Bewehrungsmenge. In Kapitel 5 wird die Gestaltung des Werkvertrags zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen anhand einer Vertragsvorlage analysiert.

2.7.8 Leistungswert

Der Leistungswert gibt an, wieviele Leistungseinheiten innerhalb einer Zeitstunde hergestellt werden können. Der Begriff Leistungswert wird vor allem im Zusammenhang mit Maschinen verwendet, kann sich jedoch auch auf eine Fertigungsgruppe beziehen.⁷¹ In Gleichung 2.2⁷² ist die Berechnung des Leistungswerts dargestellt.

$$\text{Leistungswert} = \frac{\text{Leistungseinheit}}{\text{Zeitstunde}} \quad (2.2)$$

2.7.9 Regieleistung

Regieleistungen sind Leistungen die nach tatsächlichem Aufwand abgerechnet werden. Der Aufwand kann z.B. eine Leistungsstunde oder eine Materialeinheit sein.⁷³ Bei Bewehrungsarbeiten in der Größenordnung von Wohnbauten mit etlichen Wohneinheiten, wie sie in dieser Diplomarbeit behandelt werden, ist der Werkvertrag zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen in der Regel ein Einheitspreisvertrag. Daher handelt es sich bei den Regieleistungen um angehängte Regieleistungen.⁷⁴

2.7.10 Subunternehmer

Ein Subunternehmer, auch Nachunternehmer genannt, ist vertraglich nur an den Auftragnehmer der Gesamtleistung gebunden und führt einen Teil der, an den Auftragnehmer übertragenen Leistungen aus.⁷⁵ In einem häufigen Szenario ist ein Baumeisterbetrieb Auftragnehmer des Bauherren und tritt bspw. als Generalunternehmer auf. Bestimmte Teile der ihm beauftragten Leistung, wie die Bewehrungsarbeiten, gibt der Baumeisterbetrieb an einen Subunternehmer weiter.

2.7.11 Tragwerksplanung

Die Tragwerksplanung hat die statisch-konstruktive Bearbeitung von Bauwerken zur Aufgabe. Im Zuge der Ausführungsplanung von Stahlbetonbauwerken berechnet die Tragwerksplanung die erforderliche Bewehrung und stellt den Bewehrungskorb eines Bauteils in einem Bewehrungsplan grafisch dar.⁷⁶

⁷⁰ Kropik; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 646.

⁷¹ Kropik; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 626 f.

⁷² Kropik; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 626.

⁷³ Austrian Standards Institute; ÖNORM B 2110: 15.03.2013, S. 9.

⁷⁴ Austrian Standards Institute; ÖNORM B 2110: 15.03.2013, S. 9.

⁷⁵ Austrian Standards Institute; ÖNORM B 2110: 15.03.2013, S. 10.

⁷⁶ Lechner; LM.VM. Leistungsmodell; Tragwerkplanung [TW]: S. 3 ff.

2.7.12 Werkvertrag

Gemäß § 1151 Abs. (1) Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch für die gesamten deutschen Erbländer der Oesterreichischen Monarchie entsteht ein Werkvertrag wenn jemand die Herstellung eines Werkes gegen Entgelt übernimmt.

Kapitel 3

Zusammensetzung der Kosten von Bewehrungsarbeiten

Die Kosten der Bewehrung lassen sich anhand der Wertschöpfungskette, von den Rohstoffen der Stahlproduktion bis zum Flechten der Bewehrung zum Bewehrungskorb, betrachten. *Kämpfe* beziffert die Anteile am Gesamtpreis der Bewehrung wie folgt:¹

- 15% Ausgangsmaterialien
- 45% Stahlherstellung
- 5% Planung
- 10% Stahlbearbeitung
- 5% Logistik
- 20% Stahleinbau

An dieser Stelle wird nochmals darauf hingewiesen, dass die Stahlpreise im Zeitraum des Verfassens dieser Diplomarbeit starken Schwankungen unterliegen. Die dadurch bedingten Veränderungen des Materialanteils der Bewehrungskosten können daher nur rückblickend betrachtet werden.

In diesem Kapitel wird die Zusammensetzung der Kosten von Bewehrungsarbeiten weiter aufgliedert. Dazu werden auch die Einflüsse auf die Kosten der beiden wesentlichen Kostengruppen von Bewehrungsarbeiten betrachtet. Diese umfassen einerseits das Material mit den Hauptanteilen der Bewehrungsstäbe und Bewehrungsmatten und andererseits das Verlegen der Bewehrung. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Variabilität der Aufwandsfaktoren der arbeitsintensiven Prozesse. Zuletzt wird anhand eines Beispiels aufgezeigt, welchen Einfluss vermeintlich kleine Änderungen der Zusammensetzung der Bewehrung auf den Zeitaufwand und damit auf die Kosten haben können.

3.1 Aufwandswerte allgemein

Um die Kosten einer Leistung bzw. eines Produkts kalkulieren zu können, ist es notwendig, die zugehörigen Verbrauchswerte, Aufwandswerte und Leistungswerte zu kennen. In Kombination mit den Kostenwerten des Verbrauchs, des Aufwands oder der Leistung lassen sich die Kosten der Leistung bzw. des Produkts ermitteln.²

Blickt man auf die Wertschöpfungskette der Stahlbetonbewehrung³, ist es trivial festzustel-

¹Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 10.

²Vgl. *Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 625.

³Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 11.

len, dass es sich von der Gewinnung der Rohstoffe über das Stahl-, das Walz- sowie das Draht- und Mattenwerk bis zur Biegerei vor allem um maschinenintensive Arbeiten mit hohem Verbrauch an Betriebsstoffen handelt. Hier sind dementsprechend Leistungs- und Verbrauchswerte maßgebend.⁴ Am anderen Ende der Wertschöpfungskette⁵ stehen hingegen lohnintensive Tätigkeiten wie die Stahlbearbeitung in der Biegerei sowie der Stahleinbau auf der Baustelle oder im Fertigteilwerk. Eine wichtige Kalkulationsgrundlage sind hier die Aufwandswerte.⁶

Auch wenn der Fokus dieses Kapitels auf der Zusammensetzung der Kosten liegt, sei darauf hingewiesen, dass Aufwandswerte ebenfalls erheblichen Einfluss auf den Baubetrieb haben.⁷ Die Aufwandswerte von Bewehrungsarbeiten sind von etlichen Einflussfaktoren abhängig, wie zum Beispiel:⁸

- Form des Bewehrungskorbs
- Lage des Bewehrungskorbs
- Kompliziertheit des Bewehrungskorbs
- Stabdurchmesser
- Biegeform
- Stablänge
- Anteil der ungeschnittenen Stäbe
- Anteil der geraden Stäbe
- Schenkellänge der gebogenen Stäbe
- Bewehrungsgrad
- Positionsanzahl
- Anzahl der Stäbe pro Position
- Verhältnis Stäbe/Matten
- Art der Abstandhalter
- Werkzeugart
- Werkzeugzustand
- Kranverfügbarkeit
- Witterung
- Qualifikation der Mitarbeiter

⁴Vgl. *Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 626.

⁵Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 11.

⁶Vgl. *Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 625.

⁷Vgl. *Hofstadler/Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 129.

⁸Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 45 ff., 87 ff., 183 ff. und *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 273 ff. und *Hofstadler/Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 138 ff.

- Mannschaftsstärke
- Arbeitsraum

Bei der Kalkulation von Bewehrungsarbeiten ist es nicht möglich alle Einflussfaktoren auf die Aufwandswerte von Bewehrungsarbeiten abzuschätzen und in die Berechnungen einfließen zu lassen. Der Großteil der Einflussfaktoren ist auch nicht quantifizierbar.⁹ So variiert beispielsweise die Form des Bewehrungskorbs bei nahezu jedem Bauteil eines Bauwerks. Ein Durchschnitt über ein Bauvorhaben kann nicht gebildet werden.

Es gibt aber auch eine Reihe von Faktoren, die gut quantifizierbar sind. So lässt sich der durchschnittliche Stabdurchmesser der Bewehrung eines Bauvorhabens nach dem Vorliegen aller Bewehrungspläne berechnen. Hat man zudem Informationen über die Anzahl der notwendigen Arbeitsstunden für die Bearbeitung der Bewehrung im Werk oder das Verlegen auf der Baustelle, lässt sich ein Aufwandswert ermitteln. Zu den Aufwandswerten von Bewehrungsarbeiten gibt es in der einschlägigen Literatur eine Fülle an teilweise sehr unterschiedlichen Ansätzen. Der Großteil gibt Aufwandswerte zum Verlegen der Bewehrung auf der Baustelle an. Angaben zur Bearbeitung in der Biegerei sind deutlich seltener.

In den folgenden Unterkapiteln zu den Material- und Verlegekosten werden einige Beispiele zu Aufwandswerten aus der Literatur angeführt und die Relevanz für die vorliegende Arbeit thematisiert. Es wird deutlich, wie schwierig allein die Abschätzung der Aufwandswerte ist, wenn selbst die Fachliteratur keine annähernd einheitliche Antwort findet und die angegebenen Werte erheblich voneinander abweichen.

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass die Begriffe Materialkosten und Verlegekosten in dieser Diplomarbeit so verwendet werden, wie sie in den Werkverträgen mit den Baustahlunternehmen definiert sind. Die Materialkosten im Sinne dieser Definition beinhalten alle Kosten der Wertschöpfungskette inklusive des Transports des Materials auf die Baustelle. Die Verlegekosten beinhalten demnach alle Kosten ab dem Eintreffen der Bewehrung auf der Baustelle.¹⁰ Im Unterschied zur Definition der Materialkosten im Sinne der ÖNORM B 2061:2020, Preisermittlung für Bauleistungen, Verfahrensnorm beinhalten die Materialkosten, wie sie in den Werkverträgen mit Baustahlunternehmen definiert sind, auch Personal- und Gerätekosten, z.B. für das Biegen der Bewehrung in der Biegerei.

Des Weiteren ist anhand der vorliegenden Werkverträge nicht ersichtlich, ob der Bindedraht in den Material- oder den Verlegekosten kalkuliert ist. Somit besteht die Möglichkeit, dass in den Verlegekosten gemäß den Werkverträgen mit Baustahlunternehmen ein geringer Anteil an Materialkosten gemäß ÖNORM B 2061:2020 enthalten ist.¹¹

3.2 Materialkosten

In diesem Kapitel werden die Materialkosten der Bewehrungsarbeiten aus Sicht des Baumeisterbetriebs betrachtet. Diese beinhalten die Wertschöpfungskette vom Abbau der Rohstoffe, der Stahlproduktion bis zur Lieferung der geschnittenen und gebogenen Bewehrungsstäbe, Bewehrungsmatten und allen sonstigen Bestandteilen der Bewehrung auf die Baustelle. Die

⁹Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 183.

¹⁰Vgl. *GSV*; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 1 ff.

¹¹Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM B 2061: 01.05.2020, S. 7 ff. und *GSV*; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 1 ff.

Materialkosten umfassen also fast die gesamte Wertschöpfungskette mit Ausnahme des Verlegens der Bewehrung. Die Herstellung kann weiter in einzelne Produktionsschritte unterteilt werden. Zum Einen umfasst das alle Schritte bis zur Herstellung der unbearbeiteten Stäbe, Coils und Matten und zum Anderen die Vorgänge in der Biegerei bzw. dem Mattenwerk.

3.2.1 Herstellungskosten Stäbe, Coils, Matten

Der Abbau der Rohstoffe bis zur Herstellung der Bewehrungsstäben, Coils und Bewehrungsmatten umfasst rund 60% des Gesamtpreises der Bewehrungsarbeiten.¹² Ausgangspunkt sind die Rohstoffe Eisenerz, Schrott und Zuschläge mit rund 15% des Gesamtpreises der Bewehrung. Den größten Anteil hat mit 45% die Stahlherstellung inklusive der Herstellung der Betonstahlhalbprodukten in Walz-, Draht- und Mattenwerken. Bei diesen Prozessen spielt auch der Strompreis und die zunehmende Bepreisung des ausgestoßenen Kohlenstoffdioxid eine Rolle. Sowohl der Stahl als auch die Rohstoffe werden auf dem Weltmarkt gehandelt. Die Preise sind daher sehr komplex, Veränderungen sind praktisch nicht vorhersehbar.¹³ Zusätzlich zum Grundpreis des Stahls verrechnen Walzwerke wie z.B. die *Marienhütte* Aufzahlungen auf Bewehrungsstäbe oder Coils in Abhängigkeit vom Durchmesser, den sogenannten Dimensionsaufpreis. Auch für Bewehrungsmatten gibt es einen Aufpreis, der vom Mattentyp abhängig ist. Dieser wird Sortenaufpreis genannt.¹⁴

3.2.2 Bearbeitungskosten

Die Bearbeitung der Betonstahlhalbprodukte zu den für das Verlegen des Bewehrungskorbs vorgefertigten Positionen machen rund 10% des Gesamtpreises der Bewehrung aus. Neben dem Schneiden und Biegen finden auch Arbeitsvorgänge wie das Richten, Schweißen und Positionieren der Bewehrung statt.¹⁵ Die Vorfertigung zu Bewehrungskörben im Werk wird den Verlegekosten zugeordnet, bildet im Wohnungsbau jedoch eine Ausnahme. Erfahrungsgemäß werden gelegentlich die Bewehrungskörbe von kompakten Bauteilen wie Stützen oder Unterzügen in der Biegerei vorgefertigt. Im Gegensatz zu den Kosten der Stahlerzeugung können der Dimensionsaufpreis, die Bearbeitungskosten und die Verlegekosten, die im darauffolgenden Kapitel beleuchtet werden, durch die Gestaltung des Bewehrungskorbs bzw. dessen Positionen beeinflusst werden. Nachdem die Bearbeitungskosten und das Verlegen erheblichen Anteil an den Kosten von Bewehrungsarbeiten haben, besteht hier großes Einsparungspotential. Durch Anwendung der Grundsätze des wirtschaftlichen Bewehrens bei der Erarbeitung des Bewehrungsplans kann die Tragwerksplanung zu einer Ersparnis von bis zu 5% der Kosten des Rohbaus beitragen.¹⁶

Als Einflussfaktoren auf die Bearbeitungskosten in der Biegerei gelten vor allem:¹⁷

- Stabdurchmesser
- Anteil geschnittene Stäbe
- Anteil gebogene Stäbe
- Biegeform

¹²Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 10.

¹³Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 10.

¹⁴Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 275 und *VÖBV*; A-AQ Sortenaufpreisliste: S. 1 und *Marienhütte*; DA-Änderungen Bewehrungsstahl B550B: S. 1.

¹⁵Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 10.

¹⁶Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 273 f.

¹⁷*Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 275.

- Schenkellänge der gebogenen Eisen
- Anzahl der Positionen
- Anzahl der Stäbe pro Position
- Stablänge

Der Einfluss des Stabdurchmessers auf die Kosten beinahe jedes Vorgangs der Bewehrungsarbeiten erklärt sich wie folgt: Je kleiner der Durchmesser, desto höher ist der Aufwandwert pro Tonne. Der Aufwand pro Meter Stabstahl ist bei den unterschiedlichen Durchmessern sehr ähnlich, auch wenn sich die Masse deutlich unterscheidet. In Tabelle 3.1 sind die Massen der Stäbe pro Meter Länge aufgelistet. Durch den quadratischen Zusammenhang zwischen dem Durchmesser und der Querschnittsfläche steigt auch die Masse pro Meter mit zunehmendem Durchmesser quadratisch an.

Tab. 3.1: Masse von Bewehrungsstäben¹⁸

DN [mm]	8	10	12	14	16	20	26	30	36	40
Masse [kg/m]	0,395	0,617	0,888	1,21	1,58	2,47	4,17	5,55	7,99	9,86

Große Durchmesser wie etwa 36 mm und 40 mm haben ebenso einen höheren Aufwandwert pro Tonne. Ein Grund dafür ist die Tatsache, dass verhältnismäßig große Durchmesser aufwändiger zu verarbeiten sind. So liefert beispielsweise das Stahl- und Walzwerk *Marienhütte* den Betonstahl der Durchmesser 8 mm bis 16 mm in Ringen von bis zu fünf Tonnen an die Biegereien. Größere Durchmesser werden nur in Stäben geliefert.¹⁹ Die Verarbeitung erfordert dementsprechend mehr Handgriffe und andere Maschinen. Zudem fallen bei der Verarbeitung einzelner Stäbe wesentlich größere Mengen Verschnitt an als bei Coils mit mehreren hundert Metern Stabstahl.

Grundlage für die Wahl des Stabdurchmessers bzw. des Mattentyps und der Anzahl der zu verwendenden Stäbe bzw. Matten ist der erforderliche Bewehrungsquerschnitt. Dieser wird von der Tragwerksplanung mithilfe des *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken* ermittelt. Im einfachen Fall der Biegung einer schlaff bewehrten Decke, welche über ein Feld gespannt ist, erhält man die Werte A_{s1} und A_{s2} . A_{s1} ist die Zugbewehrung und A_{s2} die Druckbewehrung, falls die Betondruckfestigkeit überschritten wird.²⁰ Dieser Bewehrungsquerschnitt, der das erforderliche Mindestmaß darstellt, wird mit einer Tabelle, welche die Querschnittsflächen von Stabstahl (siehe Tabelle 3.2) oder von Bewehrungsmatten (siehe Tabelle 3.3) auflistet, verglichen. Im Zuge dessen wird eine Konfiguration gewählt, die möglichst nahe am Mindestmaß des Bewehrungsquerschnitts liegt. Ob die Berechnung der Spannungen und die Wahl der Bewehrung händisch oder mittels Computerprogramm erfolgt, spielt dabei grundsätzlich keine Rolle.

Die große Vielfalt an Standardmatten und Stabstahldimensionen gibt der Erstellerin des Bewehrungsplans mehrere Möglichkeiten zur Erfüllung der Anforderungen an die Bewehrung. Ergibt die Berechnung der erforderlichen Fläche des Stahlquerschnitts in Richtung der Hauptbewehrung beispielsweise 3,00 cm² pro Meter Deckenbreite, so bieten sich folgenden Konfigurationen an:

¹⁸ *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 153.

¹⁹ Vgl. *Marienhütte*; Stahlprodukte, <https://www.marienhuette.at/produkte/erzeugungsprogramm/stahlprodukte/>; letzter Zugriff am: 26.10.2021.

²⁰ Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 90 f.

Tab. 3.2: Stahlquerschnittsflächen von Bewehrungsstäben²¹

DN [mm]	Stahlquerschnittsfläche [cm ²]									
	1 Stk	2 Stk	3 Stk	4 Stk	5 Stk	6 Stk	7 Stk	8 Stk	9 Stk	10 Stk
8	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,41
26	5,31	10,62	15,93	21,24	26,55	31,86	37,17	42,47	47,78	53,09
30	7,07	14,14	21,21	28,27	35,34	42,41	49,48	56,55	63,62	70,69
36	10,18	20,36	30,54	40,72	50,90	61,08	71,26	81,44	91,62	101,80
40	12,57	25,14	37,71	50,28	62,85	75,42	87,99	100,56	113,13	125,70

Tab. 3.3: Stahlquerschnittsflächen von Bewehrungsmatten²²

Typ	Querschnitt [cm ² /m]		Abstand Drähte [cm]		DN Drähte [mm]	
	längs	quer	längs	quer	längs	quer
A 60	2,83	0,65	10	30	6,0	5,0
A 70	3,85	0,79	10	30	7,0	5,5
A 82	5,28	1,11	10	30	8,2	6,5
AQ 42	1,38	1,38	10	10	4,2	4,2
AQ 50	1,96	1,96	10	10	5	5
AQ 55	2,38	2,38	10	10	5,5	5,5
AQ 60	2,83	2,83	10	10	6,0	6,0
AQ 65	3,32	3,32	10	10	6,5	6,5
AQ 70	3,85	3,85	10	10	7,0	7,0
AQ 76	4,54	4,54	10	10	7,6	7,6
AQ 82	5,28	5,28	10	10	8,2	8,2
AQ 90	6,36	6,36	10	10	9,0	9,0
AQ 100	7,85	7,85	10	10	10,0	10,0

- 6 Stäbe mit je 8 mm = 3,02 cm² Querschnittsfläche
- 4 Stäbe mit je 10 mm = 3,14 cm² Querschnittsfläche
- 3 Stäbe mit je 12 mm = 3,39 cm² Querschnittsfläche
- 2 Stäbe mit je 14 mm = 3,08 cm² Querschnittsfläche
- Mattentyp A 70 = 3,85 cm² Querschnittsfläche
- Mattentyp AQ 65 = 3,32 cm² Querschnittsfläche

²¹Eigene Berechnung.²²Vgl. VÖBV; A-AQ Sortenaufpreisliste: S. 1.

Die materialsparendste Variante ist der Einsatz von sechs Stäben mit 8 mm Durchmesser. Wie auf den folgenden Seiten erläutert wird, könnte es unter Berücksichtigung sonstiger Einflüsse auf die Kosten von Bewehrungsarbeiten günstiger sein, lediglich zwei Stäbe mit 14 mm Durchmesser bearbeiten zu müssen und dafür 2% mehr Masse in Kauf zu nehmen. Die Verwendung des Mattentyps A 70 würde bereits rund 28% mehr Materialeinsatz in Längsrichtung bedeuten. Der Mattentyp AQ 65 könnte ebenfalls in Betracht gezogen werden, wenn die Anforderungen an die Bewehrung der Querrichtung ähnlich hoch sind. Dies kann unter anderem bei beidseitig gespannten Decken der Fall sein.

Für die Konstruktion der Bewehrung eines Stahlbetonbauteils sind neben dem Grenzzustand der Tragfähigkeit auch der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sowie allgemeine Bemessungs- und Konstruktionsregeln zu berücksichtigen. Dabei macht der *Eurocode 2* sowohl Angaben zu Bewehrungsquerschnitten als auch zu minimalen und maximalen Stabdurchmessern.²³ In der Praxis wird dadurch die Auswahl der Bewehrungskonfiguration eingeschränkt. Die Beschränkung des maximalen Stababstands könnten im angeführten Beispiel beispielsweise den Einsatz von lediglich zwei Stäben ausschließen.

Die Analyse der verbauten Bewehrung einer großen Anzahl an Stahlbetonbauwerken zeigt, dass sich die Kaliberverteilung je nach Art des Bauwerks stark unterscheidet. In Abbildung 3.1 ist der Anteil der unterschiedlichen Stabdurchmesser bei Hochbauten, Industriebauten und Ingenieurbauten dargestellt. Dadurch wird ersichtlich, dass der Anteil an großen Durchmessern bei Ingenieurbauten wie Tunnel und Brücken am größten ist. Stahlbetonbauten im Hochbau weisen einen sehr hohen Anteil an kleinen Durchmessern auf. Aus diesem Grund ist ein höherer Bearbeitungs- und Verlegeaufwand erforderlich.²⁴

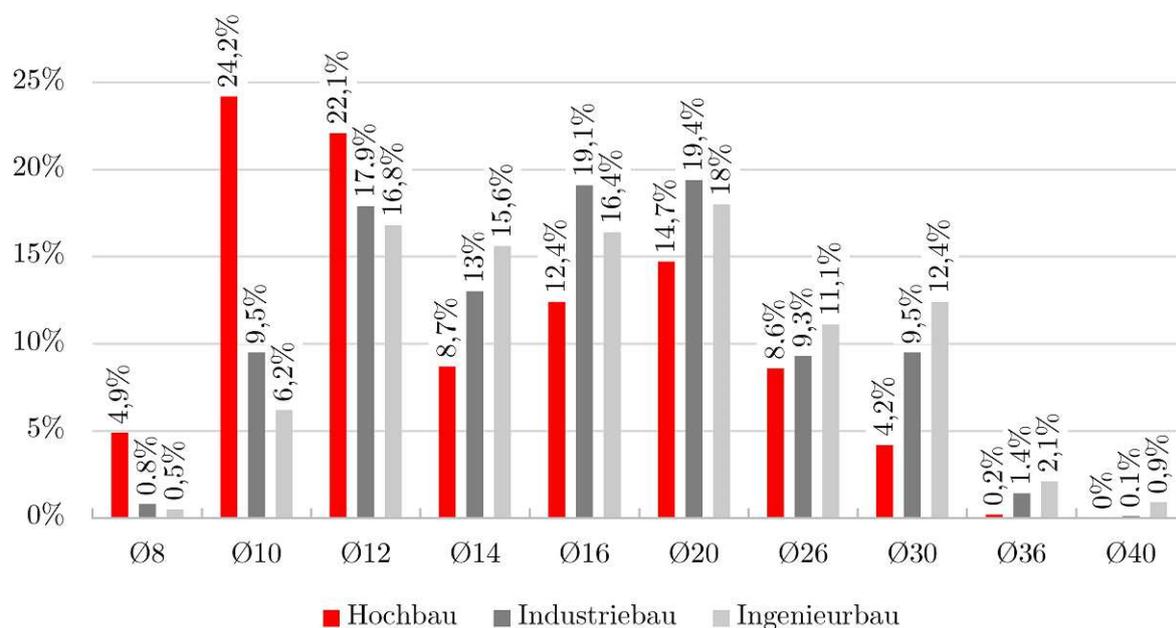


Abb. 3.1: Verwendungsverteilung von Bewehrungsstäben in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und des Bauwerktyps²⁵

²³Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM EN 1992-1-1: 15.02.2015, S. 4 ff.

²⁴Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 273f.

²⁵Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 274.

In Abbildung 3.2 ist die Kaliberverteilung bei Bewehrungsmatten im Hochbau dargestellt. Auf der linken Seite sind die Mattentypen mit geraden Drahtenden und auf der rechten Seite die sogenannten Schlaufenmatten, mit zu Schlaufen gebogenen Drahtenden, angeführt. Auffällig ist, dass bei beiden Arten vor allem Matten mit einem Q in der Typenbezeichnung eingesetzt werden. Das Q steht für eine quadratische Drahtanordnung. Wie in Tabelle 3.3 ersichtlich ist, sind bei diesen Matten sowohl der Drahtdurchmesser als auch der Abstand der Drähte in Längs- und Querrichtung gleich. Die daraus resultierende gleiche Querschnittsfläche in Längs- und Querrichtung wird zur Bildung eines Grundnetzes von flächigen Bauteilen wie Decken und Wänden verwendet. Durch die Zulage von Stabstahl kann der Bewehrungsquerschnitt stärker belasteter Bauteilbereiche, für die der Stahlquerschnitt des Grundnetzes nicht ausreicht, erhöht werden. Im *Bewehrungsatlas* wird die Zusammensetzung der Bewehrung von Hochbauten aus 60% Stabstahl und 40% Bewehrungsmatten, unter Bezugnahme auf die Wirtschaftlichkeit, vorgeschlagen.²⁶ Die verhältnismäßig geringe Flexibilität beim Einsatz von Bewehrungsmatten kann jedoch mit einem höheren Materialeinsatz einhergehen. Daher ist die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Bewehrungsmatten stark vom aktuellen Verhältnis von Material- und Verlegepreisen abhängig.

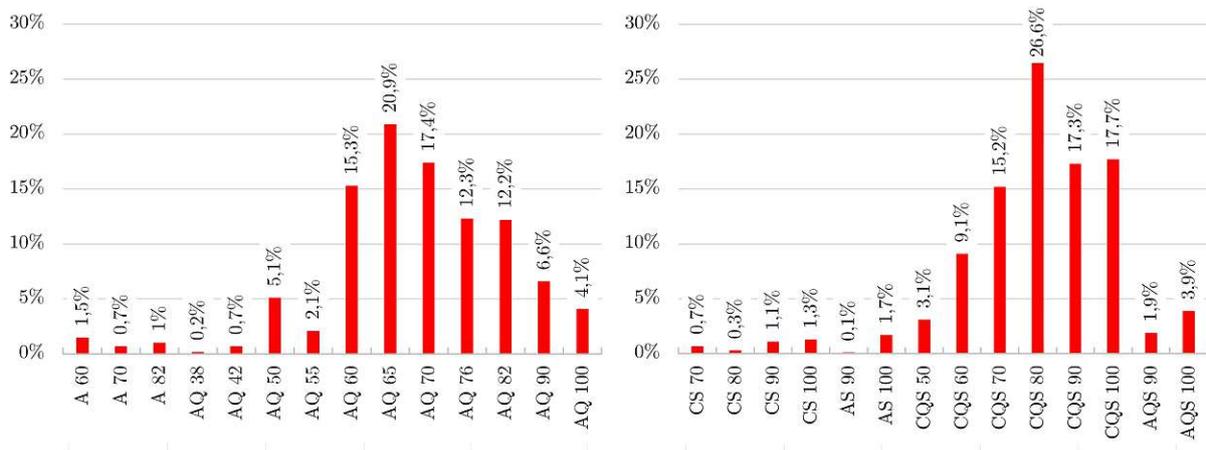


Abb. 3.2: Verwendungverteilung verschiedener Typen von Bewehrungsmatten bei Hochbauten, links: A, AQ, rechts: CS, AS, CQS, AQS²⁷

Neben der Verteilung der Stabdurchmesser bzw. Mattentypen haben der Anteil der gebogenen Stäbe sowie die Art der Biegung erheblichen Einfluss auf den Aufwand der Materialbearbeitung in der Biegerei. Dabei kann zwischen geraden Stäben, einfach gebogenen Stäben und kompliziert gebogenen Stäben unterschieden werden. Einfach gebogen sind Stäbe mit einer oder mehreren Biegungen in derselben Ebene, bei denen sich die Schenkel nicht überschneiden. Als kompliziert gelten dreidimensionale Biegungen wie Federn, Spindeln und „Fußerl“. Biegungen in einer Ebene gelten dann als kompliziert, wenn sich die Schenkel überschneiden bzw. bei der Biegung an einander vorbei geführt werden müssen oder wenn mehrere Biegeradien eingesetzt werden.²⁸

Tabelle 3.4 zeigt den Anteil der Biegeformen bei Bauwerken im Hochbau, Industriebau bzw. Ingenieurbau. Im Hochbau sind fast die Hälfte aller Stäbe ungebogen, während jeder zehnte Stab

²⁶ Vgl. *Fritsche/Blasy*; *Bewehrungsatlas*: S. 274.

²⁷ Vgl. *Fritsche/Blasy*; *Bewehrungsatlas*: S. 274.

²⁸ Vgl. *Fritsche/Blasy*; *Bewehrungsatlas*: S. 275.

kompliziert gebogen ist.²⁹ Der Einsatz von „Fußerl“, wie er in Kapitel 2 beschrieben ist, würde den Anteil kompliziert gebogener Stäbe deutlich erhöhen.

Tab. 3.4: Verteilung der Biegeformen in Abhängigkeit des Bauwerktyps³⁰

Bauwerkstyp	gerade Stäbe [%]	einfach gebogen [%]	kompliziert gebogen [%]
Hochbau	46,7	43,5	9,8
Industriebau	54,2	25,4	20,4
Ingenieurbau	36,4	44,2	19,4

Der durchschnittliche Bearbeitungsaufwand in der Biegerei ist stark vom Stabdurchmesser und der Art der Biegung abhängig. In Abbildung 3.3 ist dieser Zusammenhang grafisch dargestellt. Je nach Durchmesser ist der durchschnittliche Aufwandswert für das Schneiden und Biegen einfach gebogener Stäbe um den Faktor 1,55 bis 2,31 höher als der Aufwandswert gerader Stäbe. Vergleicht man die Aufwandswerte einfach gebogener mit kompliziert gebogenen Stäben kommt man auf einen Faktor von 1,39 bis 1,80.

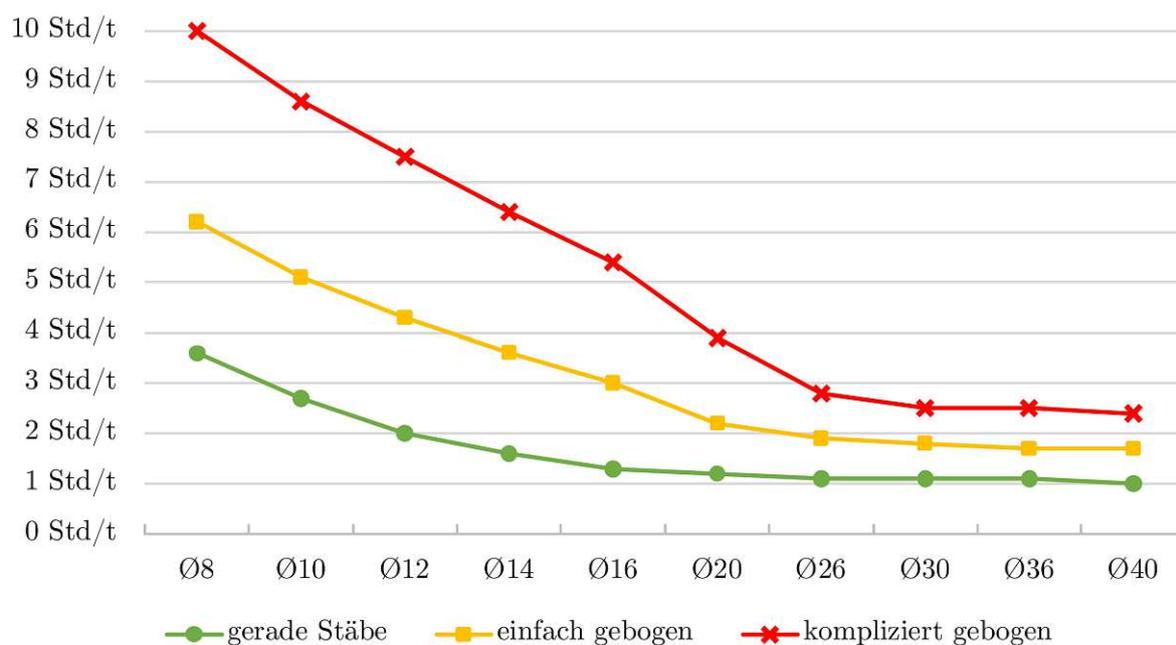


Abb. 3.3: Durchschnittlicher Schneide- und Biegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform³¹

Der hohe Aufwandswert für das Schneiden und Biegen kleinerer Durchmesser ist, wie bereits in Kapitel 3.2.2 erwähnt, durch die Masse pro Meter zu erklären. Vergleicht man die Massen aus Tabelle 3.1 mit den Aufwandswerten aus Abbildung 3.3 erkennt man, dass die Masse pro Meter mit zunehmendem Durchmesser quadratisch ansteigt. Die Aufwandswerte für das Schneiden und Biegen der Bewehrung nehmen mit zunehmendem Durchmesser annähernd linear ab.

²⁹Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 276.

³⁰*Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 276.

³¹Vgl. *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 276.

Durch Multiplikation der Aufwandswerte in der Einheit Std/t mit der Masse des Bewehrungsstahls in der Einheit t/km erhält man die Aufwandswerte in der Einheit Std/km.

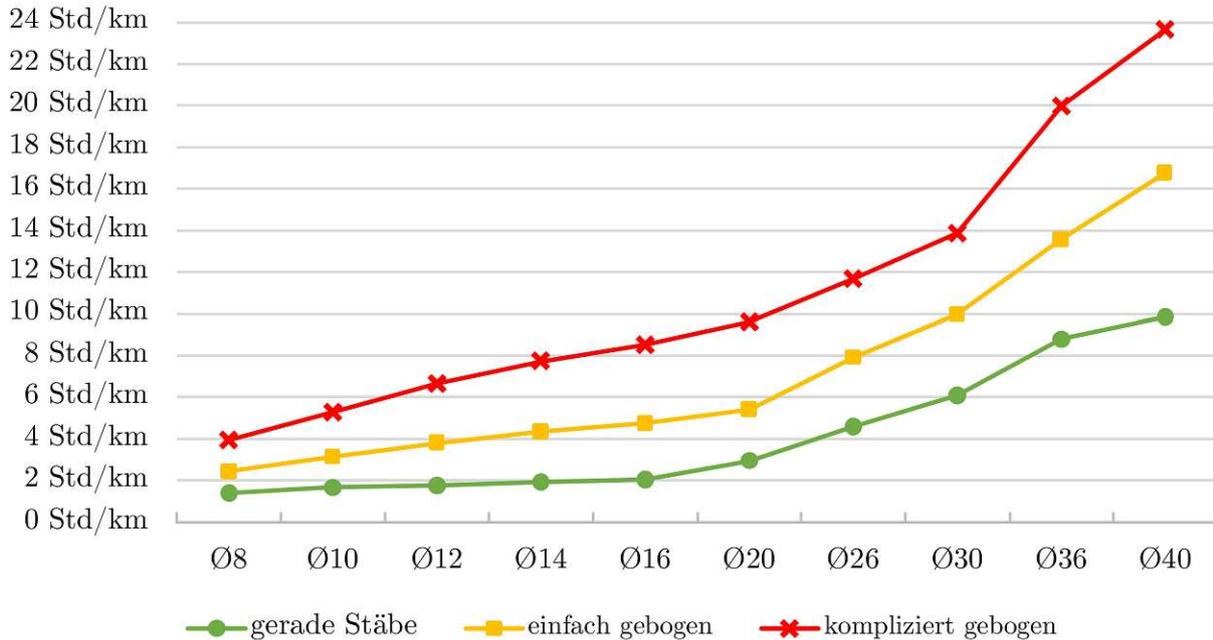


Abb. 3.4: Durchschnittlicher Schneide- und Biegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform³²

Abbildung 3.4 zeigt, dass der Schneide- und Biegeaufwand bei der Betrachtung in Lohnstunden pro Längeneinheit, anders als bei Betrachtung in Lohnstunden pro Gewichtseinheit, mit zunehmendem Durchmesser stark ansteigt.

Ein naheliegender Grund dafür ist der erhöhte Manipulationsaufwand, z.B. für den Transport des Bewehrungsstahls vom Lagerplatz der Biegerei zur Biegemaschine. Mit einem Coil mit einer Masse von 3 t können entweder 7.595 m Stabstahl mit einem Durchmesser von 8 mm oder 3.378 m mit einem Durchmesser von 12 mm transportiert werden.

3.2.3 Aktuelle Entwicklung des Stahlpreises

Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, unterliegt der Materialpreis von Bewehrungsstahl, besonders im Zeitraum des Verfassens dieser Diplomarbeit, starken Schwankungen. Daher kann keine längerfristige Aussage über den Anteil der Materialkosten an den Gesamtkosten der Bewehrungsarbeiten getroffen werden. Als grobe Größenordnung kann für den Zeitraum vor den Marktturbulenzen im Jahr 2021 ein Verhältnis von 2/3 Materialkosten und 1/3 Verlegekosten genannt werden.

Abbildung 3.5 zeigt die Stahlpreisentwicklung von Jänner 2016 bis Dezember 2021. Seit Oktober 2020 gab es einen enormen Anstieg des Stahlpreises. Die rote Linie stellt die Preisentwicklung für stabförmigen Stabstahl inklusive Dimensionsaufpreis dar. Im Oktober 2020 lag dieser Preis rund 16% über dem Vergleichswert aus dem Jänner 2016, wobei im Februar 2018 mit etwas über 50% ein Zwischenhoch erreicht wurde. In den 10 Monaten von Oktober 2020 bis August 2021

³²Eigene Darstellung.

verdoppelte sich der Preis auf 131% gegenüber dem Vergleichswert von Jänner 2016. Noch deutlicher ausgeprägt waren die letztjährigen Steigerungen des Großhandelspreisindex von Stahl *GHPI Tempcore TC55*, die in grün dargestellt werden. Dieser stieg im Oktober 2020 zwischenzeitlich auf 149% zum Vergleichswert. Die große Nachfrage und das geringe Angebot an Stahl zeigt sich am blau eingezeichneten Schrottpreis, der sich innerhalb eines Jahres fast verdreifacht hat.³³ Auch der Baukostenindex Hochbau, welcher als orange Linie dargestellt wird, stieg in diesen zehn Monaten deutlich steiler an als in den vier Jahren zuvor. Das Ausmaß des Anstiegs ist jedoch nicht mit jenem des Stahlpreises vergleichbar.³⁴

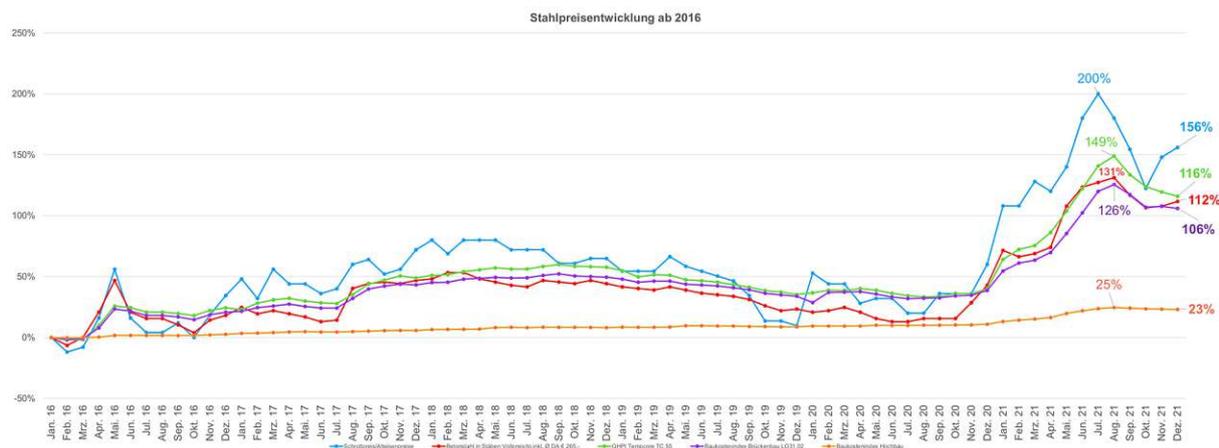


Abb. 3.5: Stahlpreisentwicklung ab 2016, Zeitraum Jänner 2016 bis Dezember 2021³⁵

In einer Aussendung vom 18.06.2021 schrieb der Präsident³⁶ des *Verband Österreichischer Biege- und Verletechnik (VÖBV)*: „Derartige Preissteigerungen können bei einem Festpreis kalkulatorisch nicht mehr seriös erfasst werden,...“

3.3 Verlegekosten

Das Verlegen der Bewehrung auf der Baustelle ist eine arbeitsintensive Tätigkeit, welche noch immer weitgehend durch menschliche Arbeitskraft erfolgt. Die Kosten der Verlegearbeiten bestehen daher fast ausschließlich aus den Personalkosten der Eisenbieger. Andere Preisanteile wie Materialkosten und Gerätekosten haben in den Positionen der Verlegekosten einen sehr geringen Anteil.

Die Materialkosten sind bereits in den Positionen der Materiallieferung berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet möglicherweise der Bindedraht. Aus dem vorliegenden Mustervertrag der Baustahlunternehmer³⁷ geht jedoch nicht hervor, ob der Bindedraht im Materialpreis oder im Verlegepreis berücksichtigt wird.

Die eingesetzten Geräte, vor allem der Kran zum Verheben der Bewehrung, sind den Vorhaltegeräten zuzuordnen und beispielsweise in der Position der Baustelleneinrichtung zu berücksichtigen.³⁸ Ein weiteres wichtiges Gerät stellt das Grundwerkzeug eines jeden Eisenbiegers dar - die

³³Vgl. VÖBV; Stahlpreisentwicklung, <https://www.voebv.at/>; letzter Zugriff am: 22.01.2022.

³⁴Vgl. VÖBV; Stahlpreisentwicklung, <https://www.voebv.at/>; letzter Zugriff am: 22.01.2022.

³⁵VÖBV; Stahlpreisentwicklung, <https://www.voebv.at/>; letzter Zugriff am: 22.01.2022.

³⁶VÖBV; Stahlpreisentwicklung, <https://www.voebv.at/>; letzter Zugriff am: 19.09.2021.

³⁷Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 1 ff.

³⁸Vgl. Austrian Standards Institute; ÖNORM B 2061: 01.05.2020, S. 5.

Zange. Diese stellt ein Kleingerät dar und kann über die Personalgemeinkosten im Formblatt K3 berücksichtigt werden.³⁹

Um die Einzellohnkosten für eine Leistung zu kalkulieren, werden die Lohnkosten pro Stunde mit dem Aufwandswert multipliziert.⁴⁰ In den folgenden Unterkapiteln werden diese zwei Bestandteile der Einzellohnkosten beschrieben. Zunächst wird die Zusammensetzung der Lohnkosten betrachtet. Anschließend wird der Kollektivvertrag und der darin festgelegte Mindestlohn für Eisenbieger erläutert. Um einen Eindruck über die Aufwandswerte für das Verlegen der Bewehrung zu erhalten, wird anschließend die einschlägige Literatur analysiert.

3.3.1 Zusammensetzung der Lohnkosten

Die Lohnkosten pro Stunde ergeben multipliziert mit dem Aufwandswert einer Leistung die Einzellohnkosten dieser Leistung. Das bedeutet gleichzeitig, dass die verrechenbaren produktiven Stunden der Leistungserbringung Kostenträger für die gesamten Lohnkosten sind.⁴¹

Die Ermittlung der Personal- bzw. in diesem Fall der Lohnkosten erfolgt mit Hilfe des Formblattes K3 der ÖNORM B 2061:2020. Ausgehend vom kollektivvertraglichen Mindestlohn werden alle Anteile auf die produktiven Stunden umgelegt. Um den Personalpreis bzw. den Mittellohnpreis zu ermitteln wird der Gesamtzuschlag addiert.⁴² Dieser wird im Formblatt K2 ermittelt.⁴³ Die Zusammensetzung der Lohnkosten ist in Tabelle 3.5 dargestellt.

Tab. 3.5: Zusammensetzung der Lohnkosten⁴⁴

Kollektivvertraglicher Lohn
+ Überzahlung, Prämien und dergleichen
+ Erschwerniszulagen
+ Mehrarbeitszulagen
+ weitere sozialversicherungspflichtige Bezüge
abgabepflichtige Lohnkosten
+ Aufwandsentschädigungen
+ direkte Lohnnebenkosten
+ umgelegte Lohnnebenkosten
+ weitere Lohnnebenkosten
Lohnkosten vor Zurechnungen
+ Lohngemeinkosten
Lohnkosten (netto)
+ Gemeinkostenzuschlag
Lohnkosten (brutto)
+ Wagnis
+ Gewinn
Verkaufspreis

³⁹Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM B 2061: 01.05.2020, S. 10.

⁴⁰Vgl. *Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 253.

⁴¹Vgl. *Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 254.

⁴²Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM B 2061: 01.05.2020, S. 21.

⁴³Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM B 2061: 01.05.2020, S. 20.

⁴⁴*Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 253.

3.3.2 Kollektivvertrag

Sozial- und arbeitsrechtlich wird die Grundlage der Personalkosten der Verlegearbeiten von Bewehrung durch das Entgelt der Eisenbieger gebildet. Aufgrund der überwiegend manuellen Tätigkeit sind Eisenbieger der Gruppe der Arbeiter zuzuordnen. Ihr Entgelt wird daher als Lohn bezeichnet. Der Mindestlohn ist kollektivvertraglich festgelegt.⁴⁵ Die Berufsgruppe der Eisenbieger ist im Kollektivvertrag Baugewerbe und Bauindustrie, Arbeiter/innen erfasst. Dieser wird in der Regel einmal jährlich zwischen dem *Fachverband der Bauindustrie*, der *Bundesinnung Bau* und dem *Österreichischen Gewerkschaftsbund, Gewerkschaft Bau-Holz* abgeschlossen. Der kollektivvertragliche Mindestlohn hängt von der Beschäftigungsgruppe ab, der ein Arbeiter zugeordnet wird.⁴⁶

Gemäß Kollektivvertrag muss ein Facharbeiter im erlernten Beruf beschäftigt bzw. als Facharbeiter vermittelt werden.⁴⁷ Für den Beruf des Eisenbiegers gibt es in Österreich jedoch keine gesetzliche Ausbildung.⁴⁸ Daher erfolgt eine kollektivvertragliche Einstufung in der Beschäftigungsgruppe II nur bei Vorarbeitern. Vorarbeitern gebührt ein Mindestlohn von € 16,88 pro Stunde. Der überwiegende Teil der Eisenbieger ist der Beschäftigungsgruppe III der angelernten Bauarbeiter zuzuordnen. In der Untergruppe IIIc, welcher neben den Eisenbiegern auch Asphaltierer für Gussasphalt, Gerüster und Schaler zugeordnet sind, gebührt ein Stundenlohn von mindestens € 14,67. In einer Partie kann es auch Arbeiter geben, die aufgrund der fehlenden Qualifikation als Hilfsarbeiter beschäftigt sind. Diese werden der Beschäftigungsgruppe IV zugeordnet. Ihnen gebührt ein Stundenlohn von mindestens € 13,09.⁴⁹

3.3.3 Aufwandswerte für das Verlegen der Bewehrung

Die Aufwandswerte für das Verlegen der Bewehrung stellen einen maßgebenden Faktor für die Kosten von Bewehrungsarbeiten dar. Sie sind von folgenden Einflussfaktoren abhängig:⁵⁰

- Form des Bewehrungskorbs
- Lage des Bewehrungskorbs
- Kompliziertheit des Bewehrungskorbs
- Planqualität
- Stabdurchmesser
- Biegeform
- Stablänge
- Bewehrungsgrad
- Positionsanzahl
- Anzahl der Stäbe pro Position

⁴⁵Vgl. *Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061: S. 225.

⁴⁶Vgl. *Kollektivvertrag Baugewerbe und Bauindustrie, Arbeiter/innen, gültig ab 1.5.2021: § 4 Abs. 7a*.

⁴⁷Vgl. *Kollektivvertrag Baugewerbe und Bauindustrie, Arbeiter/innen, gültig ab 1.5.2021: Anhang I (Gem. § 5/2)*.

⁴⁸Vgl. *Arbeitsmarktservice (AMS) Österreich*; Beruflexikon-Eisenbieger, <https://www.beruflexikon.at/berufe/2760-EisenbiegerIn/ausbildung>; letzter Zugriff am: 4.12.2021.

⁴⁹Vgl. *Kollektivvertrag Baugewerbe und Bauindustrie, Arbeiter/innen, gültig ab 1.5.2021: Anhang I (Gem. § 5/2)*.

⁵⁰Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 45 ff., 87 ff., 183 ff. und *Fritsche/Blasy*; Bewehrungsatlas: S. 273 ff. und *Hofstadler/Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 138 ff.

- Verhältnis Stäbe/Matten
- Art der Abstandhalter
- Werkzeugart
- Werkzeugzustand
- Kranverfügbarkeit
- Witterung
- Qualifikation der Mitarbeiter
- Partiestärke
- Arbeitsraum
- Einarbeitung
- Serieneffekte
- Störfaktoren
- tägliche Arbeitszeit

In den folgenden Unterkapiteln werden verschiedene Beispiele aus der Fachliteratur angeführt, die sich mit den Aufwandswerten beim Verlegen von Bewehrung auf der Baustelle beschäftigen. Anhand dieser wird deutlich, wie stark die Angaben voneinander abweichen:

3.3.3.1 Kämpfe

In Abbildung 3.6 ist erkennbar, wie *Kämpfe* den Aufwandswert zum Verlegen der Bewehrung in Form einer hyperbolischen Kurve darstellt. Diese gibt den Zusammenhang zwischen dem Aufwandswert und dem durchschnittlichen Stabstahldurchmesser im Bewehrungskorb wieder. Begrenzt werden die Kurven durch zwei Asymptoten. Den mittleren Stabstahldurchmesser eines Bewehrungskorbs begrenzt *Kämpfe* nach unten mit 10 mm. Begründet durch die Notwendigkeit von Anlauf- und Abräumzeit am Beginn bzw. Ende der Verlegearbeiten bei jedem Bewehrungskorb, wird die Untergrenze des Aufwandswerts mit 3 Std/t angenommen.⁵¹

Damit der Aufwandswert der Bewehrungsverlegung praktikabler berechnet werden kann, gibt *Kämpfe* des Weiteren die Tabelle 3.6 für die Aufwandswerte in Abhängigkeit vom mittleren Stabdurchmesser an. Angedacht ist die Ermittlung des durchschnittlichen Aufwandswerts eines Bewehrungskorbs bzw. eines Bewehrungsplans durch Berechnung des mittleren Stabdurchmessers und anschließender linearer Interpolation der Aufwandswerte.

Die Kompliziertheit eines Bewehrungskorbs ist für *Kämpfe* an der Anzahl der Positionen und der Stückzahl je Position im Bewehrungsplan erkennbar. Neben einer Grafik, welche den exponentiellen Zusammenhang zwischen Aufwandswert und Positionsanzahl zeigt, werden beispielhafte Faktoren angeführt, um die sich der Aufwandswert in Abhängigkeit der Positionsanzahl erhöht.⁵² Die Faktoren aus Tabelle 3.7 sind demnach mit den Aufwandswerten aus Tabelle 3.6 zu multiplizieren, um durch die Eingangswerte des durchschnittlichen Stabstahldurchmessers und der Positionsanzahl den Aufwandswert für das Verlegen der Bewehrung zu erhalten.

⁵¹Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 183 f.

⁵²Vgl. *Kämpfe*; Bewehrungstechnik: S. 187.

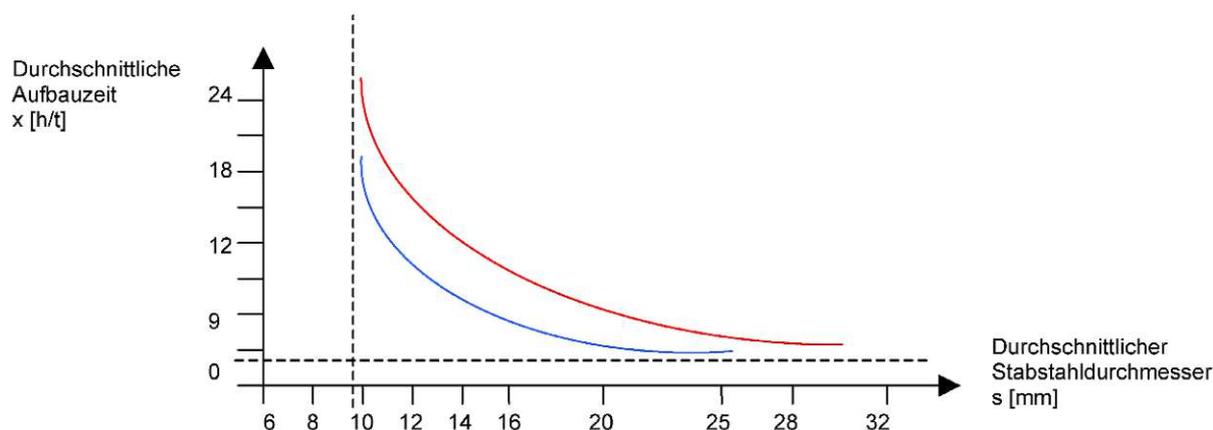


Abb. 3.6: Abhängigkeit der Geflechtaufbauzeit vom Stabstahldurchmesser.⁵³

Tab. 3.6: Zuordnung Stabdurchmessermittelwerte zur Geflechtaufbauzeit⁵⁴

Stabdurchmesser [mm]	Aufandswert [Std/t]
6	40
8	30
10	22
12	16
14	13
16	10
20	8
25	6
28	5
32	4

Tab. 3.7: Zuordnung der Positionsanzahl zum Aufandswert⁵⁵

Positionsanzahl [1/t]	Aufandswertfaktor [1]
80	4
50	3
20	2
10	1

3.3.3.2 Aigner

Aigner stellt in seiner Diplomarbeit *Aufandswerte für Stahlbetonarbeiten - Ein kritischer Vergleich von Literaturangaben* Aufandswerte für die Bewehrungsarbeiten verschiedener Bauteile aus der Literatur gegenüber.⁵⁶ Auch wenn die Diplomarbeit bereits im Jahr 2003 verfasst wurde, zeigt sie gut, wie die Angaben zu den Aufandswerten verschiedener Bauteile divergieren. Beispielhaft wird das in Tab. 3.8 anhand der Aufandswerte für Bewehrungsarbeiten an Wänden

⁵³Kämpfe; Bewehrungstechnik: S. 183; „h“ bedeutet in dieser Abbildung Lohnstunden.

⁵⁴Kämpfe; Bewehrungstechnik: S. 186.

⁵⁵Kämpfe; Bewehrungstechnik: S. 187.

⁵⁶Vgl. Aigner; Aufandswerte für Stahlbetonarbeiten - Ein kritischer Vergleich von Literaturangaben: S. 174 ff.

dargestellt. Neben den Unterschieden zwischen den Angaben der verschiedenen Autoren liegen auch die Minimum- und Maximumwerte einzelner Autoren um den Faktor vier auseinander.

Tab. 3.8: Aufwandswerte für Bewehrungsarbeiten an Wänden⁵⁷

Autor	min. AW [Std/t]	øAW [Std/t]	max. AW [Std/t]
ARH	10,00	26,00	42,00
Drees/Kurz	22,00	23,00	24,00
Hoffm./Kremer	16,00	26,00	36,00
Levsen	13,00	22,75	32,50
Meier	19,00	34,18	49,35
Platz	17,00	31,50	46,00
Plümecke	10,50	28,25	46,00
Durchschnitt	15,36	27,38	39,41

3.3.3.3 Weiss

In der Diplomarbeit *Kennzahlen für Stahlbetonarbeiten - Anwendung bei Hochbauprojekten* ermittelt Weiss unter anderem die mittleren Aufwandswerte für die Bewehrungsarbeiten untersuchter Hochbauten.⁵⁸ Weiss errechnet einen mittleren Aufwand von rund 25 Stunden pro Tonne für die Bewehrungsarbeiten und schließt aus dem hohen Aufwandswert, dass bei den untersuchten Bauwerken vor allem kleinere und mittlere Stabdurchmesser zum Einsatz gekommen sind. Aufwandswerte für verschiedene Bauteile werden bei Weiss nicht ermittelt, daher ist ein Vergleich mit den Werten von Aigner nicht möglich.

3.3.3.4 Wagner

Wagner untersucht in seiner Diplomarbeit *REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken* die Aufwandswerte für das Verlegen von Bewehrung bei Ortbetondecken⁵⁹ und vergleicht diese mit Aufwandswerten aus der Literatur des VÖBV.⁶⁰ Durch die statistische Bereinigung der Faktoren Stabdurchmesser, Bügelanteil, Kranbindung und Verteilzeit wird versucht die gemessenen Werte untereinander vergleichbar zu machen.⁶¹ Für die drei von Wagner untersuchten Projekte wurden durchschnittliche Aufwandswerte für das Verlegen von Stabstahl von 14,53 Std/t, 8,21 Std/t bzw. 2,84 Std/t gemessen.⁶² Ohne Kenntnis über die Zusammensetzung der Bewehrung haben die Aufwandswerte geringe Aussagekraft und sind nicht miteinander vergleichbar. Der geringe Aufwandswert von 2,84 Std/t wird unter anderem durch den Einsatz von vorgefertigter Elementbewehrung begründet.⁶³ Wagner kommt zum Schluss, dass die vor allem in der älteren Literatur angeführten Aufwandswerte, wie sie auch in Tabelle 3.8 angeführt sind, großteils überhöht und die Angaben des VÖBV am realistischsten sind. Begründet werden die erhöhten Werte in der Literatur mit der Übernahme der Bewehrungsverlegung durch spezialisierte Fachunternehmen. Außerdem ist der Vorfertigungsgrad der einzelnen Bewehrungsbestandteile

⁵⁷ Aigner; Aufwandswerte für Stahlbetonarbeiten - Ein kritischer Vergleich von Literaturangaben: S. 86.

⁵⁸ Vgl. Weiss; Kennzahlen für Stahlbetonarbeiten - Anwendung bei Hochbauprojekten: S. 125 ff.

⁵⁹ Vgl. Wagner; REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken: S. 74 ff.

⁶⁰ Vgl. Wagner; REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken: S. 157 ff.

⁶¹ Vgl. Wagner; REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken: S. 140 ff.

⁶² Vgl. Wagner; REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken: S. 157.

⁶³ Vgl. Wagner; REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken: S. 156.

deutlich höher als früher. Die Arbeiten auf der Baustelle beschränken sich dadurch auf das Verlegen der Bewehrung. Vor Ort wird praktisch kaum noch geschnitten und gebogen.⁶⁴

3.3.3.5 Fritsche/Blasy

Der *Bewehrungsatlas* von Fritsche/Blasy ist eine der aktuellsten und am häufigsten aktualisierten Quellen für die Aufwandswerte von Bewehrungsarbeiten. In der vorliegenden Arbeit werden daher vor allem die Angaben aus dem *Bewehrungsatlas* herangezogen, um Aufwandswerte unter verschiedenen Einflüssen darzustellen. Um die Hindernisse bei der Kalkulierbarkeit der Bewehrungsarbeiten aufzuzeigen, ist in erster Linie das Verhältnis der Aufwandswerte bei verschiedenen Bedingungen wichtig. Für die Kalkulation selbst sind konkrete Aufwandswerte wesentlich. Analysiert man lediglich die Kalkulierbarkeit, ist es ausreichend die Größenordnung der Aufwandswerte unter verschiedenen Rahmenbedingungen zu kennen.

In Abbildung 3.7 wird der durchschnittliche Verlegeaufwand in Abhängigkeit von Stabdurchmesser und Biegeform dargestellt. Aufgrund der geringen Masse pro Meter sind die Aufwandswerte bei kleineren Durchmessern deutlich höher als bei größeren Durchmessern. Beim Einsatz kompliziert gebogener Bewehrung erhöht sich der Arbeitsaufwand im Vergleich zur Verwendung gerader Stäbe in etwa um den Faktor drei.

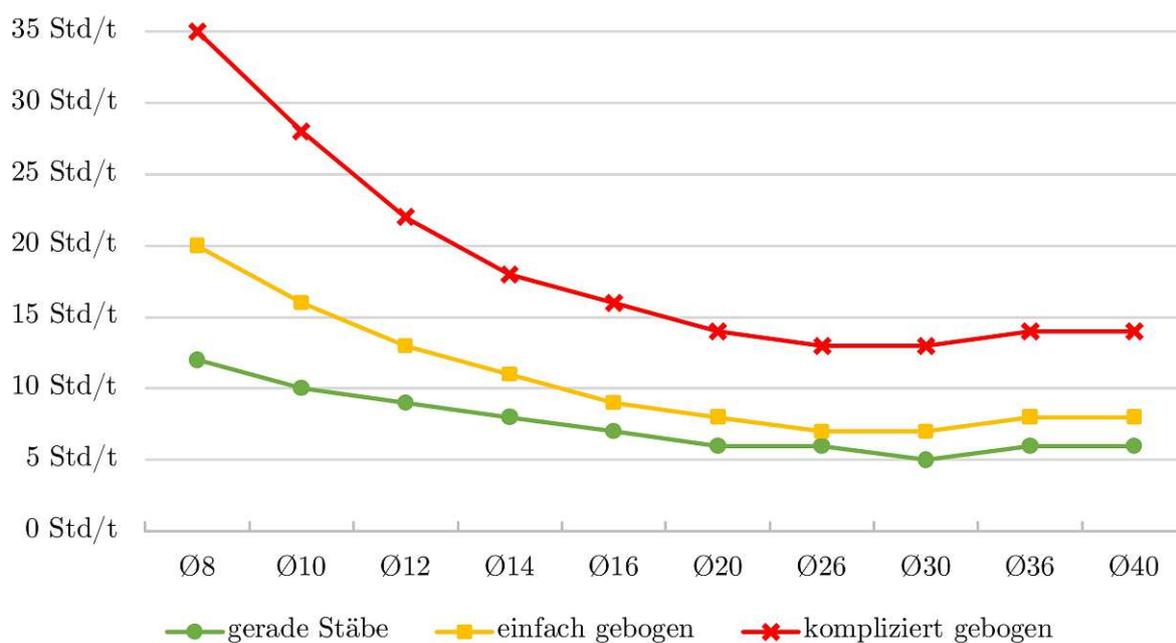


Abb. 3.7: Durchschnittlicher Verlegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform⁶⁵

Durch Multiplikation der Aufwandswerte in der Einheit Std/t mit der Masse des Bewehrungsstahls in t/km erhält man die Aufwandswerte in der Einheit Std/km.

⁶⁴Vgl. Wagner; REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken: S. 159.

⁶⁵Vgl. Fritsche/Blasy; Bewehrungsatlas: S. 279.

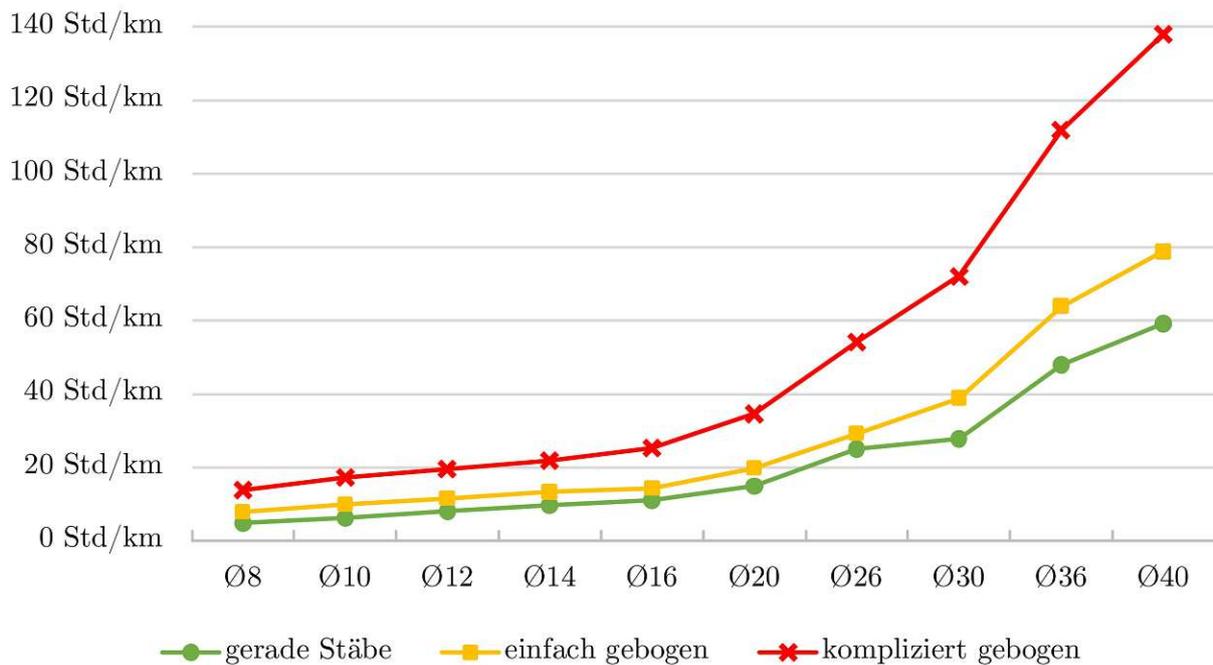


Abb. 3.8: Durchschnittlicher Verlegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform⁶⁶

Abbildung 3.8 zeigt, dass der Verlegeaufwand bei Betrachtung in Lohnstunden pro Längeneinheit, anders als bei Betrachtung in Lohnstunden pro Gewichtseinheit, mit zunehmendem Durchmesser stark ansteigt.

Ein trivialer Grund dafür ist, dass für die Manipulation von schweren Positionen im Bewehrungskorb mehrere Arbeiter gleichzeitig notwendig sind. Ein 10 m langer Bewehrungsstab mit einem Durchmesser von 10 mm hat eine Masse von rund 6 kg. Dieser kann problemlos von zwei Arbeitern an die richtige Stelle im Bewehrungskorb gehoben werden. Ein 10 m langer Stab mit einem Durchmesser von 36 mm hat eine Masse von 80 kg und muss dementsprechend von mehr als zwei Arbeitern versetzt werden.

Neben der Betrachtung der Aufwandswerte in Abhängigkeit der Kaliber und Biegeform gibt es auch Angaben zu verschiedenen Bauteilen.⁶⁷ Die Verwendung der Aufwandswerte von Bauteilen hat den Vorteil, dass keine Angaben zu der Bewehrung eines konkreten Bauteils vorliegen müssen. Ohne Angaben über die Bewehrung ist jedoch zu hinterfragen, inwieweit das Heranziehen der Aufwandswerte aus der Literatur überhaupt Sinn macht. So ist beispielsweise die Bandbreite der Aufwandswerte für eine Fundamentplatte im Hochbau im *Bewehrungsatlas* inklusive Streubereiche mit 5,7-12,6 Std/t angegeben.⁶⁸ Eine qualifizierte Schätzung unter Berücksichtigung der bekannten Einflussfaktoren ist in diesem Fall daher notwendig.

⁶⁶Eigene Darstellung.

⁶⁷Vgl. *Fritsche/Blasy*; *Bewehrungsatlas*: S. 278.

⁶⁸Vgl. *Fritsche/Blasy*; *Bewehrungsatlas*: S. 278.

3.4 Beispiel: Lohnkosten für das Schneiden, Biegen und Verlegen

In diesem Kapitel werden die Materialkosten und die Verlegekosten zu den Gesamtkosten der Bewehrungsarbeiten zusammengeführt. Dabei werden nicht beeinflussbare Faktoren wie der weltweit gehandelte Stahlpreis ausgeklammert. Der Fokus liegt daher auf der Betrachtung der Lohnkosten, genauer der Bearbeitungskosten in der Eisenbiegerei in Kombination mit den Verlegekosten auf der Baustelle. Viele Parameter der Bewehrung beeinflussen sowohl Teile der Materialkosten als auch die Verlegekosten. Anhand eines Beispiels werden die gravierenden Unterschiede der Aufwandswerte und somit der Kosten von zwei unterschiedlichen Bewehrungskonfigurationen eines Bauteils betrachtet.

3.4.1 Aufwandswerte Schneiden, Biegen, Verlegen

Summiert man die Werte des durchschnittlichen Schneide- und Biegeaufwands aus Abbildung 3.3 mit den Werten des durchschnittlichen Verlegeaufwands aus Abbildung 3.7 erhält man die durchschnittlichen Aufwandswerte für das Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung. Wie in Abbildung 3.9 ersichtlich, gilt auch bei den summierten Aufwandswerten der Grundsatz, dass kleine bzw. gebogene Stäbe einen deutlich höheren Aufwand erfordern als große Durchmesser bzw. gerade Stäbe.

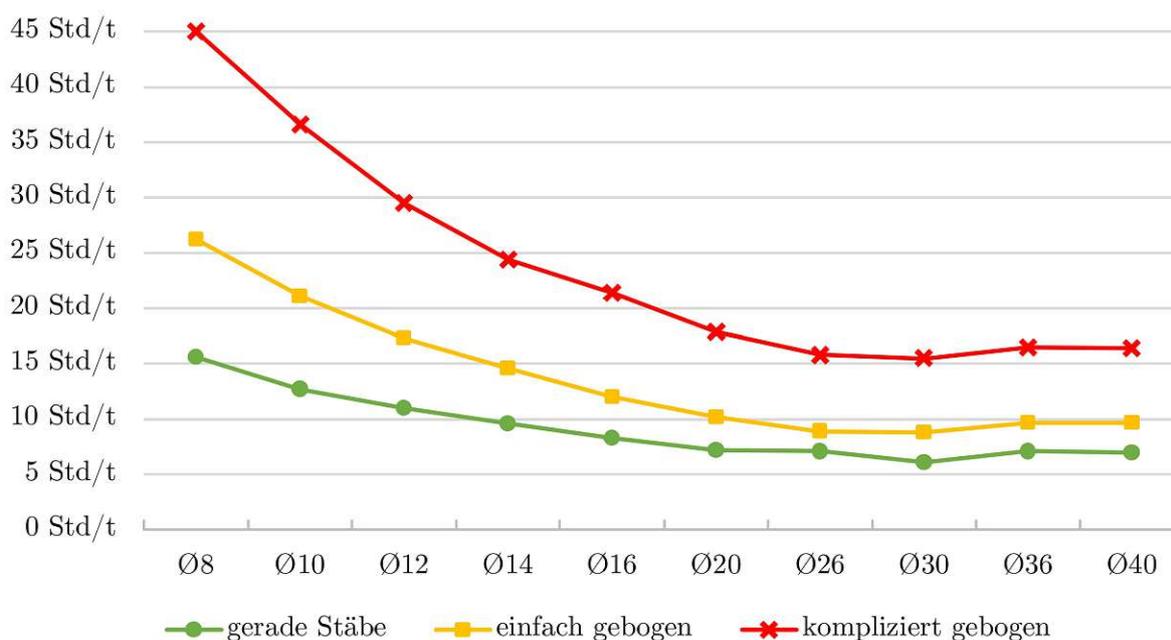


Abb. 3.9: Durchschnittlicher Aufwand für das Schneiden, Biegen und Verlegen in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform⁶⁹

3.4.2 Beispiel: Lohnkosten in Abhängigkeit der Einflussfaktoren

Im Buch *Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061* zeigt *Kropik* die Besonderheiten bei der Abrechnung nach Gewichtseinheiten am Beispiel Stahlbau.⁷⁰ In Anlehnung daran wird in

⁶⁹Eigene Darstellung.

⁷⁰Vgl. *Kropik*; *Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061*: S. 680.

diesem Kapitel anhand eines Beispiels die Abhängigkeit der Kosten von Bewehrungsarbeiten von den verschiedenen Einflussfaktoren veranschaulicht.

3.4.2.1 Kalkulationsgrundlage: Ausschreibung

Für dieses Beispiel wird ein Deckenfeld herangezogen. Aus den Ausschreibungsunterlagen gehen folgende Eigenschaften hervor:

- Breite: 14,60 m
- Länge: 29,60 m
- Dicke: 0,22 m
- Volumen: 95,08 m³
- Bewehrungsgrad: 100 kg/m³
- Bewehrungsmenge: 9508 kg

Es wird angenommen, dass die Ausschreibungsunterlagen keine Bewehrungspläne enthalten. Daher wird die Kaliberverteilung aus Abbildung 3.1 zur Kalkulation herangezogen. Aufgrund der geringen Spannweite wird die Verwendung der Stabdurchmesser 8 mm bis 20 mm angenommen. Der Anteil der Kaliber 26 mm bis 40 mm wird mit 0% angesetzt. Da die Stabdurchmesser 8 mm bis 20 mm gemäß Abbildung 3.1 im Hochbau einen durchschnittlichen Anteil von 87% haben, wird ihr Anteil an der Durchmesserverteilung in diesem Beispiel dementsprechend um den Faktor 1,15 erhöht. Aufgrund der einfachen Deckenform wird angenommen, dass 70% der Stäbe gerade, 20% einfach gebogen und 10% kompliziert gebogen sind. Die Verteilung der Biegeformen aus Tabelle 3.4 ist deshalb nur bedingt anwendbar. Die Bewehrung setzt sich somit wie folgt zusammen:

Tab. 3.9: Bewehrungszusammensetzung Kalkulationsgrundlage: Ausschreibung⁷¹

DN [mm]	8	10	12	14	16	20
DN Verteilung [%]	5,6	27,8	25,4	10,0	14,3	16,9
gerade Stäbe [kg]	375	1851	1691	666	949	1125
einfach gebogen [kg]	107	529	483	190	271	321
kompliziert gebogen [kg]	54	264	242	95	136	161
Σ [kg]	535	2645	2415	951	1355	1606

Durch Multiplikation der Tabelle 3.9 mit den Aufwandswerten der Abbildung 3.9 erhält man Tabelle 3.10, die zeigt, welche Lohnstunden in der Biegerei und auf der Baustelle anfallen:

Aufgrund der aktuell besonders starken Schwankungen des Materialpreises wird in diesem Beispiel nur der Lohn, ohne Material- und sonstigen Kosten betrachtet. Bei einem angenommenen Mittellohnpreis von € 40,00 ergibt sich der Preisanteil Lohn für das Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung in der Biegerei und auf der Baustelle mit € 5.170,01 bzw. € 0,54 pro kg.

Auf Grundlage dieser Berechnung wird der Preisanteil Lohn für die Bewehrung der Decke mit € 0,54 pro kg angeboten.

⁷¹Eigene Tabelle.

Tab. 3.10: Lohnstunden Kalkulationsgrundlage: Ausschreibung⁷²

DN [mm]	8	10	12	14	16	20
gerade Stäbe [h]	5,85	23,51	18,60	6,39	7,87	8,10
einfach gebogen [h]	2,81	11,16	8,36	2,78	3,25	3,28
kompliziert gebogen [h]	2,41	9,68	7,12	2,32	2,90	2,88
Σ [h]	129,25					

3.4.2.2 Kalkulationsgrundlage: Bewehrungsplan

Nach Vertragsabschluss und wenige Wochen vor dem geplanten Termin der Bewehrungsverlegung für das gegenständliche Deckenfeld, übermittelt die Tragwerksplanung den Bewehrungsplan an den Baumeisterbetrieb. Bei der Erstellung hat die Tragwerksplanung darauf geachtet, Bewehrung einzusparen, also so wenig Bewehrungsmasse wie möglich vorzusehen. Dem Bewehrungsplan sind folgende veränderte Eigenschaften zu entnehmen:

- Bewehrungsgrad: 82,52 kg/m³
- Bewehrungsmenge: 7846 kg

Die Bewehrung setzt sich wie in Tabelle 3.11 dargestellt zusammen:

Tab. 3.11: Bewehrungszusammensetzung Kalkulationsgrundlage: Bewehrungsplan⁷³

DN [mm]	8	10	12	14	16	20
DN Verteilung [%]	3,3	75,6	5,2	15,9	0	0
gerade Stäbe [kg]	206	4154	366	998	0	0
einfach gebogen [kg]	51	890	41	250	0	0
kompliziert gebogen [kg]	0	890	0	0	0	0
Σ [kg]	257	5934	407	1248	0	0

Durch die Bemühungen der Tragwerksplanung Bewehrungsmasse einzusparen, wurde die Bewehrung kleinteiliger. In der Positionsliste des Bewehrungsplans werden 103 Positionen aufgelistet. Pro Tonne gibt es durchschnittlich rund 13 Positionen. Würde man bei dieser Berechnung die Annahmen verschiedener Autoren gleichzeitig einfließen lassen, müsste man beispielsweise die Tabelle 3.6 berücksichtigen und den Aufwandswert für das Verlegen der Bewehrung, aufgrund der Komplexität des Bewehrungskorbs, um den Faktor 1,3 erhöhen. Um das Beispiel einfach zu halten, werden hier nur die Werte des *Bewehrungsatlas* herangezogen. Durch Multiplikation der Tabelle 3.11 mit den Aufwandswerten der Abbildung 3.9 erhält man folgende Tabelle mit jenen Lohnstunden, die in der Biegerei und auf der Baustelle anfallen:

Bei einem angenommenen Mittellohnpreis von € 40,00 ergibt sich der Preisanteil Lohn für das Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung in der Biegerei und auf der Baustelle mit € 5.065,13 bzw. € 0,65 pro kg.

Vergleicht man die Kalkulation auf Grundlage der Ausschreibung mit der Kalkulation auf

⁷²Eigene Tabelle.

⁷³Eigene Tabelle.

Tab. 3.12: Lohnstunden Kalkulationsgrundlage: Ausschreibung⁷⁴

DN [mm]	8	10	12	14	16	20
gerade Stäbe [h]	3,21	52,75	4,03	9,58	0,00	0,00
einfach gebogen [h]	1,35	18,78	0,70	3,64	0,00	0,00
kompliziert gebogen [h]	0,00	32,58	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ [h]	126,63					

Grundlage des Bewehrungsplans erkennt man, dass die Bewehrungsmenge deutlich von rund 9,51 t auf 7,85 t gesunken ist. Aufgrund der Abrechnung nach Gewichtseinheiten sinkt die Vergütung im gleichen Maße. Die Lohnstunden sinken zwar ebenfalls, aufgrund der kleineren Kaliber allerdings nur unwesentlich von 130 Std auf 127 Std. Für das ausführende Unternehmen entsteht somit praktisch keine Ersparnis, während sich die Vergütung drastisch reduziert. Wie schon *Kropik* für den Stahlbau gezeigt hat, ist die Vergütung von Gewichtseinheiten dann problematisch, wenn der Aufwand auch von anderen Faktoren als der Masse abhängt.

Der Vollständigkeit halber muss erwähnt werden, dass die Differenz zwischen der kalkulierten und der ausgeführten Leistung auch konträr zu diesem Beispiel, also für den Auftragnehmer günstig ausfallen kann.

⁷⁴Eigene Tabelle.

Kapitel 4

Bewehrungsarbeiten in der *Leistungsbeschreibung Hochbau*

In diesem Kapitel werden Ausschreibungen im Allgemeinen und die Ausschreibung von Bewehrungsarbeiten mit der *Leistungsbeschreibung Hochbau* im Besonderen betrachtet. Zunächst werden verschiedene Ausschreibungsarten sowie die Vorgabe des Bundesvergabegesetzes zu Ausschreibungen öffentlicher Auftraggeber beschrieben. Anschließend werden die standardisierten Positionen für Bewehrungsarbeiten in der aktuell gültigen LB-HB Version 022 analysiert. Diese sind in der Leistungsgruppe 07: Beton- und Stahlbetonarbeiten angeführt.¹ Wesentlich für die Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten ist die Frage, ob die Leistungen der Bewehrungsarbeiten durch die vorgegebenen Positionen der LB-HB erfasst werden können. Durch den Vergleich der aktuellen Fassung mit den Vorgängerversionen, wird die Entwicklung der LB-HB im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte nachvollzogen. Der Vergleich der LB-HB mit den Werkverträgen von Baustahlunternehmen, welche im nächsten Kapitel behandelt werden, vermittelt einen Eindruck davon, welche Gemeinsamkeiten und Divergenzen zwischen der Abrechnung des Baustahlunternehmens mit dem Baumeisterbetrieb und jener zwischen dem Baumeisterbetrieb und dem Bauherrn existieren.

4.1 Ausschreibungen

Grundsätzlich ist bei Ausschreibungen zu unterscheiden, ob diese von einem öffentlichen Auftraggeber stammen oder nicht. Bei der Ausschreibung einer Leistung durch einen öffentlichen Auftraggeber ist gemäß § 4 Abs. (1) Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (Bundesvergabegesetz 2018 – BVergG 2018) zu beachten. In § 88 Abs. (2) BVergG 2018 wird festgelegt, dass die Ausschreibungsunterlagen so auszuarbeiten sind, dass Bieter die Preise ohne unverhältnismäßige Ausarbeitungen und ohne Übernahme nicht kalkulierbarer Risiken ermitteln können. Alle anderen Auftraggeber unterliegen diesem nicht. Ihnen steht grundsätzlich frei, wie sie die Ausschreibung gestalten.

Dennoch lässt sich anhand der Vorgaben und Definitionen im Bundesvergabegesetz gut erkennen, wie Ausschreibung grundsätzlich gestaltet werden. Den Kern der Ausschreibungsunterlagen bildet in der Regel eine Leistungsbeschreibung. In dieser werden alle anzubietenden Leistungen definiert. Für diese Arbeit sind vor allem die Möglichkeiten der Leistungsbeschreibung interessant. Unterschieden wird grundsätzlich zwischen konstruktiven und funktionalen Leistungsbeschreibungen.

4.1.1 Funktionale Leistungsbeschreibung

Gemäß § 103 Abs. (3) BVergG 2018 ist bei einer funktionalen Leistungsbeschreibung die Leistung als Aufgabenstellung durch Festlegung von Leistungs- und Funktionsanforderungen zu beschrei-

¹Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 f.

ben. In § 104 Abs. (2) BVergG 2018 ist festgelegt, dass die technischen Spezifikationen an das Leistungsziel hinreichend neutral und genau beschrieben werden müssen. Die Anforderungen der fertigen Leistung aus technischer, wirtschaftlicher, gestalterischer und funktionaler Hinsicht müssen klar erkennbar sein, sodass für die Bieter Klarheit hinsichtlich des Auftragsgegenstands herrscht. Oft werden diese Spezifikationen in einer so genannten Bau- und Ausstattungsbeschreibung aufgelistet. Diese kann durch Pläne, Muster, Proben und Modelle ergänzt werden. Im Gegensatz zur konstruktiven Leistungsbeschreibung ist bei der funktionalen Leistungsbeschreibung in erster Linie das Leistungsziel, nicht die Leistung selbst, zu beschreiben.

Die Leistung der Bewehrungsarbeiten wird in einer funktionalen Leistungsbeschreibung eines Hochbaus nicht oder nur sehr oberflächlich beschrieben. Wenn überhaupt werden die Anforderungen an die Bewehrungsarbeiten nur indirekt definiert, beispielsweise durch erhöhte Anforderungen an die Durchbiegung von Decken oder die Erdbebensicherheit.

4.1.2 Konstruktive Leistungsbeschreibung

Bei der konstruktiven Leistungsbeschreibung ist gemäß § 103 Abs. (2) BVergG 2018 das Ziel eine vollständige und eindeutige Beschreibung der Leistung. Die Gesamtleistung ist gemäß § 105 Abs. (1) BVergG 2018 zusammenfassend zu beschreiben und in einem Leistungsverzeichnis aufzugliedern. Bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses werden Leistungen unterschiedlicher Art aufgeschlüsselt. Zudem wird festgelegt, wie die Preise aufgegliedert werden müssen. Am häufigsten ist eine Unterteilung in Lohn und in Sonstiges. Aber auch die Aufschlüsselung der Preisbestandteile Lieferung, Montage, usw. kann verlangt werden. Alle Teilleistungen eines Leistungsverzeichnisses sind in durchnummerierte Ordnungszahlen, sogenannten Positionen, gegliedert. Gemäß § 105 Abs. (2) BVergG 2018 sind auch die Mengen der Leistungen so genau wie möglich zu bestimmen. Die Beschreibung der Leistung muss nach § 88 Abs. (3) BVergG 2018 geeignet sein, um in derselben Fassung für das Angebot und für den Leistungsvertrag verwendet zu werden. Falls zu der ausgeschriebenen Leistung Leitlinien wie ÖNORMEN oder standardisierte Leistungsbeschreibungen vorhanden sind, müssen öffentliche Auftraggeber diese gemäß § 105 Abs. (3) BVergG 2018 bei der Ausschreibung berücksichtigen. Für Bauleistungen gibt es mehrere standardisierte Leistungsbeschreibungen, zum Beispiel für Verkehr und Infrastruktur (LB-VI)², Haustechnik (LB-HT)³ und Hochbau (LB-HB).⁴

4.2 Anforderungen an Leistungsbeschreibungen

Die Anforderungen an Leistungsbeschreibungen werden in der ÖNORM A 2063: Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) und der ONR 12010: Standardisierte Leistungsbeschreibungen definiert. Standardisierte Leistungsbeschreibungen sind Sammlungen von standardisierten Texten, die so erstellt werden sollen, dass mit Hilfe ihrer Anwendung Ausschreibungen für kalkulierbare Angebote ohne Übernahme nicht kalkulierbarer Risiken erstellt werden können. Die Herausgeber von Leistungsbeschreibungen sollen damit einen Konsens der beteiligten Anwender abbilden.⁵ Herausgeber der aktuell gül-

²Vgl. *FSV*; LB-Verkehr und Infrastruktur, <http://www.fsv.at/cms/default.aspx?ID=422b9d15-5b75-4631-8aab-02be145641fc>; letzter Zugriff am: 28.12.2021.

³Vgl. *BMDW*; LB-Haustechnik, <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Haustechnik.html>; letzter Zugriff am: 28.12.2021.

⁴Vgl. *BMDW*; LB-Hochbau, <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html>; letzter Zugriff am: 28.12.2021.

⁵Vgl. *ON Österreichisches Normungsinstitut*; ONR 12010: 01.03.2008, S. 3 f.

tigen LB-HB Version 022 ist das Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort.⁶

Leistungsbeschreibungen müssen wie folgt gegliedert sein:⁷

- Leistungsgruppe (LG)
- Unterleistungsgruppe (ULG)
- Wählbare Vorbemerkung oder Position

Eine Position ist die kleinste Einheit einer Leistungsbeschreibung bzw. eines Leistungsverzeichnisses und besteht aus:⁸

- Positionsnummer
- Überschrift (Positionsstichwort)
- Beschreibung (Text)
- Lücken (Ausschreiberlücken, Stickwortlücke, Bieterlücke)
- Preisgliederung (z.B. Zweiergliederung mit Lohn, Sonstiges)

Leistungsbeschreibungen bestehen aus ungeteilten und geteilten Positionen. Ungeteilte Positionen beschreiben lediglich eine Leistung und bestehen daher nur aus einem Textfeld. Die Positionsnummer ungeteilter Positionen besteht aus sechs Ziffern, welche die LG, ULG und Position anzeigen.

Geteilte Positionen beschreiben gleichartige Leistungen in verschiedenen Ausführungen oder verschiedene zusammengehörige Bestandteile einer Leistung.⁹ Beispielsweise besteht die geteilte Position zur Herstellung einer Stahlbetonbrüstung aus einem Grundtext mit einer sechsstelligen Nummer. Auf diesen Grundtext folgen drei Positionen zum Beton, eine zur Schalung und zwei zur Bewehrung. Diese Positionen haben die gleiche Positionsnummer wie der zugehörige Grundtext, gefolgt von einem Buchstaben.¹⁰

Der Herausgeber hat die Leistungsbeschreibung aktuell zu halten. Aktualisierungen können einzelne Leistungsgruppen oder die Leistungsbeschreibung als Ganzes umfassen. In jedem Fall sind bei einer Veränderung die Versionsnummer und das Versionsdatum anzupassen.¹¹

4.3 Leistungsbeschreibung Hochbau Version 022

Die standardisierte *Leistungsbeschreibung Hochbau* ist auf der Website des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort zum Download verfügbar. Die aktuelle Version hat die Nummer 022. Im Gegensatz zu den vorherigen LB-HB sind die pdf.-Dateien der aktuellen

⁶Vgl. *BMDW*; LB-Hochbau, <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html>; letzter Zugriff am: 12.02.2022.

⁷Vgl. *Austrian Standards Institute*; ÖNORM A 2063-1: 15.03.2021, S. 9.

⁸*BMWFJ*; Leitfaden für die Anwendung der StLB; Hochbau 019 und Haustechnik 010: S. 26.

⁹Vgl. *BMWFJ*; Leitfaden für die Anwendung der StLB; Hochbau 019 und Haustechnik 010: S. 27.

¹⁰Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 9. und *BMWFJ*; Leitfaden für die Anwendung der StLB; Hochbau 019 und Haustechnik 010: S. 26.

¹¹Vgl. *ON Österreichisches Normungsinstitut*; ONR 12010: 01.03.2008, S. 5.

LB-HB bereits in einzelne Leistungsgruppen aufgeteilt. Die Nummerierung beginnt bei LG 00 - Allgemeine Bestimmungen und reicht bis LG 80 - Injektionsarbeiten.¹² Da einige Nummern als Platzhalter freigelassen und im Laufe der Jahre Leistungsgruppen zusammengelegt wurden, besteht die LB-HB 022 aus 59 Leistungsgruppen. Die Leistungsgruppen 02 bis 20 werden häufig als Baumeisterarbeiten und jene ab LG 21 als Professionistenarbeiten bezeichnet. In einigen Versionen der LB-HB wurden diese Bezeichnungen für Zusammenfassungen von Leistungsgruppen in Arbeitskategorien verwendet.¹³ Die Leistung der Bewehrungsarbeiten ist, wie auch in früheren Versionen der LB-HB, in der LG 07 - Beton- und Stahlbetonarbeiten erfasst.¹⁴

4.3.1 Gliederung

Die LG 07 ist in folgende Unterleistungsgruppen gegliedert:¹⁵

- ULG 0700 Wählbare Vorbemerkungen
- ULG 0701 Flachgründungen, Bodenkonstruktionen
- ULG 0702 Wände, Balken und Stützen
- ULG 0703 Decken
- ULG 0704 Dachkonstruktionen
- ULG 0708 Schächte, Kollektoren, spezielle Konstruktionen
- ULG 0711 Einbauteile
- ULG 0721 Fugen
- ULG 0725 Doppelwandelemente aus Beton
- ULG 0770 Monolithische Fließbetonbodenplatte
- ULG 0781 Instandsetzungsarbeiten

Da Beton und Stahlbeton in verschiedensten Bauteilarten eingesetzt wird, erscheint die Gliederung der LG 07 logisch. Andere Leistungsgruppen wie z.B. LG 08 - Mauerarbeiten sind gezwungenermaßen ohnehin auf eine Bauteilart begrenzt. Dementsprechend gliedern sich die ULG in die verschiedenen Ausführungsarten. Bei der LG 08 beispielsweise in die ULG 0801-Mauerwerk aus Normalformat (NF)-Steinen oder die ULG 0802 - Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ).¹⁶ Im Vergleich zur LG 07 umfassen die ULG in LG 08 einen kleineren Bereich.

¹²Vgl. *BMDW*; LB-Hochbau, <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html>; letzter Zugriff am: 12.02.2022.

¹³Vgl. *BMWFJ*; LB-HB; Version: 020: S. 13. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019: S. 9.

¹⁴Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff.

¹⁵*BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff.

¹⁶Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 08: S. 1ff.

4.3.2 Allgemeine Vorbemerkungen

Die Vorbemerkungen am Anfang der Leistungsgruppe gelten für alle Positionen innerhalb dieser LG, sofern eigene Vorbemerkungen bei Unterleistungsgruppen oder Positionen nichts anderes angeben. Als Bewehrungsstahl wird die Güte B 550 für Stabstahl und M 550 für Bewehrungsmatten festgelegt. Stabstahl mit den Durchmessern 8 mm bis 36 mm gilt als Standardbewehrung. Bei Bewehrungsmatten handelt es sich dann um Standardbewehrung sofern das Flächengewicht mehr als 2,1 kg/m² beträgt.

Für die Aufmaßermittlung und die Abrechnung wird festgelegt, dass nach dem Gewicht des Stahls abgerechnet wird. Sofern sonstige Bestandteile des Bewehrungsgeflechts, wie z.B. Bügel und Abstandhalter, ebenfalls aus Stahl sind, werden auch diese nach ihrem Gewicht abgerechnet. Die Bestandteile der Bewehrung sind durch die Tragwerksplanung in einer Liste mit Bewehrungspositionen und den zugehörigen Massen aufzugliedern, um diese für Auftragnehmer und Auftraggeber ersichtlich und prüfbar zu machen.

Bei der Höhenlage der Leistungen der LG 07 wird zwischen Leistungen von 0,0 m bis 3,2 m und jenen über 3,2 m unterschieden. Diese Differenzierung wird auch bei einigen Positionen angewandt, die die Bewehrung betreffen. Bei Bauteilen über 3,2 m wird das gesamte Bauteil mit der Position über 3,2 m abgerechnet und nicht nur jener Teil, der höher als 3,2 m liegt. Bei Positionen für Leistungen bis über 3,2 m Arbeitshöhe ist eine Stichwortlücke für die Höhenangabe vorgesehen.¹⁷

Nach den Vorbemerkungen folgt ein Kommentar mit Erläuterungen, unter anderem zu den Bewehrungsarbeiten. Der Kommentar beinhaltet Beispiele für jene Positionen, die nicht in den standardisierten Positionen erfasst sind und daher frei formuliert werden müssen. Die Bewehrung betreffend werden etwa folgende Beispiele genannt:¹⁸

- Sonderbewehrungen
 - Ankerstangen
 - Gewindestahl
 - nicht rostender Stahl
 - Querkraftdorne
- Der notwendige Einsatz von besonders vielen kleinen Durchmessern anstelle einer geringeren Anzahl größerer Durchmesser.
- Stabstahl mit Durchmessern über 36 mm

Am Ende der Vorbemerkungen der LG 07 befindet sich eine Auflistung mit zur Vorgängerversion 021 geänderten Positionen.¹⁹ Der Vergleich der aktuellen Version mit den Vorgängerversionen der letzten zwei Jahrzehnte erfolgt im nächsten Unterkapitel und wird daher an dieser Stelle nicht thematisiert.

¹⁷Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 2 ff.

¹⁸*BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 3.

¹⁹Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 3 f.

4.3.3 Positionen

Für die Leistungen der Bewehrungsarbeiten in der LG 07 können zwei Arten von Positionen unterschieden werden. Der Großteil der Positionen umfasst nur die Bewehrungsarbeiten einer Bauteilart. Diese Positionen werden vollständig in Tabelle 4.1 aufgelistet. Die Positionsstichworte sind teilweise verkürzt angeführt. Erläuternde Bemerkungen wurden übernommen, sofern es die Verständlichkeit erfordert.

Tab. 4.1: Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung²⁰

LGPosNr.	Positionsstichwort	Einheit
0701	Flachgründungen, Bodenkonstruktionen	
070103	Unterbeton	
070103V	Bewehrung Stabst.Unterbeton	kg
070103W	Bewehrung Matten Unterbeton	kg
070105	Einzelfundamente aus Beton	
070105V	Bewehrung Stabst.Einzelfundamente	kg
070105W	Bewehrung Matten Einzelfundamente	kg
070106	Streifenfundamente und Frostschrüzen aus Beton	
070106V	Bewehrung Stabst.Streifenfundament/Frostschrüzen	kg
070106W	Bewehrung Matten Streifenfundament/Frostschrüze	kg
070107	Fundamentplatten aus Beton	
070107V	Bewehrung Stabst.Fundamentplatte	kg
070107W	Bewehrung Matten Fundamentplatte	kg
070113	Unterfangungs-Fundamente aus Beton	
070113V	Bewehrung Stabst.Unterfangung-Fundamente	kg
070113W	Bewehrung Matten Unterfangung-Fundamente	kg
0702	Wände,Balken und Stützen	
070201	Wände aus Beton. Bauteilhöhe über Null bis 3,2 m.	
070201V	Bewehrung Stabst.Betonwand b.3,2 m	kg
070201W	Bewehrung Matten Betonwand b.3,2 m	kg
070203	Wände aus Beton. Bauteilhöhe über Null bis über 3,2 m.	
070203V	Bewehrung Stabst.Betonwand ü.3,2 m	kg
070203W	Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2 m	kg
070209	Brüstungen, Attiken, Parapete	
070209V	Bewehrung Stabst.Beton Brüstung/Attika/Parapet	kg
070209W	Bewehrung Matten Beton Brüstung/Attika/Parapet	kg
070214	Stützen aus Beton. Bauteilhöhe über Null bis 3,2 m.	
070214T	Bewehrung Stabst.Beton Stützen b.3,2 m	kg
070215	Stützen aus Beton. Bauteilhöhe über Null bis über 3,2 m.	
070215T	Bewehrung Stabst.Beton Stützen ü.3,2 m	kg

Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgeführt

²⁰Vgl. BMDW ; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 5 ff.

Tab. 4.1: Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung (Fortsetzung)

LGPosNr.	Positionsstichwort	Einheit
070218	Balken, Träger, Über- oder Unterzüge und Roste aus Beton. Unterstellungshöhe über Null bis 3,2 m.	
070218V	Bewehrung Stabst.Beton Balk/Rost b.3,2 m	kg
070219	Balken, Träger, Über- oder Unterzüge und Roste aus Beton. Unterstellungshöhe über Null bis über 3,2 m.	
070219V	Bewehrung Stabst.Beton Balken/Rost ü.3,2 m	kg
070295	Bewehrungs-Rückbiegeanschluss für Wände, Balken und Roste aus Beton.	
070295A	Anschlusselement Wand 1-reihig	m
070295B	Anschlusselement Wand 2-reihig	m
0703	Decken	
070301	Decken und Kragplatten aus Beton mit ebener Untersicht. Unterstellungshöhe über Null bis 3,2 m.	
070301V	Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2 m	kg
070301W	Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2 m	kg
070302	Decken und Kragplatten aus Beton mit ebener Untersicht. Unterstellungshöhe über Null bis über 3,2 m.	
070302V	Bewehrung Stabst.D/Kragpl.ü.3,2 m	kg
070302W	Bewehrung Matten D/Kragpl.ü.3,2 m	kg
070309	Stahlbetondecken aus bewehrten Elementdecken	
070309Y	Bewehrung für Elementdecken b.3,2 m	kg
070311	Stahlbetondecken aus bewehrten Elementdecken	
070311Y	Bewehrung für Elementdecken ü.3,2 m	kg
070316	Plattenbalkendecke. Unterstellungshöhe über Null bis 3,2 m.	
070316V	Bewehrung Stabst.Plattenbalkend.b.3,2 m	kg
070316W	Bewehrung Matten Plattenbalkend.b.3,2 m	kg
070317	Plattenbalkendecke. Unterstellungshöhe über Null bis über 3,2 m.	
070317V	Bewehrung Stabst.Plattenbalkend.ü.3,2 m	kg
070317W	Bewehrung Matten Plattenbalkend.ü.3,2 m	kg
070318	Kassettendecke. Unterstellungshöhe über Null bis 3,2 m.	
070318V	Bewehrung Stabst.KassettenD b.3,2 m	kg
070318W	Bewehrung Matten KassettenD b.3,2 m	kg
070319	Kassettendecke. Unterstellungshöhe über Null bis über 3,2 m.	
070319V	Bewehrung Stabst.KassettenD ü.3,2 m	kg
070319W	Bewehrung Matten KassettenD ü.3,2 m	kg
070320	Stahlbetonplatten über Aufzugsschächten.	
070320V	Bewehrung Stabst.Platte Aufzugsschacht	kg

Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgeführt

Tab. 4.1: Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung (Fortsetzung)

LGPoSNr.	Positionsstichwort	Einheit
070320W	Bewehrung Matten Platte Aufzugsschacht	kg
070325	Treppenlauf- und Zwischenpodestplatten aus Beton. Unterstellungshöhe über Null bis 3,2 m.	
070325V	Bewehrung Stabst.Treppen b.3,2 m	kg
070325W	Bewehrung Matte Treppen b.3,2 m	kg
070326	Treppenlauf- und Zwischenpodestplatten aus Beton. Unterstellungshöhe über Null bis über 3,2 m.	
070326V	Bewehrung Stabst.Treppen ü.3,2 m	kg
070326W	Bewehrung Matte Treppen ü.3,2 m	kg
070395	Bewehrungs-Rückbiegeanschluss für Decken, Treppen und Rampen aus Beton.	
070395A	Anschlusselement Decken/Treppen/Rampen 1-reihig	m
070395B	Anschlusselement Decken/Treppen/Rampen 2-reihig	m
070397	Dübelleiste mit Doppelkopfdübel als Zulage zur Bewehrung	
070397A	Dübelleiste+Durchstanzbewehrung (Angabe von Deckendicke, Dübelhöhe, -durchmesser, -abstand, Länge Dübelleiste)	Stk
0704	Dachkonstruktionen	
070401	Trapezförmig/Polygonal gestaltete Dachkonstruktionen. ohne Unterschied der Höhe	
070401V	Bewehrung Stabst.Sargdeckel	kg
070401W	Bewehrung Matten Sargdeckel	kg
070495	Bewehrungs-Rückblegeanschluss für polygonal gestalteten Dachkonstruktionen (Sargdeckel) aus Beton	
070495A	Anschlusselement Dach 1-reihig	m
070495B	Anschlusselement Dach 2-reihig	m
0708	Schächte, Kollektoren, spezielle Konstruktionen	
070801	Schächte	
070801V	Bewehrung Schacht Stabstahl	kg
070801W	Bewehrung Schacht Matten	kg
070802	Waagrechte Versorgungskanäle	
070802V	Bewehrung Kollektor Stabstahl	kg
070802W	Bewehrung Kollektor Matten	kg
070803	Maschinensockel	
070803V	Bewehrung Stabst.Maschinensockel	kg
070803W	Bewehrung Matten Maschinensockel	kg
070808	Trafoaufstellplatz aus Beton	
070808V	Bewehrung Stabst.Trafoaufstellplatz	kg
070808W	Bewehrung Matten Trafoaufstellplatz	kg

Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgeführt

Tab. 4.1: Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung (Fortsetzung)

LGPosNr.	Positionsstichwort	Einheit
070851	Wände aus Beton für Lift- und Lüftungsschächte	
070851I	Bewehrung Stabst.Betonwand f.Schächte	kg
070851J	Bewehrung Matten Betonwand f.Schächte	kg
070895	Bewehrungs-Rückbiegeanschluss für Schächte und Kollektoren aus Beton	
070895A	Anschlusselement Kollektor 1-reihig	m
070895B	Anschlusselement Kollektor 2-reihig	m
0711	Einbauteile	
071152	Wärmedämmende Bewehrungsanschlüsse	
071152A	Wärmedämmende Bewehrungsanschlüsse Kragplatte (Angabe von Höhe, Länge, Dämmdicke, Feuerwiderstand, Schnittkräfte)	Stk
071152B	Wärmedämmende Bewehrungsanschlüsse Querkraftanschluss (Angabe von Höhe, Länge, Dämmdicke, Feuerwiderstand, Schnittk.)	Stk
0725	Doppelwandelemente aus Beton	
072503	Bewehrung für Doppelwandelemente	
072503A	Bewehrung f.Doppelwandelemente b.3,2 m	kg
072503B	Bewehrung f.Doppelwandelemente ü.3,2 m	kg
0770	Monolithische Fließbetonbodenplatte	
077011	Monolithische Bodenplatte aus Fließbeton. Einbau mit Pumpe.	
077011V	Bewehrung Stabst.Monolithische Bodenplatte	kg
077011W	Bewehrung Matten Monolithische Bodenplatte	kg

Die Positionen in Tabelle 4.1 können anhand ihrer Einheit unterteilt werden. Am häufigsten ist die Gewichtseinheit Kilogramm, gefolgt von der Längeneinheit Meter. Zwei Positionen besitzen die Einheit Stück.

Für die meisten Bauteilarten der Unterleistungsgruppen gibt es je eine Bewehrungsposition für Stabstahl und eine für Bewehrungsmatten. Dies betrifft beispielsweise die Positionen *070105V Bewehrung Stabst.Einzelfundamente* und *070105W Bewehrung Matten Einzelfundamente*. Bei einigen Bauteilarten ist die Verwendung von Bewehrungsmatten aufgrund ihrer Geometrie grundsätzlich ausgeschlossen oder unüblich. Für diese Bauteile ist daher nur eine Position für Stabstahl vorgesehen. Ein Beispiel hierfür ist die Position *070214 Stützen aus Beton. Bauteilhöhe über Null bis 3,2 m*. Die Form von Stützen ist in der Regel zu schlank um Bewehrungsmatten mit einem Standardmaß von 2,40 m Breite wirtschaftlich einzusetzen.

Bauteilarten, bei denen es möglich ist, dass die Arbeitshöhe über 3,2 m liegt, werden in Positionen bis 3,2 m Höhe und über 3,2 m Höhe unterteilt. Dies betrifft unter anderem die geteilten Positionen *070201 Wände aus Beton - Bauteilhöhe über Null bis 3,2 m* und *070203 Wände aus Beton - Bauteilhöhe über Null bis über 3,2 m*. Falls es in Anbetracht der Geometrie dieser Bauteilarten sinnvoll ist, gibt es je nach Arbeitshöhe jeweils eine Position für Stabstahl und eine für Bewehrungsmatten.

Bewehrungsanschlüsselemente sind in Positionen der Unterleistungsgruppen für Wände, Balken

und Stützen, Decken, Dachkonstruktionen, Schächten, Kollektoren, spezielle Konstruktionen berücksichtigt. Dabei gibt es jeweils eine Position für Bewehrungsanschlüsselemente mit einer Reihe ausklappbarer Bewehrungsstäbe und eine für jene mit zwei Reihen ausklappbarer Bewehrungsstäbe. Für Bewehrungsanschlüsselemente in Sargdeckeln sind beispielsweise die Positionen *070495A Anschlusselement Dach 1-reihig* und *070495B Anschlusselement Dach 2-reihig* vorgesehen. Die Längsausdehnung dieser Bewehrungsbestandteile macht die zugeordnete Längeneinheit Meter sinnvoll.

Die Einheit Stück ist nur zwei Positionen der Tabelle 4.1 zugeordnet. Dies betrifft zum einen die Position, *070397A Dübelleiste+Durchstanzbewehrung*. Um die Leistung zu definieren, sind bei dieser Position Ausschreiberlücken angeordnet. Bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses hat der Ausschreiber die Deckendicke, die Dübelhöhe, den Dübeldurchmesser, den Dübelabstand und die Länge der Dübelleiste anzugeben.²¹ Des Weiteren wird die Einheit Stück bei wärmedämmenden Bewehrungsanschlüssen verwendet. Auch bei der dafür vorgesehen Positionnummer *071152* sind Bieterlücken vorgesehen. In diesem Fall ist die Höhe, die Länge, die Dicke der Dämmung, der Feuerwiderstand sowie die Schnittkräfte anzugeben.

Neben den Positionen, welche nur Bewehrungsarbeiten beinhalten, gibt es auch Positionen, bei denen die Bewehrungsarbeiten nur einen Teil der Leistung darstellen. Wie in Tabelle 4.2 ersichtlich, handelt es sich dabei größtenteils um Fertigteile und Teilfertigteile. Die angeführten Positionen wurden exemplarisch gewählt. Gibt es von einer ULG mehrere sehr ähnliche Positionen, welche sich beispielsweise nur in der lichten Weite oder in der zulässigen Auflast unterscheiden, wurden beispielhaft einige Positionen angeführt.

Tab. 4.2: Positionen mit Bewehrungsarbeiten als Teilleistung²²

LGPosNr.	Positionsstichwort	Einheit
0703	Decken	
070307	Fertigteildecke mit ebener Untersicht (Ft.D.e.U.). Bestehend aus Deckenbalken und Deckensteinen, einschließlich Bewehrung, Beton, Unterstellungen, Schalung und Bewehrung für Auswechslungen, Randfelder und Roste, ausgeführt nach vom Auftragnehmer beizustellenden Verlegeplänen und Systemstatik. Im Positionsstichwort sind die lichte Weite, die zulässige Auflast und die Art der Deckensteine angegeben. Unterstellungshöhe über Null bis 3,2 m.	
070307B	Ft.D.e.U.b.4-5m 5kN/m ² Beton b.3,2 m	m ²
070307I	Ft.D.e.U.b.4m 5kN/m ² Ziegel b.3,2 m	m ²
0708	Schächte, Kollektoren, spezielle Konstruktionen	
070810	Fertigteilabdeckbalken für Trafoschächte, aus Beton. Festigkeitsklasse C16/20, 15 x 20 cm, bis 2 m lang, einschließlich Schalung und Bewehrung, in Zementmörtel versetzt.	
070810A	Abdeckbalken-Trafoschacht	m

Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgeführt

²¹Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 25.

²²Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 17 ff.

Tab. 4.2: Positionen mit Bewehrungsarbeiten als Teilleistung (Fortsetzung)

LGPosNr.	Positionsstichwort	Einheit
0721	Fugen	
072102	Kraftschlüssiger Anschluss des Unterfangungsfundaments an das vorhandene Fundament.	
072102A	Kraftschl.Anschluss Unterfangung-Fundament	m ²
0725	Doppelwandelemente aus Beton. Einkalkulierte Leistungen: Bewehrungs-, Bügelkörbe bzw. Mattenstreifen (zur Verbindung zweier Elemente) Gitterträger und Systemverbinder	
072501	Doppelwandelemente, einschließlich Füllbeton. Bauteilhöhe über Null bis 3,2 m.	
072501A	Doppelwandelement 20 cm b.3,2 m	m ²

Die Positionen zu den Teilfertigteilen und Fertigteilen in Tabelle 4.2 beinhalten in jeweils einer Position die gesamte Herstellung und das Versetzen des jeweiligen Bauteils. Das ist insofern nachvollziehbar, da der Großteil der Leistung nicht auf der Baustelle, sondern in einem Fertigteilwerk stattfindet.

Eine Besonderheit stellen Doppelwandelemente dar. In den Vorbemerkungen der *ULG 0725 - Doppelwandelemente aus Beton* ist festgelegt, dass Bewehrungsbestandteile des Teilfertigteils, welche der Verbindung der beiden vorgefertigten Wandscheiben dienen, in die Einheitspreise der Wandelemente mit der Einheit Quadratmeter einzukalkulieren sind.²³ Ein Beispiel für eine solche Position ist *72501A Doppelwandelement 20 cm b.3,2 m* in Tabelle 4.2. Für alle Bestandteile der Bewehrung von Doppelwandelementen, die nicht der Verbindung der zwei Wandscheiben dienen, sind die Positionen *072503A Bewehrung f.Doppelwandelemente b.3,2 m* und *072503B Bewehrung f.Doppelwandelemente ü.3,2 m* vorgesehen. Diese sind in Tabelle 4.1 angeführt und haben die Einheit Kilogramm. Es findet eine Unterteilung nach der Arbeitshöhe statt. Zwischen Stabstahl und Bewehrungsmatten wird nicht unterschieden.²⁴

4.4 Entwicklung der Leistungsbeschreibung Hochbau

Um die Entwicklung der LB-HB bis zur aktuellen Version 022 zu betrachten, werden die Versionen ab Version 10 vom April 2001 analysiert. Die Versionen sind durchnummeriert, wobei die Nummern 13 bis 16 ausgelassen wurden. Um die LB-HB österreichweit einheitlich zu nummerieren und weil die Stadt Wien durch einige Erweiterungen bereits bei Version 16 war, folgte auf die Version 12 die Version 17.²⁵

Betrachtet werden die Bewehrungsarbeiten in der Leistungsgruppe 07. Die Positionen für Bewehrungsarbeiten in anderen Leistungsgruppen, beispielsweise für bewehrten Spritzbeton bei der Baugrubensicherung, werden nicht analysiert, da sie für die Leistungsbeschreibung der Bewehrungsarbeiten im Hochbau eine untergeordnete Rolle spielen.

²³Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 38.

²⁴Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 30.

²⁵Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 17: S. 1.

Anders als bei der aktuellen Version 022 wurden in den Versionen 10 und 11 eigene Unterleistungsgruppen für Beton, Schalung und Bewehrung verwendet.²⁶ Ab der Version 12 sind die Unterleistungsgruppen nur mehr nach Bauteilarten untergliedert. Beton, Schalung und Bewehrung sind für jede Bauteilart jeweils in einer geteilten Position enthalten.²⁷ Die LG 07 ist in LB-HB Version 17 ident mit jener in Version 12. Beide LB-HB Versionen beinhalten die Leistungsgruppe 07 in der Version 12 vom März 2004.²⁸

In Tabelle 4.3 werden die Positionen der LG 07, welche Stabstahl betreffen, in den LB-HB Versionen 10 bis 022 verglichen.

Tab. 4.3: Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Stabstahl²⁹

LB-HB		Stabstahl											
Version	Jahr	Standardbewehrung		Durchmessergruppen DN [mm]									
		DN [mm]		I		II		III		IV			
		von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis		
022	2021	8	36										
021	2018	8	36										
020	2015	12	30										
019	2012	12	30										
18	2009	12	30										
17	2005	10	30										
12	2004	10	30										
11	2002		keine	8	10	12	16	20	30	36	40		
10	2001		keine	8	10	12	16	20	30	36	40		

Wie in Tabelle 4.3 ersichtlich, ist in den Versionen 10 und 11 keine Standardbewehrung definiert. Für alle im Hochbau üblichen Durchmesser sind Positionen vorhanden. Um dem in Kapitel 3 beschriebenen durchmesserabhängigen Unterschied der Aufwandswerte bei der Bearbeitung von Stabstahl gerecht zu werden, gibt es vier Positionen für Durchmessergruppen. In jeder Position sind zwei bis drei Durchmesser enthalten. So gibt es beispielsweise eine Position für Stabstahl mit 8 mm und 10 mm Durchmesser und eine für die Durchmesser 20 mm, 26 mm und 30 mm.³⁰

Ab der Version 12 bis zur aktuellen Version 022 ist eine Standardbewehrung für Stabstahl definiert. Die Durchmesser, die in der Standardbewehrung inkludiert sind, haben sich dabei zweimal geändert. In den Versionen 12 und 17 ist die Untergrenze 10 mm und die Obergrenze 30 mm. Die Durchmesser 8 mm, 36 mm und 40 mm sind in den standardisierten Positionen nicht einzukalkulieren.³¹ Die untere Grenze der Standardbewehrung wurde in den Versionen 18, 019

²⁶Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 1 ff.

²⁷Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 4 ff.

²⁸Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff.

²⁹Eigene Tabelle, vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 020; S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 1 ff.

³⁰Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 20 und *BMWA*; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 14.

³¹Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff.

und 020 mit 12 mm festgelegt, die obere Grenze blieb unverändert.³² Mit der Version 021 wurde die Definition der Standardbewehrung deutlich ausgeweitet. Diese umfasst nun alle Durchmesser von 8 mm bis 36 mm. Lediglich im Hochbau selten eingesetzte Dimensionen wie 40 mm sind in den Positionen für Stabstahl nicht inkludiert.³³ Durch die Einführung der Standardbewehrung in Version 12 sind alle Positionen zu Durchmessergruppen entfallen. In den Positionstexten zu Bewehrung mit Stabstahl sind keine Durchmesser angegeben. Für Durchmesser außerhalb der Grenzen der Standardbewehrung sind ab Version 12 keine Positionen vorgesehen.³⁴

In Tabelle 4.4 werden jene Positionen der LG 07 in den LB-HB Versionen 10 bis 022 verglichen, welche die Bewehrung mit Bewehrungsmatten betreffen.

Tab. 4.4: Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Bewehrungsmatten³⁵

LB-HB Version	Bewehrungsmatten				
	Standardbewehrung Flächengewicht [kg/m ²]	Gewichtsgruppen [kg/m ²]		II bis	
		I von	bis		von
022	>2,1			keine	
021	>2,1			keine	
020	>3,2			keine	
019	>3,2			keine	
18	>3,2			keine	
17	>3,2			keine	
12	>3,2			keine	
11	keine	0	3,2	>3,2	-
10	keine	0	3,2	>3,2	-

In Tabelle 4.4 zeigt sich, dass die Veränderungen der LB-HB in Bezug auf Bewehrungsmatten jenen beim Stabstahl sehr ähnlich sind. Auch bei den Bewehrungsmatten gibt es in den Versionen 10 und 11 keine Standardbewehrung, sondern zwei Positionen, die sich durch das Flächengewicht unterscheiden. Eine Position ist für Bewehrungsmatten mit einer Masse von bis zu 3,2 kg/m², eine weitere Position für alle Bewehrungsmatten über 3,2 kg/m² Flächengewicht vorgesehen.³⁶ Ab Version 12 werden diese Positionen durch Positionen für Bewehrungsmatten mit einer Standardbewehrung ersetzt. Die Grenze bildet dabei ein Flächengewicht von 3,2 kg/m². Bei der Bewehrungsmattensorte AQ ist der Typ AQ 55³⁷ mit einem Flächengewicht von 3,74 kg/m²

³²Vgl. *BMWFW*; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff.

³³Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff.

³⁴Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und *BMWFW*; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff.

³⁵Eigene Tabelle, vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und *BMWFW*; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 1 ff.

³⁶Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 20. und *BMWA*; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 14.

³⁷Vgl. *VÖBV*; A-AQ Sortenaufpreisliste: S. 1.

von der Definition der Standardbewehrung umfasst. Für AQ 50³⁸ mit 3,08 kg/m² gibt es keine standardisierten Positionen.³⁹ Auch bei den Bewehrungsmatten wurde die Definition der Standardbewehrung in Version 021 deutlich ausgeweitet. Die Untergrenze des Flächengewichts wurde von 3,2 kg/m² auf 2,1 kg/m² herabgesetzt.⁴⁰ Selbst die Bewehrungsmatte mit den kleinsten Dimensionen, die in der Sortenaufpreisliste des VÖBV angeführt sind, fällt in Version 021 in diese Definition. AQ 42 hat ein Gewicht von 2,18 kg/m².⁴¹

In Tabelle 4.5 wird die Unterteilung der Positionen betreffend der Arbeitshöhen der LG 07 in den LB-HB Versionen 10 bis 022 verglichen.

Tab. 4.5: Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Höhenunterteilung⁴²

LB-HB Version	Höhenunterteilung [m]			
	I		II	
	von	bis	von	bis
022	0	3,2	0	>3,2
021	0	3,2	0	>3,2
020	0	3,2	0	>3,2
019	0	3,2	0	>3,2
18	0	3,2	0	>3,2
17	0	3,2	3,2	5,0
12	0	3,2	3,2	5,0
11	0	5,0		
10	0	5,0		

In den Versionen 10 und 11 der LB-HB gibt es keine Unterteilung der Positionen der LG 07 nach der Arbeitshöhe. Es ist lediglich definiert, dass die standardisierten Positionen eine Arbeitshöhe bis zu 5,0 m inkludieren.⁴³ Eine Unterteilung in zwei Gruppen findet ab Version 12 statt. In den Versionen 12 und 17 gibt es Positionen für Bewehrungsarbeiten mit einer Arbeitshöhe von 0 m bis 3,2 m sowie von 3,2 m bis 5,0 m.⁴⁴ Die Versionen 18, 019, 020, 021 und 022 behalten die Unterscheidung in zwei Arbeitshöhen bei. Bauteile mit einer Gesamthöhe von über 3,2 m werden bei diesen Versionen auf ihrer gesamten Höhe mit Positionen für eine Arbeitshöhe von 0 m bis über 3,2 m abgerechnet.⁴⁵ Bei den Vorgängerversionen 12 und 17 wurden die Leistungen in den

³⁸Vgl. VÖBV; A-AQ Sortenaufpreisliste: S. 1.

³⁹Vgl. BMWFW; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und BMWFJ; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff.

⁴⁰Vgl. BMDW; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und BMDW; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff.

⁴¹Vgl. VÖBV; A-AQ Sortenaufpreisliste: S. 1.

⁴²Eigene Tabelle, vgl. BMDW; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und BMDW; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und BMWFW; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und BMWFJ; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 1 ff.

⁴³Vgl. BMWA; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 1 ff.

⁴⁴Vgl. BMWA; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff.

⁴⁵Vgl. BMDW; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und BMDW; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und BMWFW; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und BMWFJ; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und BMWA; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff.

Teil von 0 m bis 3,2 m Arbeitshöhe und jenen Teil über 3,2 m Arbeitshöhe unterteilt.⁴⁶

In Tabelle 4.6 wird verglichen, für welche Bewehrungsbestandteile und -konfigurationen außerhalb der Grenzen der definierten Standardbewehrung in der LG 07 in den LB-HB Versionen 10 bis 022 Positionen vorgesehen sind. Tabelle 4.6 ergänzt die Tabellen zu den Positionen von Bewehrungsstäben, -matten und Arbeitshöhen.

Tab. 4.6: Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Positionen zu anderen Bewehrungsbestandteilen und -konfigurationen⁴⁷

LB-HB	Positionen für						
Version	Überlänge	verschweißte Bügel	Sondermatten	Distanzstreifen	Sicherheitsleisten	Anschlüsselemente	Durchstanzbewehrung
022	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
021	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
020	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
019	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
18	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
17	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
12	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja
11	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
10	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

In Tabelle 4.6 ist ersichtlich, dass die Versionen 10 und 11 der LB-HB LG 07 Positionen für Bewehrungsbestandteile bzw. Bewehrungskonfigurationen enthalten, die in späteren Versionen wieder weggefallen sind. In den Versionen 12 bis 022 gibt es keine eigenen Positionen für Bewehrungsstäbe über 14 m Länge, verschweißte Bügel, Sondermatten, Distanzstreifen und Sicherheitsleisten.⁴⁸ Bewehrungsbestandteile, die sich außerhalb der definierten Standardbewehrung befinden, sind frei zu formulieren.⁴⁹ Für Bewehrungsanschlüsselemente und Durchstanzbewehrung sind in allen analysierten Versionen der LB-HB eigene Positionen vorgesehen.⁵⁰

Der Vergleich der verschiedenen Versionen der LG 07 in der LB-HB zeigt durchaus starke Veränderungen in den letzten 20 Jahren. Vor allem von den Versionen 11 auf 12 und 020 auf 021 wurden jene Positionen, die Bewehrungsarbeiten betreffen, deutlich verändert.

⁴⁶Vgl. *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff.

⁴⁷Eigene Tabelle, vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und *BMWFW*; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 1 ff.

⁴⁸Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und *BMWFW*; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff.

⁴⁹Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 3.

⁵⁰Vgl. *BMDW*; LB-HB; Version: 022; LG 07: S. 1 ff. und *BMDW*; LB-HB; Version: 021; LG 07: S. 1 ff. und *BMWFW*; LB-HB; Version: 020: S. 1 ff. und *BMWFJ*; LB-HB; Version: 019; LG 07 S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 18; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 17; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 12; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 11; LG 07: S. 1 ff. und *BMWA*; LB-HB; Version: 10; LG 07: S. 1 ff.

In den Versionen 10 und 11 gab es mehrere Positionen für verschiedene Durchmesser von Stabstahl, das Flächengewicht von Bewehrungsmatten sowie Positionen zur Berücksichtigung anderer Bewehrungsbestandteile. Eine Unterscheidung zwischen Bauteilarten fand allerdings nicht statt. Ab Version 12 entfielen die Positionen zur Differenzierung von Stabstahl, Flächengewicht und auch die Positionen einiger Bewehrungsbestandteile. Die Gliederung richtet sich fortan nach der Bauteilart, bei der die Bewehrung eingebaut wird. Betrachtet man die Einflüsse auf die Aufwandswerte von Bewehrungsarbeiten in Kapitel drei, so wird deutlich, dass beide Gliederungen ihre Berechtigung haben. Eigene Positionen für verschiedene Durchmesser sind angesichts der drastischen Auswirkung des Stabdurchmessers auf den Aufwandswert logisch. Andererseits haben auch die Lage und Kompliziertheit des Bewehrungskorbs sowie der Bewehrungsgrad Einfluss auf den Aufwandswert. Diese beispielhaft angeführten Eigenschaften können durch die Bauteilart etwas eingeschränkt werden. Im Durchschnitt hat beispielsweise eine Decke einen höheren Bewehrungsgrad als eine Wand. Zudem ist das Verlegen der Bewehrung bei großen Flächen, wie sie z.B. Fundamente darstellen, einfacher als bei feingliedrigen Bauteilen wie Stützen. Als Argument für die aktuelle Gliederung nach Bauteilen kann angeführt werden, dass die Dimensionen der Bewehrung ohnehin vom Bewehrungsgrad und damit indirekt von der Bauteilart abhängig sind. Andererseits hängt die Dimension von deutlich mehr Faktoren ab. In Kapitel 3 wird gezeigt, dass für einen erforderlichen Bewehrungsquerschnitt immer mehrere Varianten der eingesetzten Bewehrung möglich sind. Die Wahl der Variante obliegt in erster Linie der Tragwerksplanung. Auf die Auswahl der Tragwerksplanung sowie auf die Arbeit der Planer selbst hat das anbietende Unternehmen selten Einfluss.

Die zweite deutliche Veränderung betrifft die Definition der Standardbewehrung. In den Versionen 18 bis 020 wurden die zwei kleinsten und die zwei größten Dimensionen den Stabstahls sowie besonders niedrige Flächengewichte bei Bewehrungsmatten von der Standardbewehrung abgegrenzt. In der Version 021 wurde die Definition der Standardbewehrung so ausgeweitet, dass alle gängigen Bewehrungsstäbe und -matten inbegriffen sind.

Um den Umfang der Standardbewehrung zu verdeutlichen, kann ein rein hypothetisches Extrembeispiel angeführt werden. Ist in einer Decke eine Stahlquerschnittsfläche von $10 \text{ cm}^2/\text{m}$ notwendig, können je Meter entweder 1 Stk DN 36 mm mit $10,18 \text{ cm}^2$ oder 20Stk DN 8 mm mit $10,06 \text{ cm}^2$ angeordnet werden.⁵¹ Bei 1.000 m^2 beträgt die abrechenbare Masse $7,99 \text{ t}$ für 1.000 m DN36 und $7,90 \text{ t}$ für 20.000 m DN8 .⁵² Der Aufwandswert für das Schneiden, Biegen und Verlegen aus Abbildung 3.9, unter der Annahme, dass alle Stäbe gerade sind, liegt für DN8 bei $15,6 \text{ Std/t}$ und für DN36 bei $7,1 \text{ Std/t}$. Für die Variante mit DN36 sind $56,67 \text{ Std}$ Arbeitszeit notwendig. Für die Variante mit DN8 sind es hingegen $123,16 \text{ Std}$. Beide Varianten würden nach LB-HB Version 022 mit derselben Position und damit mit demselben Einheitspreis abgerechnet werden. Dass der Arbeitsaufwand bei der Variante mit DN8 doppelt so groß ist, hat keinen Einfluss auf die Vergütung.

Um die Abbildung der Bewehrungsarbeiten in der LB-HB Version 022 beurteilen zu können, ist es sinnvoll, die Vertragsmodalitäten der Baustahlunternehmer zu kennen. Zu diesem Zweck wird in Kapitel 5 ein Muster für einen Werkvertrag zwischen einem Baustahlunternehmen und beispielsweise einem Baumeisterbetrieb analysiert.

⁵¹Vgl. Tabelle 3.2.

⁵²Vgl. Tabelle 3.1.

Kapitel 5

Werkverträge von Baustahlunternehmen

Das Ziel der Kostenkalkulation des Baumeisterbetriebs besteht darin möglichst gut vorherzusagen, welche Kosten letztendlich anfallen. Damit das gelingt, ist es wichtig die Abrechnungspositionen zu kennen sowie deren Menge und deren Einheitspreis abschätzen zu können. Die Gestaltung des Werkvertrags zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen ist daher von wesentlicher Bedeutung für die Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten. Schließlich wird darin festgelegt, wie die Leistungen des Baustahlunternehmens abgerechnet werden.

In diesem Kapitel werden zunächst die Einflüsse auf die Gestaltung des Werkvertrags zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen behandelt. Den Kern des Kapitels bildet die Analyse einer Vertragsvorlage des *Güteschutzverband für Bewehrungsstahl (GSV)*.

5.1 Gestaltung des Werkvertrags

Die Gestaltung des Werkvertrags zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmen ist Verhandlungssache. Wie bereits in Kapitel 1.1 erwähnt, spielt dabei die aktuelle Konjunktur sowie deren mittelfristige Prognose eine große Rolle. Haben die Baustahlunternehmen volle Auftragsbücher, so wie dies zur Zeit der Ausarbeitung dieser Diplomarbeit der Fall war, haben die Baumeisterbetriebe eine vergleichsweise schlechte Verhandlungsposition. Die geringere Anzahl an namhaften Baustahlunternehmen¹ könnte ein weiterer Faktor für die geringe Bereitschaft zur Übernahme von Risiken sein. Werkverträge von Baustahlunternehmen werden in Phasen starker Konjunktur demzufolge mehr Positionen enthalten und komplexer strukturiert sein. Der Großteil der Erschwernisse wird definiert und als Aufzahlung zum Gewichtspreis des Bewehrungsstahls abgerechnet.

Im Gegensatz dazu haben Baumeisterbetriebe in Zeiten schlechter Konjunktur in der Baubranche eine bessere Verhandlungsposition gegenüber ihren Subunternehmen. Aufzahlungspositionen für Erschwernisse bei den Bewehrungsarbeiten werden bereitwilliger in den Einheitspreis des Bewehrungsstahls eingerechnet. Es findet eine partielle Übernahme des Kalkulationsrisikos durch den Baustahlunternehmer statt.

Neben der Konjunktur gibt es natürlich auch andere Einflüsse für die Gestaltung des Werkvertrags und das Preisniveau. Beispielsweise macht die Projektgröße einen Unterschied. Bei einem großen Projekt wird die Bereitschaft zur detaillierteren Kalkulation größer sein, als bei einem für das Baustahlunternehmen marginalen Projekt.

¹Vgl. *GSV*; <https://www.gueteschutzverband.at/>; letzter Zugriff am: 25.10.2021 und *VÖBV*; <https://www.voebv.at/>; letzter Zugriff am: 22.01.2022.

5.2 Güteschutzverband für Bewehrungsstahl

Der *Güteschutzverband für Bewehrungsstahl* ist ein Zusammenschluss aus Unternehmen der Baustahlbranche. Mitglieder sind 17 Baustahlunternehmen, die auf der Website des GSV als Biegereien bezeichnet werden, sowie drei Erzeugerwerke für stab- und ringförmigen Betonstahl. Die Aufgaben des Verbands sind es einerseits die Qualität des Stahles und dessen Verarbeitung zu sichern und andererseits den Informationsaustausch zwischen Markt, Mitgliedern und Endverbraucher zu ermöglichen. Mit dem *Bewehrungsatlas* ist der GSV auch Herausgeber eines Standardwerks über Bewehrungsstahl in Österreich.²

5.3 Vertragsvorlage GSV

Mit der *CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten* stellt der GSV auf seiner Website eine Vorlage für einen Werkvertrag für Bewehrungsarbeiten zur Verfügung. Anhand dieser Vertragsvorlage werden die möglichen Abrechnungsmodalitäten betrachtet. Die folgenden Unterkapitel orientieren sich an der Gliederung der Vertragsvorlage.

5.3.1 Basispreise

Die Basispreise umfassen die Hauptpositionen für die Lieferung und das Verlegen der Bewehrung. In der Vertragsvorlage werden die Einheitspreise der Positionen nicht in Lohn und Sonstiges aufgegliedert. Sowohl das Liefern und als auch das Verlegen der Bewehrung werden jeweils in einem eigenen Einheitspreis abgebildet. Dies macht insofern Sinn, als vor allem das Verlegen der Bewehrung nicht immer mit dem Einheitspreis, sondern auch auf Regiebasis abgerechnet werden kann. Zudem ermöglicht es eine getrennte Verrechnung von Materiallieferungen und dem Verlegen.³

5.3.1.1 Stabstahl

Die Grundposition Stabstahl ist definiert mit der Stahlgüte B 550 und einer Länge bis 14 m. Die Position ist in die drei Durchmessergruppen 8 mm bis 12 mm, 14 mm bis 20 mm, 26 mm und 30 mm aufgegliedert. Abgerechnet wird in Tonnen.⁴

5.3.1.2 Baustahlgitter

Für das Liefern und Verlegen des Baustahlgitters sind zwei Positionen vorgesehen. Eine für die Baustahlgittersorte A/AQ und eine für ÖMAT-Schlaufenmatten. Inbegriffen sind die Dimensionen AQ 65 bis AQ 82, sowie CQS 80 bis CQS 100. Abgerechnet werden ganze Matten in Tonnen.⁵

5.3.1.3 Baustahlgitter schneiden

Da die Baustahlgittermatten standardisiert eine Größe von 6,00 m x 2,40 m haben, kann es notwendig werden, diese zu schneiden. Für das Schneiden im Werk oder auf der Baustelle ist eine eigene Position vorgesehen, welche ebenfalls in Tonnen abgerechnet wird.⁶

²Vgl. *GSV*; <https://www.gueteschutzverband.at/>; letzter Zugriff am: 25.10.2021.

³Vgl. *GSV*; *CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten*: S. 1 f.

⁴Vgl. *GSV*; *CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten*: S. 1.

⁵Vgl. *GSV*; *CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten*: S. 1 f.

⁶Vgl. *GSV*; *CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten*: S. 1.

5.3.1.4 Rundstahl

Die letzte Basisposition bildet Rundstahl mit einer Güte von S235 JR bis 6 m Länge. Inbegriffen ist das Material inklusive Schneiden und Biegen von 8 mm und 10 mm Durchmesser. Das Verlegen ist nicht inkludiert.⁷

5.3.1.5 Weitere Anmerkungen

Anschließend an die soeben beschriebenen Basispreise folgen Anmerkungen über die genaue Definition, welche Leistungen bzw. Kleinteile als Nebenleistungen in den Einheitspreisen inkludiert sind. Leistungen, die keine Nebenleistungen darstellen, müssen hingegen gesondert abgerechnet werden. Beispielsweise sind der herkömmliche Bindedraht oder auch punktförmige Abstandhalter bis 3,5 cm Höhe inkludiert. Alle anderen Abstandhalter werden gesondert verrechnet.⁸

Eine besonders relevante Anmerkung ist die Definition der Mindestverlegemenge. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, dass der für die Ermittlung der Einheitspreise des Verlegens angesetzte Aufwandswert erst ab Überschreiten einer Mindestverlegemenge erreicht werden kann. Bei Unterschreitung der Mindestverlegemenge kann es beispielsweise vorkommen, dass die Eisenbieger nicht den ganzen Arbeitstag mit dem Verlegen auf einer Baustelle beschäftigt werden können. Durch den Wechsel des Arbeitsorts innerhalb der Arbeitszeit erhöht sich die unproduktive Zeit. Dementsprechend wird in der Vertragsvorlage festgelegt, dass die Vergütung des Verlegens der Bewehrung erst ab 4 t pro Tag mittels Einheitspreis der Leistungsposition in Tonnen erfolgt. Unter 4 t pro Tag wird nach Zeit in Regiestunden abgerechnet. Maßgebend für die Bewertung der möglichen Verlegemenge ist die fertiggestellte Schalung um sieben Uhr Früh. Ist die darauf verlegbare Bewehrungsmenge größer als die vertraglich definierte Mindestverlegemenge, so wird nach Leistung abgerechnet, andernfalls nach geleisteten Regiestunden.⁹

In der Praxis wird im Hochbau - meiner Erfahrung nach - eine Mindestverlegemenge von 3 t häufiger vereinbart als die in der Vertragsvorlage angeführten 4 t. Zudem habe ich die Erfahrung gemacht, dass die Auslegung der Definition der Mindestverlegemenge häufig zu Diskussionen auf der Baustelle führt. Insbesondere bei Bauvorhaben, bei denen die durchschnittliche tägliche Verlegemenge in der Nähe der Mindestverlegemenge liegt. Dabei spielt es auch eine Rolle, wenn das Baustahlunternehmen die Verlegearbeiten seinerseits an einen Subunternehmer weitergibt. In diesem Fall besteht zwischen dem Baumeisterbetrieb und dem Unternehmen, das die Bewehrung verlegt, kein direktes Vertragsverhältnis. Dennoch wird zwischen den Mitarbeitern beider Unternehmen direkt kommuniziert. Beispielsweise müssen Regieleistungen mittels Unterschrift unter den Regiebericht vom Polier oder vom Bauleiter, beides Angestellte des Baumeisterbetriebs, anerkannt werden. Erfahrungsgemäß werden die Verlegearbeiten mehrheitlich durch einen Subunternehmer des Baustahlunternehmens ausgeführt. Darauf deutet auch eine Festlegung der vorliegenden Vertragsvorlage hin, wonach „Die Bewehrungsverlegearbeiten [...] grundsätzlich mit Subunternehmern durchgeführt [werden]...“¹⁰.

5.3.2 Materialaufpreise

Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, sind die Aufwandswerte bei der Bearbeitung von Bewehrungsstahl von vielen Faktoren abhängig. Für Erschwernisse bei der Bearbeitung besonders kleiner oder

⁷Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 1.

⁸Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 2.

⁹Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 2.

¹⁰GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 8.

großer Stabstahl- bzw. Mattenabmessungen ist die Vergütung in Form von Materialaufpreisen vorgesehen.¹¹

5.3.2.1 Stabstahl Dimensionsaufpreise

In der Vertragsvorlage sind Dimensionsaufpreise für zwei Durchmessergruppen vorgesehen, 8 mm und 10 mm sowie 36 mm und 40 mm.¹² Bereits in Kapitel 3 wurde der Grund für den Mehraufwand besonders kleiner und besonders großer Dimensionen erklärt. Bei den kleinen Stäben liegt es an der geringen Masse pro Meter, während bei den großen Stäben unter anderem die Lieferung an die Biegerei in Form von Stäben und nicht auf Coils eine Rolle spielt.

5.3.2.2 Stabstahl Überlängen

Bei Stabstahl mit einer Länge von mehr als 14 m und bis zu 18 m fällt ein Materialaufpreis an. Unterschieden wird dabei zwischen den Durchmessern 8 mm bis 30 mm sowie 36 mm und 40 mm. Die Aufzahlung für Überlängen bei Stäben mit einem Durchmesser von 8 mm, 10 mm, 36 mm und 40 mm wird zusätzlich zur Aufzahlung für die Querschnittsdimension verrechnet.¹³

5.3.2.3 Baustahlgitter Dimensionsaufpreise

Wie bereits in Kapitel 5.3.1.2 beschrieben, ist der Basispreis bei Baustahlgitter auf einige Typen beschränkt. Matten mit kleineren oder größeren Stahlquerschnitten werden mit einem Aufpreis verrechnet. Hierfür sind fünf Positionen mit verschiedenen Mattentypen vorgesehen.¹⁴

5.3.3 Bearbeitungsaufpreise

In Kapitel 3 wurden die erhöhten Aufwandswerte von einfach gebogenen bzw. kompliziert gebogenen Stäben im Vergleich zu geraden Stäben thematisiert. Diese und einige andere Erschwernisse bei der Manipulation des Bewehrungsstahls werden in Form von Bearbeitungsaufpreisen abgegolten.¹⁵

5.3.3.1 Positionszuschlag

Die verschiedenen Stäbe und Matten eines Bewehrungskorbs werden im Bewehrungsplan anhand von Positionslisten übersichtlich dargestellt. Mit Hilfe dieser Positionslisten wird die Bestellung der Bewehrung in der Betonstahlbiegerei abgearbeitet. Zudem werden die Positionen zu Stabbündeln bzw. Mattenstapeln zusammengebunden und mittels Etikett beschriftet. Eine hohe Anzahl von Positionen erhöht daher den Koordinations- und Manipulationsaufwand sowohl im Werk als auch auf der Baustelle. Um dieser Erschwernis gerecht zu werden, sieht die Vertragsvorlage einen Aufpreis pro Position und Unterposition des Bewehrungsplans vor.¹⁶

Aus Sicht des Baumeisterbetriebs ist dieser Aufpreis kritisch zu sehen, da er keinen direkten Einfluss auf die Anzahl der Bewehrungspositionen hat. Die Gestaltung des Bewehrungsplans liegt im Ermessen des Tragwerksplaners.

¹¹Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 2.

¹²Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 2.

¹³Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 2.

¹⁴Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 2.

¹⁵Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

¹⁶Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

5.3.3.2 Gestufter Stabstahl

Als gestufter Stabstahl wird eine Position im Bewehrungsplan bezeichnet, die in weitere Unterpositionen mit verschiedenen Längen unterteilt werden kann. Ein Beispiel für das Auftreten von abgestuftem Stabstahl ist eine schräge Deckenkante. Bewehrungsstäbe, die parallel zueinander liegen und mit der Deckenkante enden, jedoch nicht im rechten Winkel zu dieser liegen, werden zwangsläufig unterschiedliche Längen haben. Der Aufpreis für gestuften Stabstahl gilt pro Stück Stabstahl.¹⁷

Meiner eigenen Erfahrung nach ist auch diese Position aus Sicht des Baumeisterbetriebs kritisch zu sehen. Dieser Aufpreis fällt nur für Unterpositionen, unabhängig von ihrer Stückzahl innerhalb der Unterposition, an. Wenn jede Länge des gestuften Stabstahls aber in einer eigenen Position und nicht in Unterpositionen erfasst wird, fällt der Aufpreis weg. Es hängt daher lediglich von der Darstellungsart der Positionsliste des Bewehrungsplans ab, ob der Aufpreis fällig wird oder nicht.

5.3.3.3 Dreidimensional gebogener Stabstahl

Eine häufige Verwendung von dreidimensional gebogenem Stabstahl im Hochbau ist seine Anwendung als Distanzhalter zwischen Bewehrungslagen. Je nach Anforderung an die Distanzhalter sowie nach Maßgabe der Vertrags- und Preisgestaltung kann der Ersatz von standardisierten Distanzstreifen durch dreidimensional gebogenen Stabstahl für den Baumeisterbetrieb von Vorteil sein. Abgerechnet wird die Aufzählungsposition in Stück Stabstahl.¹⁸

5.3.3.4 Radienbiegung

Bei gebogenen Bauwerksstrukturen kann der Einsatz von Stabstahl notwendig werden, der auf der gesamten Länge in einem verhältnismäßig großen Radius gebogen wird. Der erhöhte Aufwand wird in Stück abgerechnet.¹⁹

5.3.3.5 Spiralen

Bewehrung in Spiralförmigkeit kommt zum Beispiel bei Stützen zum Einsatz. Für diese Spezialform aus dreidimensional gebogenem Stabstahl ist eine eigene Aufzählungsposition in Stück vorgesehen.²⁰

5.3.3.6 Expresszuschlag

Für die Bearbeitung von Lieferungen mit einer geringeren Vorlaufzeit als sieben Arbeitstagen wird ein Aufpreis pro Tonne abgerechnet.²¹ In einigen vorliegenden Verträgen wird diese Position in verschiedene verkürzte Vorlaufzeiten untergliedert. Beispielsweise in 0 AT bis 2 AT sowie 3 AT bis 6 AT Vorlaufzeit.

5.3.3.7 Weitere Anmerkungen

Die weiteren Anmerkungen der Bearbeitungsaufpreise beinhalten Definitionen und Anforderungen an die Übermittlung der Bewehrungspläne an das Baustahlunternehmen. Bei Änderungen

¹⁷Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

¹⁸Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

¹⁹Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

²⁰Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

²¹Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

der Bewehrungspläne nach erstmaliger Übermittlung an das Baustahlunternehmen sowie bei elektronischer Übermittlung können Bearbeitungsgebühren fällig werden.²²

5.3.4 Transportpreise

Für den Transport der Bewehrung auf die Baustelle gibt es eine Grundposition sowie einige Aufzählungspositionen.²³

5.3.4.1 Transportkosten pro Tonne

Die Grundposition des Bewehrungstransports fällt - mit Ausnahme der Selbstabholung ab Werk - in jedem Fall an und wird pro Tonne abgerechnet. Eine Ausnahme bilden dabei Lieferungen unter 20 t. In diesem Fall wird eine Pauschale abgerechnet, welche den Kosten einer Lieferung von 20 t gleich kommt.²⁴

5.3.4.2 LKW Krane

Steht auf der Baustelle kein geeigneter Kran zur Verfügung, ist die Entladung mittels LKW-Krans notwendig. Die zwei dafür vorgesehenen Positionen unterscheiden sich in der Art des LKWs und der damit verbundenen maximalen Masse und Länge der transportierten Bewehrung. Abgerechnet wird je nach LKW-Kategorie pro Fuhre oder pro Tonne.²⁵

5.3.4.3 Überlängen

Der zusätzliche Aufwand beim Transport von Bewehrungsstäben mit über 14 m und bis zu 18 m Länge wird mit einem Aufpreis pro Fuhre vergütet.²⁶

5.3.4.4 Verlängerte Entladezeit

In der Vertragsvorlage ist eine Aufenthaltszeit des LKWs auf der Baustelle bis 1,5 Stunden in der Grundposition des Transports berücksichtigt. Aufenthaltszeiten über 1,5 Stunden werden bei Verschulden des Auftraggebers gesondert verrechnet. Bei der Verrechnung des zusätzlichen Zeitaufwands wird zwischen LKWs mit Kran und LKWs ohne Kran unterschieden.²⁷

5.3.4.5 Überbreiten

Gemäß § 4 Abs. (6) KFG 1967 darf die Breite von gewöhnlichen LKWs ein Maß von 2,55 m nicht überschreiten. Daher fallen für Fahren von Biegeformen mit einer Breite über 2,40 m Aufzahlungen an.²⁸

5.3.5 Verlegeaufpreise

Der Großteil der Aufpreise für das Verlegen der Bewehrung betrifft folgende Bauteile:²⁹

²²Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

²³Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3 f.

²⁴Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

²⁵Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 3.

²⁶Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 4.

²⁷Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 4.

²⁸Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 4.

²⁹Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 4 f.

- Wände
- Wände über 3 m Höhe (zusätzlich zum Aufpreis für Wände)
- Querkraftbewehrung
- Stiegenläufe und Stiegenpodeste
- Vorgespannte Bauteile/Bewehrung

Darüber hinaus gibt es eine Aufzahlungsposition für das geteilte Verlegen der Bewehrung eines Bewehrungsplans sowie eine Position für das Schneiden von Bewehrungsstäben auf der Baustelle, die nicht mit einer vorgegebenen Länge im Werk produziert wurden.³⁰

5.3.6 Überstundenzuschläge

Überstunden, welche auf Anordnung des Auftraggebers erfolgen, werden gemäß kollektivvertraglicher Regelung, in Abhängigkeit der Uhrzeit und des Tages, mit 50% oder 100% vergütet.³¹

5.3.7 Regiearbeiten

Neben der Unterschreitung der vertraglich vereinbarten Mindestverlegemenge gibt es eine Fülle an Ausnahmen, wann die Verlegearbeiten nicht nach Tonnen verlegter Bewehrung, sondern nach geleisteten Regiestunden abgerechnet werden. Es folgt eine Auflistung der in der Vertragsvorlage angeführten Verlegearbeiten, für die eine Verrechnung in Regie vorgesehen ist:³²

- Bewehrung von Dachböden, Dachflächen, Sargdeckeln
- Bewehrung von Durisolwänden und runden Wänden
- Bewehrung in bestehenden Bauteilen, Umbauten, Sanierungen
- Bewehrung im Inneren von Gebäuden, unter Tage, Gewölben
- Bewehrung von Einzel-, Punkt-, Köcherfundamenten
- Bewehrung von Gleitbauten und Kletterschalungen
- Bewehrung über Kopf
- Bewehrung von Fertigteilen
- Ergänzung- und Zulagebewehrung bei Element-, Kassetten-, Hohldielen- und sonstigen Teil- oder Fertigteildecken
- Bewehrung von Frostschränken, Rostbewehrung, Trapezblechdecken
- Bewehrung von Brüstungen, Rinnen, Laubengängen
- Bewehrung von Attiken, Parapeten, Loggien, Balkonen
- Bewehrung von Randbalken, Schächten, Kollektoren, Pfahlrosten sowie Spaltzugbewehrung

³⁰Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 5.

³¹Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 5.

³²Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 5 f.

- Bewehrung von Decken mit Heizsystemen
- Bewehrung von Bewehrungsplänen, die nicht zur Gänze vom Baustahlunternehmen verlegt werden

Die Vertragsvorlage definiert des Weiteren eine Mindestvergütung von neun Stunden pro Mann und Tag sowie Einheitspreise für die Fahrtzeiten der An- und Abreise und Kilometergeld vom Biegebetrieb zur Baustelle und zurück.³³

5.3.8 Verlegetermine

Gemäß Vertragsvorlage sind die Verlegetermine durch den Auftraggeber mit mindestens sieben Werktagen Vorlaufzeit bekanntzugeben. Der Auftraggeber soll dabei berücksichtigen, dass - falls die Größe der Baustelle das zulässt - durchgehend dieselbe Anzahl an Eisenbiegern beschäftigt ist. Temporär notwendige Verstärkungen sind spätestens mit Bekanntgabe der Verlegetermine mitzuteilen. Wie auch bei der Definition der Mindestverlegemenge, ist die fertiggestellte Schalung des zu bewehrenden Bauteils um sieben Uhr morgens die Voraussetzung für die Einhaltung der Verlegetermine.³⁴ Wie schon bei der Mindestverlegemenge macht dieser Vertragsbestandteil auf den ersten Blick einen schlüssigen Eindruck.

Aus meiner eigenen Erfahrung ist die Anwendung in der Praxis vor allem aus Sicht des Baumeisterbetriebs problematisch. Der Grund ist am besten anhand eines einfachen Beispiels zu erklären: Der Baumeisterbetrieb wird den Verlegeterminplan, um Regiestunden zu vermeiden, so gestalten, dass die Mindestverlegemenge so selten wie möglich unterschritten wird. Eine Herangehensweise ist es, jeden Tag an dem Wände zu bewehren sind gleichzeitig ein Deckenfeld bewehren zu lassen. Der verhältnismäßig hohe Bewehrungsgrad der Decken soll für die Überschreitung der Mindestverlegemenge sorgen, wodurch die gering bewehrten Wände auf Leistung und nicht in Regie abgerechnet werden. Das Baustahlunternehmen bzw. dessen Subunternehmer sind sich jedoch der Tatsache bewusst, dass der Aufwandswert beim Bewehren der Wände weit über jenem der Decke liegt. Selbst unter Berücksichtigung der Aufzahlung für das Verlegen der Wandbewehrung wird er die Wände bevorzugt in Regie verlegen. In Folge dessen wird der Fokus der Eisenbieger auf der Bewehrung der Decke liegen. Wird die Deckenbewehrung früher als im Terminplan festgelegt fertiggestellt, sind am nächsten Tag nur noch Wände zu bewehren. Dann beginnt die Diskussion, ob an diesem Tag in Regie gearbeitet wird oder der Terminplan zählt, wonach noch immer eine Decke zu bewehren sein müsste. Der Baumeisterbetrieb wird sich auf den vereinbarten Terminplan berufen. Der Baustahlunternehmer könnte argumentieren, dass die im Vertrag verlangte technische Durchführbarkeit³⁵ bei der Erstellung des Terminplans nicht ausreichend berücksichtigt wurde. Auch in diesem Fall ist es problematisch, wenn das Baustahlunternehmen die Verlegearbeiten an einen Subunternehmer vergeben hat und somit kein direktes Vertragsverhältnis zwischen Baumeisterbetrieb und Verlegeunternehmen besteht.

5.3.9 Sonstige Festlegungen

In den sonstigen Festlegungen der Vertragsvorlage ist unter anderem angeführt, dass das Baustahlunternehmen die Verlegearbeiten grundsätzlich an einen Subunternehmer vergibt. Falls der Auftraggeber dies ausschließt, erhöhen sich die Einheitspreise. Das Ausmaß der Erhöhung ist nicht im Vorhinein definiert.³⁶ Ergänzend wird in der Vertragsvorlage auf die *Allgemeinen Vertragsbe-*

³³Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 5.

³⁴Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 6.

³⁵Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 6.

³⁶Vgl. GSV; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 8.

dingungen für Bewehrungsarbeiten - AVB-BA 2010 und auf die *ÖNORM B 2110 - Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen - Werkvertragsnorm* als subsidiäre Vertragsbestandteile verwiesen.³⁷

³⁷Vgl. *GSV*; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten: S. 9.

Kapitel 6

Datenerhebung und -verarbeitung

Um empirisch zu untersuchen, welche Kausalitäten zwischen den in der Angebotsphase bekannten Projekteigenschaften und den Kosten von Bewehrungsarbeiten bestehen, werden die Daten abgeschlossener Bauvorhaben analysiert. In diesem Kapitel werden zunächst der Ursprung der Daten und die Vorgehensweise bei der Akquise beschrieben. Da ein Teil der Daten aus Tabellen besteht, die von unterschiedlichen Personen und über mehrere Jahre hinweg erstellt wurden, war es notwendig, diese Listen aufzubereiten. Nachdem die Konsistenz hergestellt war, wurde die Vollständigkeit der Angaben überprüft. Die Aufbereitung und Prüfung der vorhandenen Daten wird im zweiten Teil des Kapitels erläutert. Im letzten Teil werden der Ursprung sowie gegebenenfalls auch der Rechenweg der einzelnen Kennwerte Punkt für Punkt beschrieben.

6.1 Datenerhebung

Für die Beantwortung der Forschungsfragen werden Daten von Projekten herangezogen, die das Bauunternehmen *ÖSTU-STETTIN Hoch- und Tiefbau GmbH* errichtet hat. Die *ÖSTU-STETTIN* ist ein österreichisches Bauunternehmen mit rund 500 Mitarbeitern und einem Jahresumsatz von 240 Millionen Euro. Als Mitglied der *HABAU GROUP* ist das Unternehmen Teil eines der größten Baukonzerne Österreichs.¹

6.1.1 Projektfindung

Gemeinsam mit zwei führenden Angestellten der *ÖSTU-STETTIN* in Wien wurde eine Liste von Projekten erstellt, welche die Anforderungen dieser Arbeit erfüllen. Um die Vergleichbarkeit sicherzustellen und eine aussagekräftige Beantwortung der Forschungsfragen zu ermöglichen, wurden die Auswahlkriterien für die zu untersuchenden Projekte sehr klar definiert. Das Sample umfasst daher ausschließlich Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise.

Die Liste beinhaltete zunächst 16 Projekte. Im Laufe der Forschungsarbeit stellte sich allerdings heraus, dass sieben Projekte die Anforderungen nicht erfüllen. Bei einem Projekt wurde im Zuge der Datenerhebung festgestellt, dass die vertikalen Tragwerksbestandteile zum Großteil aus Stahlbetonstützen bestehen. Als Skelettbau erfüllt dieses Projekt nicht die Anforderung an die Ausführung in Massivbauweise. Bei den anderen sechs Projekten ist die Verfügbarkeit der Daten nicht in einem Ausmaß vorhanden, das die Ermittlung aller relevanten Kennwerte erlaubt. Dies liegt zum Teil daran, dass einige Projekte mit ARGE-Partnern durchgeführt wurden. Wie später noch näher erläutert wird, war es für die spätere Analyse der Daten wichtig zu prüfen, ob die Abrechnungsunterlagen vollständig vorliegen. Hierfür wurde bei jedem Projekt das Bewehrungscontrolling mit der Summe der verbuchten Zahlungen an das jeweilige Baustahlunternehmen

¹Vgl. *ÖSTU-STETTIN*; <https://www.oestu-stettin.at/wir/>; letzter Zugriff am: 08.01.2022.

verglichen. Bei einigen ARGE-Projekten lag die kaufmännische Abwicklung jedoch im Aufgabenbereich des ARGE-Partners. Daher konnte die Vollständigkeit nicht geprüft und die betroffenen Projekte nicht analysiert werden.

6.1.2 Sample

Alle Projekte des Samples haben gemeinsam, dass es sich um Hochbauten in Stahlbeton-Massivbauweise handelt. Zudem stellt das Wohnen bei allen Bauten die hauptsächliche Nutzungsform dar. Neben der Hauptnutzung als Wohnbauten werden die Erdgeschosse bei einigen Projekten als Geschäftslokal oder Büroflächen genutzt. Innerhalb der vorab festgelegten Grenzen ist das Sample allerdings inhomogen. Bereits in Kapitel 1 wurde die Inhomogenität der untersuchten Projekte als wesentliches Ziel definiert. Um Einflüsse von Projekteigenschaften auf die Kosten von Bewehrungsarbeiten analysieren zu können, ist es wesentlich, dass sich die relevanten Eigenschaften wie z.B. die Projektgröße zwischen den Projekten deutlich unterscheiden.

Mit Ausnahme von einem Projekt wurden alle Gebäude in der Stadt Wien errichtet. Ein Projekt ist in Mödling, einer Stadt an der Grenze zu Wien, situiert. Es ist davon auszugehen, dass die Lage der Baustelle großen Einfluss darauf hat, welche Baustahlunternehmen ihre Leistungen anbieten.

Der Zeitraum, in dem die Projekte errichtet wurden, liegt zwischen 2013 und 2021. Ein Grund für die Wahl dieser Zeitspanne ist, dass die Digitalisierung der Abrechnung der *ÖSTU-STETTIN* am Anfang dieses Zeitraums stattfand. Die Auswertung der Daten von Rechnungen in Papierform ist deutlich arbeitsintensiver und fehleranfälliger, als die Auswertung digitaler Daten. Daher wurden vor allem Projekte analysiert, bei denen der Großteil der Daten digital vorhanden ist. Von den neun Projekten, die die definierten Kriterien erfüllen, wurden drei im Zeitraum von 2013-2017 errichtet. Ein Projekt wurde 2019 fertiggestellt, zwei im Jahr 2020 und drei im Jahr 2021.

Die Größe der ausgewählten Projekte variiert sehr stark. Gemessen an der Anzahl der Wohneinheiten ergeben sich folgende Eckdaten:

- Bei den neun Projekten wurden in Summe 1398 Wohneinheiten errichtet.
- Durchschnittlich umfasst ein Projekt 155 Wohneinheiten.
- Die Anzahl der Wohneinheiten variiert zwischen 38 und 397 Wohneinheiten.
- Drei Projekte umfassen bis zu 100 Wohneinheiten.
- Vier Projekte umfassen zwischen 100 und 200 Wohneinheiten.
- Ein Projekt umfasst 250 Wohneinheiten.
- Ein Projekt umfasst 397 Wohneinheiten.

Bei der Analyse von Bewehrungsarbeiten ist die Betrachtung der Projektgröße anhand der Tonnage sinnvoll. Die Betrachtung der kalkulierten Bewehrungsmassen ergibt folgende Eckdaten:

- Bei den neun Projekten wurden in Summe 17.863 t Bewehrungsstahl kalkuliert.
- Durchschnittlich sind das 1.985 t pro Projekt.
- Die kalkulierte Bewehrungsmasse variiert zwischen 417 t und 6.519 t.

- Bei fünf Projekten wurden bis zu 1.000 t Bewehrungsstahl kalkuliert.
- Jeweils ein Projekt wurde mit 1.908 t, 2.527 t, 3.341 t und 6.519 t kalkuliert.

Bei allen Projekten liegen, sowohl zur Ausschreibung des Bauherren, als auch zur Abrechnung des Baustahlunternehmens ausreichend Daten vor, um die gesuchten Kennzahlen zu ermitteln. Die erhobenen Daten und die ermittelten Kennzahlen werden in weiterer Folge angeführt und beschrieben.

6.1.3 Erhobene Daten

Wie bereits in Kapitel 1 beschrieben, werden für die Untersuchung der Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten zwei Arten von Daten verglichen. Einerseits sind dies Ausschreibungsunterlagen des Bauherrn und andererseits Unterlagen zur Abrechnung mit dem Baustahlunternehmen, das die Bewehrungsarbeiten durchgeführt hat. Zunächst wurde anhand der Erarbeitung der Kennzahlen für ein Projekt ermittelt, welche Daten für die Analyse der Bewehrungsarbeiten überhaupt notwendig sind. Für jedes Projekt existiert ein Projektordner, in dem alle Dateien abgelegt sind. Um die für die Analyse notwendigen Daten zu extrahieren, wurde mir temporär der Zugriff auf diese Projektordner gewährt.

6.1.3.1 Ausschreibungsunterlagen

Für die Gruppe der Ausschreibungsunterlagen des Bauherrn wurden folgende Unterlagen akquiriert:

- Pläne
- Vorstatik
- Angaben zu Ausführungsterminen
- Bodengutachten
- (Preisspiegel Bewehrung)
- (Preisspiegel Beton bzw. Stahlbetonarbeiten)

In Tabelle 6.1 ist dargestellt, welche Unterlagen zur Ausschreibung der verschiedenen Projekte erhoben wurden und daher im Kapitel *Datenauswertung* analysiert werden.

Für die Analyse der Ausschreibungsdaten wurden die aktuellsten Pläne der Bauvorhaben herangezogen. Je nach Projekt sind das Ausschreibungspläne, Einreichpläne oder Polierpläne. Bewehrungspläne waren zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation bei keinem der analysierten Projekte vorhanden.

Als Grundlage für die Kalkulation der Bewehrungsmassen wird den Ausschreibungen häufig eine Vorstatik beigelegt. In dieser wird in der Regel für jede Bauteilart ein Bewehrungsgrad als Richtwert angegeben. In Kombination mit dem Stahlbetonvolumen der jeweiligen Bauteile kann so die Masse der Bewehrung abgeschätzt werden. Acht der neun vorliegenden Ausschreibungsunterlagen beinhalten eine Vorstatik. Je nach Projekt und Tragwerksplanern ist die beigelegte Vorstatik sehr unterschiedlich gestaltet. Teilweise umfasst sie einige wenige Seiten mit Angaben zum Bewehrungsgrad und zur Betongüte, teilweise handelt es sich um Vorbemessungen mit mehreren hundert Seiten und detaillierten Angaben zu Lastannahmen, Momentenverteilungen, Grafiken mit

Tab. 6.1: Erhobene Unterlagen zur Ausschreibung²

Projekt	Pläne	Vorstatik	Termine	Bodengutachten	(PS Bewehrung)	(PS Beton)
I	X	X	X	X	X	X
II	X	X	X	X	X	X
III	X	X	X	X	X	X
IV	X	X	X	X	X	X
V	X	O	X	O	X	O
VI	X	X	X	X	X	X
VII	X	X	X	O	X	X
VIII	X	X	X	X	X	X
IX	X	X	X	X	X	X

Bewehrungsverteilungen, usw.. Aus Sicht des Baumeisterbetriebs ist es fraglich, inwieweit eine derart detaillierte Vorstatik in der verhältnismäßig geringen Zeitspanne der Angebotskalkulation und ohne unverhältnismäßige Ausarbeitung überhaupt berücksichtigt werden kann.

Bei der Ausschreibung einer Bauleistung ist es zwingend erforderlich, Aussagen zum Zeitraum der Leistung zu machen. Der Detailgrad dieser Angaben ist sehr variabel. Er reicht von der Angabe des Fertigstellungstermins des gesamten Projekts bis hin zu detaillierten Terminplänen, in denen jeder Bauteil in Teilleistungen wie Baugrubensicherung, Aushub, Rohbau, Ausbau, Außenanlagen, uvm. untergliedert wird. Im Zuge der Ermittlung der Kennwerte wird beschrieben, wie die für diese Arbeit relevanten Kennwerte aus den unterschiedlichen Arten von Terminangaben ermittelt wurden.

Einen weiteren Bestandteil der betrachteten Ausschreibungsunterlagen bilden die Bodengutachten. Den Bodengutachten sind Angaben zur Beschaffenheit des Baugrunds zu entnehmen. Zudem befinden sich darin häufig Angaben zur Art der Fundierung. Um die Vergleichbarkeit der Kennzahlen zu gewährleisten, wurden im Zuge der Projektanalyse Tiefgründungen abgegrenzt. Die Bewehrung der Tiefgründung wurde bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Die Bodengutachten wurden daher als Informationsquelle für das Verständnis der Gründungsart herangezogen. Kennwerte werden daraus jedoch nicht abgeleitet.

Preisspiegel für die Vergabe von Leistungen sind kein Bestandteil der Ausschreibungsunterlagen. In dieser Arbeit werden den Preisspiegeln jedoch Informationen aus der Angebotskalkulation entnommen, daher werden sie den Ausschreibungsunterlagen zugeordnet. Die Leistungen, die ein Baumeisterbetrieb an Subunternehmer vergibt, werden in der Regel an mehrere Unternehmen ausgeschrieben. Um in weiterer Folge die Angebote verschiedener potentieller Subunternehmer zu vergleichen, wird ein Preisspiegel erstellt. In diesem werden die einzelnen Positionen mit den zugehörigen Mengen, wie in einem Leistungsverzeichnis, aufgelistet. Im Anschluss werden die Einheitspreise der verschiedenen Bieter nebeneinander eingetragen und dem kalkulierten Budget für diese Leistung gegenübergestellt.

Den Preisspiegeln für Bewehrungsleistungen werden im Zuge dieser Arbeit zwei wesentliche Informationen entnommen. Einerseits wird durch sie ersichtlich, welche Mengen der Bewehrungsleistung im Zuge der Angebotskalkulation ermittelt wurden. Andererseits lässt sich daraus

²Eigene Tabelle; X-vorhanden; O-nicht vorhanden.

erkennen, ob es in der Zwischenzeit wesentliche Änderungen in der geplanten Ausführungsart gegeben hat. Werden beispielsweise die tragenden Innenwände als Hohlwände statt in Ortbetonbauweise ausgeführt, wird das Budget um die dadurch eingesparte bzw. umgeschichtete Bewehrung reduziert. Auch auf der Seite der Ausschreibung wird die Bewehrung um diese Menge reduziert.

Die Preisspiegel für Beton bzw. Stahlbetonarbeiten sind relevant, da aus ihnen das kalkulierte Volumen des Stahlbetons hervorgeht. Für die Berechnung des prognostizierten Bewehrungsgrades wird nur das Volumen des bewehrten Betons herangezogen. Unbewehrter Beton, beispielsweise für die Sauberkeitsschicht unter dem Fundament oder in Form von sogenanntem Einkornbeton zum Auffüllen von Hohlräumen, ist von der Analyse ausgenommen.

6.1.3.2 Abrechnungsunterlagen

Für die Gruppe der Unterlagen zur Abrechnung mit dem Baustahlunternehmen wurden folgende Unterlagen akquiriert:

- Werkvertrag mit dem Baustahlunternehmen
- Controllingliste Bewehrung
- Rechnungen des Baustahlunternehmens
- Letztstand verbuchter Rechnungen

In Tabelle 6.2 ist dargestellt, welche Unterlagen zur Abrechnung der Bewehrungsarbeiten der verschiedenen Projekte erhoben wurden und daher im Kapitel *Datenauswertung* analysiert werden. Projekte, deren Daten nicht in einem ausreichenden Maß verfügbar waren, wurden im Vorfeld ausgeschlossen.

Tab. 6.2: Erhobene Unterlagen zur Abrechnung der Bewehrungsarbeiten³

Projekt	Werkvertrag Baustahluntern.	Controllingliste Bewehrung	Rechnungen Baustahluntern.	Letztstand verbuchter Rechnungen
I	X	X	X	X
II	X	X	X	X
III	X	X	X	X
IV	X	X	X	X
V	X	X	X	X
VI	X	X	X	X
VII	X	X	X	X
VIII	X	X	X	X
IX	X	X	X	X

Wie bereits in Kapitel 5 erläutert wurde, ist der Werkvertrag mit dem Baustahlunternehmen wesentlich, um die Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten aus Sicht des Baumeisterbetriebs zu analysieren. In diesem Kapitel wurde anhand eines Musters gezeigt, wie ein solcher Vertrag aufgebaut sein kann. Um die Daten konkreter Projekte auszuwerten, ist es relevant, den konkreten Werkvertrag mit dem Baustahlunternehmen für dieses Projekt zu kennen. Beispielsweise könnte

³Eigene Tabelle; X-vorhanden; O-nicht vorhanden.

es für die Anzahl der Regiestunden relevant sein, ob und wie die Mindestverlegemenge definiert wurde. Bei den meisten vorliegenden Projekten liegt die Mindestverlegemenge, im Unterschied zum Mustervertrag, bei 3,0 t. Es gibt aber auch Verträge, in denen 3,5 t bzw. 4,0 t vereinbart wurden. Des Weiteren ist es für die Untersuchung der Kosten für die Bewehrungsarbeiten essentiell, die verschiedenen Positionen für die Dimensionen von Stabstahl, Bewehrungsmatten und Aufzählungen bei jedem Projekt zu kennen. Die Dimensionen des Stabstahls lassen sich nur auswerten, wenn jede Dimension eine eigenen Position hat oder zumindest in der Abrechnung jede Dimension einzeln erfasst wird. Bei einigen Werkverträgen sind die Kaliber in Gruppen zusammengefasst und werden als solche abgerechnet. Ähnlich verhält es sich mit den Aufzählungspositionen. Im Rahmen dieser Arbeit können Erschwernisse nur dann ausgewertet werden, wenn sie in den Abrechnungsunterlagen aufscheinen.

Die Controllinglisten für Bewehrungsarbeiten stellen von sämtlichen Abrechnungsunterlagen die wichtigste Informationsquelle dar. Während des Rohbaus trägt in der Regel ein Bautechniker im Zuge der Rechnungskontrolle des Baustahlunternehmens alle Daten der Abrechnung in eine Controllingliste ein. Gleichzeitig wird verglichen, ob die abgerechneten Leistungen mit den Angaben der Bewehrungspläne übereinstimmen. Durch den laufenden Vergleich der beauftragten bzw. budgetierten Leistungen mit den bereits abgerechneten Leistungen behält die Bauleitung den Überblick. Gegebenenfalls können so auch Maßnahmen gesetzt werden, um ungewollten Entwicklungen entgegenzusteuern. In Bezug auf die Controllingliste muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass sich Aufbau und Inhalt an den Projekten orientieren, die den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit bilden. Bei anderen Bauunternehmen oder Bauprojekten kann der Aufbau abweichen oder es wird unter Umständen gänzlich auf das Führen einer Controllingliste verzichtet. Üblicherweise werden die Bewehrungsarbeiten eines Bewehrungsplans in ihrer Summe abgerechnet. Daher beinhaltet jede Zeile der Controllingliste die Informationen für einen Bewehrungsabschnitt. Je nach Größe und Komplexität der Bauteile kann das z.B. eine ganze Geschossdecke oder aber nur ein Teil einer Geschossdecke sein.

Die Controllingliste für Bewehrungsarbeiten besteht aus drei wesentlichen Bestandteilen und gliedert sich nach der Chronologie der eintreffenden Informationen. Der erste Datenblock beinhaltet Informationen aus den Bewehrungsplänen, der zweite Block Abrechnungsdaten der Bewehrungslieferungen und der dritte Block Abrechnungsdaten der Bewehrungsverlegung.

Aus Bewehrungsplänen werden folgende Informationen in die Controllingliste eingetragen:

- Bauteil
- Geschoss
- Planbezeichnung, -nummer
- Erstellungsdatum
- Version
- Mattenarten und deren Menge
- Stabstahldimensionen und deren Menge
- diverse Bewehrungsbestandteile, die zu Aufzählungen führen wie z.B.:
 - „Fußerl“

- Distanzstreifen
- Schubbewehrung

Die Abrechnungsdaten der Bewehrungslieferung in der Controllingliste beinhalten alle Informationen, die aus den Materialrechnungen hervorgehen. Das sind vor allem:

- Rechnungsnummer
- Leistungs-, Abrechnungszeitraum
- Rechnungsdatum
- Lieferung verschiedener Mattenarten
- Lieferung verschiedener Stabstahldimensionen
- Materialtransport
- diverse Aufzahlungspositionen, die die Materiallieferung betreffen wie z.B.:
 - dreidimensionale Biegung
 - abgestufte Bewehrung
 - Distanzstreifen
 - Schubbewehrung
 - Expresszuschläge

Die Abrechnungsdaten des Verlegens der Bewehrung in der Controllingliste beinhalten alle Informationen, die aus den Rechnungen für Verlegeleistungen hervorgehen. Das sind vor allem:

- Rechnungsnummer
- Leistungs-, Abrechnungszeitraum
- Rechnungsdatum
- Verlegen verschiedener Mattenarten
- Verlegen verschiedener Stabstahldimensionen
- Regiestunden
- diverse Aufzahlungspositionen, die die Verlegeleistungen betreffen wie z.B.:
 - Bewehrungsmatten schneiden
 - Abstandhalter verlegen
 - Distanzstreifen verlegen
 - Wände verlegen
 - Querkraftbewehrung verlegen

Die Rechnungen der Baustahlunternehmen werden herangezogen, um die Controllinglisten stichprobenartig zu überprüfen und bei Bedarf zu ergänzen. Eine weitere Kontrollmöglichkeit bildet das Wissen über den Letztstand der verbuchten Rechnungen. Jede ausgehende Zahlung wird buchhalterisch erfasst und einer Kostenstelle, die für jede Baustelle einzigartig ist, zugeordnet. Über die Buchungen auf die Kostenstelle erhält man einen verlässlichen Kontrollwert für jedes Projekt. Mit Hilfe dieses Werts kann überprüft werden, wie vollständig die jeweilige Controllingliste geführt wurde.

6.2 Aufbereitung und Prüfung der Daten

Die Aufbereitung und Prüfung der Daten im Zuge dieser Diplomarbeit ist in erster Linie bei den Unterlagen zur Abrechnung der Bewehrungsarbeiten notwendig. Ausschreibungsunterlagen des Bauherrn werden in unveränderter Form in dem dafür vorgesehenen Ordner abgelegt. Da sie die Grundlage für die Kalkulation, in weiterer Folge für das Angebot und den Auftrag darstellen, gibt es bei jedem Projekt einen entsprechenden Ablageort.

Grundlage für die Auswertung der Abrechnungsunterlagen ist die Controllingliste. Diese wird bei jedem Projekt vom zuständigen Bautechniker geführt. Daher variiert der Ersteller von Baustelle zu Baustelle. Besonders bei großen Projekten mit langer Bauzeit des Rohbaus können die zuständigen Personen auch wechseln. Zudem wird die Vorlage der Controllingliste laufend optimiert. Aus diesen Gründen ist es notwendig, dass die Abrechnungsunterlagen und insbesondere die Controllinglisten aller Projekte auf Vollständigkeit überprüft werden. Mit Hilfe der Rechnungen, von Mengenvergleichen und dem Vergleich der Controllingliste mit den verbuchten Zahlungen wird sichergestellt, dass die vorliegenden Daten richtig sind.

6.2.1 Rechnungen

Die Prüfung auf Vollständigkeit erfolgt stichprobenartig. Hierfür werden Rechnungen aus verschiedenen Zeiträumen zur Hand genommen und mit den Eintragungen der Controllingliste verglichen. Je nach Projektgröße und Abrechnungszeiträumen variiert die Anzahl der herangezogenen Rechnungen. Sollte eine Abweichung zwischen einer Rechnung und den Eintragungen in der Controllingliste auftauchen, wird das Prüfraster verdichtet. In weiterer Folge werden die fehlerhaft eingetragenen Rechnungen in der Controllingliste richtiggestellt.

6.2.2 Mengenvergleich

Beim Mengenvergleich werden die Massen der Controllingliste mit jenen der Angebotskalkulation und den Mengen der Subunternehmervergabe bzw. dem Werkvertrag verglichen. Sofern zwischen den verschiedenen Quellen deutliche Unterschiede erkennbar sind, wird mit Hilfe aller Unterlagen versucht die Gründe für die Abweichungen festzustellen. Wenn diese nicht gefunden werden können, wird das betroffene Projekt von der Analyse ausgeschlossen.

6.2.3 Verbuchte Zahlungen

Besonders verlässlich ist der Vergleich der Eintragungen in der Controllingliste mit den verbuchten Zahlungen an das Baustahlunternehmen. Hierfür wurden alle Kosten für das Liefern und Verlegen der Bewehrung bei einem Projekt mit der Summe der geleisteten Zahlungen an das, bei diesem Projekt beauftragte Baustahlunternehmen verglichen. Zu geringen Abweichungen kann es dann kommen, wenn das Baustahlunternehmen Leistungen erbringt, die nicht direkt den Bewehrungsarbeiten zuzuordnen sind und daher in der Controllingliste für Bewehrungsarbeiten nicht erfasst werden. Ein Beispiel hierfür wäre das Heranziehen der Arbeiter des Baustahlunternehmens für den Winterdienst oder sonstige unproduktive Tätigkeiten während Stehzeiten. Als Grenzwert für die Abweichung wurde ein Wert von 5% gewählt. Projekte, bei denen die Kosten der Controllingliste mehr als 5% von den verbuchten Rechnungen abweichen, wurden von der Analyse ausgeschlossen.

Tabelle 6.3 zeigt das Verhältnis zwischen den Kosten, die sich aus den Eintragungen der Controllingliste des jeweiligen Projekts ergeben und dem Letztstand der verbuchten Rechnungen

des Baustahlunternehmens auf der Kostenstelle des jeweiligen Projekts. Die Gesamtkosten der Bewehrungsarbeiten gemäß Controllingliste wurden durch den Letztstand der verbuchten Rechnungen dividiert. Beim Letztstand der verbuchten Rechnungen handelt es sich, wie auch bei den Eintragungen der Controllingliste, um den Rechnungsbetrag vor Skonto.

Tab. 6.3: Verhältnis der Gesamtkosten für Bewehrungsarbeiten gemäß Controllingliste Bewehrung und dem Letztstand der verbuchten Rechnungen des Baustahlunternehmens⁴

Projekt	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Verhältnis	96,4%	98,5%	95,4%	96,9%	99,5%	103,1%	99,6%	97,9%	97,0%

In Tabelle 6.3 ist erkennbar, dass die Controllingliste von Projekt VI höhere Kosten ausweist als die Zahlungen, die gemäß der Buchungen dieser Kostenstelle, an das Baustahlunternehmen überwiesen wurden. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass in geringem Ausmaß Leistungen in die Controllingliste für Bewehrungsarbeiten eingetragen wurden, die nicht vom Baustahlunternehmen erbracht wurden. Bei allen anderen zu analysierenden Projekten ist der Betrag des letzten Buchungsstandes höher als die Eintragungen der Controllingliste vermuten lassen. Die Controllinglisten aller neun Projekte liegen innerhalb der gesetzten 5% Grenze und werden daher zur Analyse herangezogen.

6.3 Kennwerte

Um zu beantworten, welche Kausalitäten zwischen den in der Angebotsphase bekannten Projekteigenschaften und den Kosten von Bewehrungsarbeiten bestehen, wurde mit Hilfe der Ausschreibungsunterlagen eine Reihe von Kennwerten ermittelt. Diese sollen im Zuge der Datenauswertung den Abrechnungen mit den Baustahlunternehmen gegenübergestellt werden. Auf den folgenden Seiten werden die einzelnen Kennzahlen näher beschrieben sowie die Quellen, Herleitungen und Berechnungen dieser angeführt. Abhängig von der Projektphase, in der die Kennzahl bekannt ist bzw. berechnet werden konnte, können zwei Gruppen von Kennwerten unterschieden werden. Die Kennzahlen der ersten Gruppe basieren auf dem Informationsstand in der Phase der Angebotskalkulation. Die zweite Gruppe wurde mit Hilfe von Informationen ermittelt, die im Zuge bzw. am Ende der Ausführung und Abrechnung der Bewehrungsarbeiten vorlagen. Alle Kennzahlen wurden jeweils für das gesamte Projekt ermittelt. Falls es die Datenlage des Projekts zulässt, wurden die Kennzahlen, bei denen eine Unterscheidung sinnvoll ist, auch für jedes Bauteil eines Projekts hergeleitet.

Bei der Ermittlung der Kennwerte der Ausführung und Abrechnung wurde deutlich, dass aus den vorhandenen Unterlagen vor allem Kennwerte zur Bauzeit, dem Stabstahl, den Regiestunden und daraus abgeleiteten Faktoren gebildet werden können. Zu einigen im Kapitel *Werkverträge von Baustahlunternehmen* erläuterten Aufzahlungspositionen gibt es keine Daten in den Abrechnungsunterlagen. Dies liegt einerseits daran, dass viele Positionen des analysierten Mustervertrags in den vorliegenden Werkverträgen nicht vorhanden sind oder im Zuge der Vergabeverhandlungen gestrichen wurden. Andererseits gibt es etliche Positionen, die zwar Bestandteil der vorliegenden Werkverträge sind, aber nicht ausgeführt bzw. nicht abgerechnet wurden.

Alle Berechnungen wurden mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms durchgeführt. Da

⁴Eigene Tabelle.

die Berechnungen mit etlichen Nachkommastellen erfolgt sind, kann es in den Tabellen dieser Diplomarbeit zu geringfügigen Rundungsdifferenzen kommen.

6.3.1 Kennwerte der Angebotskalkulation

Die Kennwerte der Angebotskalkulation werden für Projekteigenschaften mit potentielltem Einfluss auf die Kosten von Bewehrungsarbeiten ermittelt. Sie sind direkt den Ausschreibungsunterlagen entnommen oder wurden, im Zuge der Angebotskalkulation, auf Grundlage der Unterlagen hergeleitet.

6.3.1.1 Stahlbetonvolumen

Das Stahlbetonvolumen wird der Massenermittlung der Angebotskalkulation entnommen. Bei Projekten, bei denen keine detaillierte Massenermittlung in den Unterlagen vorhanden ist, wird das Stahlbetonvolumen der Angebotskalkulation aus dem Preisspiegel Beton- bzw. Stahlbetonarbeiten herangezogen. Relevant ist ausschließlich das Volumen des Stahlbetons. Unbewehrter Beton wie z.B. für Sauberkeitsschichten, als Füllbeton sowie unbewehrter Gefällebeton werden abgegrenzt. Zudem wird das Volumen von Tiefgründungen abgegrenzt und in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

6.3.1.2 Masse Bewehrungsstahl

Die Masse des Bewehrungsstahls wird der Angebotskalkulation entnommen. Bei Projekten, bei denen keine detaillierte Massenermittlung in den vorliegenden Unterlagen vorhanden ist, wird die Masse des Bewehrungsstahls der Angebotskalkulation aus dem Preisspiegel für Bewehrungsarbeiten entnommen.

6.3.1.3 Bewehrungsgrad

Der Bewehrungsgrad wird als Durchschnitt für ein gesamtes Projekt ermittelt.

$$\text{Bewehrungsgrad} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] = \frac{\text{Masse Bewehrungsstahl} [\text{kg}]}{\text{Stahlbetonvolumen} [\text{m}^3]} \quad (6.1)$$

6.3.1.4 Bauzeit Stahlbetonarbeiten

Die Bauzeit der Stahlbetonarbeiten bezeichnet die Anzahl der Kalendertage zwischen Beginn und Ende der Stahlbetonarbeiten. Informationsquelle hierfür sind Terminpläne oder sonstige Angaben zu den Terminen, die in den Ausschreibungsunterlagen zu finden sind. Der Beginn und das Ende der Stahlbetonarbeiten ist bei den Projekten I, III, IV, VI, VII und IX den Terminplänen zu entnehmen. Bei den Projekten II, V und VIII sind lediglich Daten zum ausgeschriebenen Baubeginn und zur Fertigstellung vorhanden. Die Bauzeit der Stahlbetonarbeiten wurde bei diesen Projekten mit 40% der gesamten Bauzeit angenommen.

6.3.1.5 Arbeitstage Stahlbetonarbeiten

Die Arbeitstage der Stahlbetonarbeiten bezeichnet die Anzahl der Arbeitstage zwischen Beginn und Ende der Stahlbetonarbeiten. Sofern die Beginn- und Endtermine bekannt sind, wurden die Arbeitstage durch Abzug der Kalendertage Samstag und Sonntag, sowie der gesetzlichen und kollektivvertraglich vereinbarten Feiertage berechnet. Bei jenen Projekten, bei denen in den Ausschreibungsunterlagen keine Informationen zu Beginn und Ende der Stahlbetonarbeiten

enthalten waren, wird die Anzahl der Arbeitstage näherungsweise berechnet. Die Arbeitstage wurden auf Grundlage der Angaben der *WKO* zur Arbeitszeit⁵ folgendermaßen berechnet:

$$365 \text{ KT} - 104 \text{ Sa und So} - 12 \text{ bezahlte Feiertage} = 249 \text{ AT} \quad (6.2)$$

Anschließend wurde ermittelt, wie groß der Anteil der Arbeitstage in einem Kalenderjahr ist:

$$\frac{249 \text{ Arbeitstage}}{365 \text{ Kalendertage}} = 0,68 \quad (6.3)$$

Näherungsweise wird bei den Projekten ohne genauen Daten zur Dauer der Stahlbetonarbeiten die Anzahl der zuvor ermittelten Kalendertage mit dem Faktor 0,68 multipliziert.

6.3.1.6 Verlegemenge pro Arbeitstag

Die Verlegemenge pro Arbeitstag gibt die Bewehrungsmasse an, die vorraussichtlich pro Arbeitstag im Durchschnitt verlegt wird. Da sowohl die Masse der Bewehrung, als auch die Bauzeit aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgehen, kann diese Kennzahl bereits in der Angebotsphase berechnet werden.

$$\text{Verlegemenge pro Arbeitstag} \left[\frac{t}{\text{AT}} \right] = \frac{\text{Masse Bewehrungsstahl [t]}}{\text{Arbeitstage Stahlbetonarbeiten [AT]}} \quad (6.4)$$

6.3.2 Kennwerte der Ausführung und Abrechnung

Die Kennwerte der Ausführung und Abrechnung werden den Abrechnungsunterlagen entnommen bzw. mithilfe dieser ermittelt.

6.3.2.1 Bauzeit Stahlbetonarbeiten

Die Bauzeit der Stahlbetonarbeiten bezeichnet die Anzahl der Kalendertage zwischen Beginn und Ende der Stahlbetonarbeiten. Informationsquellen hierfür sind die Controllingliste der Bewehrungsarbeiten und die Rechnungen des Baustahlunternehmers. Durch den Leistungszeitraum der ersten und letzten Bewehrungsrechnung lässt sich die Bauzeit der Stahlbetonarbeiten auf wenige Tage genau abschätzen. Um das Ende der Stahlbetonarbeiten bestimmen zu können ist es wichtig, dass klar abgegrenzt wird, welche Leistungen noch berücksichtigt werden. In der Regel handelt es sich bei der letzten berücksichtigten Leistung um die Bewehrung der obersten Geschossdecke oder der Attika des jeweiligen Projekts. Wurden danach noch geringfügige Bewehrungsleistungen erbracht, wurden diese nicht mehr der Bauzeit der Stahlbetonarbeiten zugerechnet. Bei einigen Projekten war dies bei den Außenanlagen der Fall, beispielsweise im Zuge der Herstellung von Brüstungen.

6.3.2.2 Arbeitstage Stahlbetonarbeiten

Die Arbeitstage der Stahlbetonarbeiten bezeichnen die Anzahl der Arbeitstage zwischen Beginn und Ende der Stahlbetonarbeiten. Da bei allen vorliegenden Projekten das Beginn- und Enddatum bis auf wenige Tage genau ermittelt werden konnte, erfolgt auch hier die Ermittlung der Arbeitstage durch das Abziehen der Samstage, Sonntage und gesetzlichen sowie kollektivvertraglich vereinbarten Feiertagen von den Kalendertagen.

⁵Vgl. *WKO*; https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/lohnnebenkosten-bau-per-01.01.2020_1.pdf; letzter Zugriff am: 13.03.2022.

6.3.2.3 Mindestverlegemenge

In Kapitel 5 wurde bereits die Bedeutung der Mindestverlegemenge beschrieben. Für die Auswertung der Bewehrungsarbeiten der untersuchten Projekte wurde diese Kennzahl dem jeweiligen Werkvertrag entnommen.

6.3.2.4 Massen gelieferter Stabstahl je Durchmesser

Für jeden Durchmesser des gelieferten Stabstahls wird, wenn möglich, eine Summe gebildet. Bei den Projekten III, V und IX wurden die Durchmesser bei der Controllingliste bzw. bei der Abrechnung des Baustahlunternehmens nicht einzeln angeführt, sondern in Gruppen zusammengefasst. Die Gruppen beinhalten Durchmesser mit jeweils einem Einheitspreis. Beim Projekt III sind 8 mm und 10 mm, 12 mm bis 20 mm und 26 mm bis 30 mm jeweils in einer Gruppe zusammengefasst. Bei den Projekten V und IX fasst jeweils eine Gruppe die Durchmesser 8 mm bis 12 mm bzw. 14 mm bis 30 mm zusammen. Beim Projekt IX gibt es zudem eine Gruppe für die Durchmesser 36 mm und 40 mm. Die Abrechnung von Projekt I beinhaltet zudem Stabstahl, dem kein Durchmesser zugeordnet wurde. Dementsprechend wurden diese 2,5% der Gesamtmasse des gelieferten Stabstahls bei der Betrachtung der Kaliberverteilung nicht berücksichtigt.

6.3.2.5 Gesamtmasse gelieferter Stabstahl

Für die Ermittlung der Gesamtmasse des gelieferten Stabstahls wird die Summe über die Masse aller Durchmesser des jeweiligen Projekts gebildet.

6.3.2.6 Durchschnittlicher Durchmesser gelieferter Stabstahl

Der durchschnittliche Durchmesser des gelieferten Stabstahls lässt sich auf mehrere Arten mit unterschiedlichen Ergebnissen berechnen. Die einfachste Variante ist die Ermittlung der Anteile der Masse jedes Durchmessers an der Gesamtmasse aller Bewehrungsstäbe und Bildung des gewichteten arithmetischen Mittels. Für das Projekt II ist die Durchmesserverteilung in Tabelle 6.4 dargestellt. Es kamen Bewehrungsstäbe mit Durchmessern zwischen 8 mm und 26 mm zum Einsatz.

Tab. 6.4: Durchmesserverteilung des gelieferten Stabstahls bei Projekt II⁶

DN [mm]	8	10	12	14	16	20	26
Stabstahl [t]	129,80	124,81	89,18	71,05	6,75	8,87	0,42
DN Verteilung [%]	30,1	29,0	20,7	16,5	1,5	2,1	0,1

Die einfachste Berechnung des mittleren Durchmessers des gelieferten Stabstahls für das Projekt II ist in der Gleichung 6.5 dargestellt.

$$\begin{aligned}
 & 8 \text{ mm} \cdot \frac{30,1}{100} + 10 \text{ mm} \cdot \frac{29,0}{100} + 12 \text{ mm} \cdot \frac{20,7}{100} + 14 \text{ mm} \cdot \frac{16,5}{100} \\
 & + 16 \text{ mm} \cdot \frac{1,6}{100} + 20 \text{ mm} \cdot \frac{2,1}{100} + 26 \text{ mm} \cdot \frac{0,1}{100} = 10,80 \text{ mm}
 \end{aligned} \tag{6.5}$$

Einen exakteren bzw. aussagekräftigeren mittleren Durchmesser erhält man durch die Berechnung über den durchschnittlichen Stabquerschnitt bzw. die durchschnittliche Masse pro

⁶Eigene Tabelle.

Meter eingesetztem Bewehrungsstab.⁷ In weiterer Folge wird die Berechnung für das Projekt II beispielhaft durchgeführt.

Zunächst wird in Tabelle 6.5 von jedem Durchmesser die Gesamtlänge aller Bewehrungsstäbe berechnet. Die Länge erhält man durch Division der Masse durch die Masse pro Längeneinheit.

Tab. 6.5: Gesamtlänge des gelieferten Stabstahls bei Projekt II je Durchmesser⁸

DN [mm]	8	10	12	14	16	20	26	Σ
Stabstahl [t]	129,80	124,81	89,18	71,05	6,75	8,87	0,42	430,88
Masse pro Länge [kg/m]	0,395	0,617	0,888	1,21	1,58	2,47	4,17	
Stabstahl [km]	328,61	202,29	100,43	58,72	4,27	3,59	0,10	698,01

Anschließend wird in Gleichung 6.6 das durchschnittliche Gewicht je Meter Stabstahl berechnet.

$$\frac{430,88 \text{ t}}{698,01 \text{ km}} = 0,617 \frac{\text{t}}{\text{km}} \cong 0,617 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad (6.6)$$

Durch die Division des durchschnittlichen Gewichts je Meter durch die Dichte von Stahl⁹ in Gleichung 6.7 erhält man die durchschnittliche Querschnittsfläche des eingesetzten Stabstahls.

$$\frac{0,617 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{7,852 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 7,858 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cong 78,58 \text{ mm}^2 \quad (6.7)$$

Im letzten Schritt wird in Gleichung 6.8 der durchschnittliche Durchmesser des Stabstahls berechnet.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 78,58 \text{ mm}^2}{\pi}} = 10,00 \text{ mm} \quad (6.8)$$

Vergleicht man die Ergebnisse der überschlagsmäßigen und der exakten Berechnung ist ein deutlicher Unterschied erkennbar. Bei der Ermittlung der Kennzahlen der zu untersuchenden Projekte und der Auswertung im Kapitel *Datenauswertung* wird ausschließlich die exakte Berechnung angewandt.

6.3.2.7 Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach tatsächlicher Durchmesserverteilung

Für die Ermittlung des Schneide-, Biege- und Verlegeaufwands nach der tatsächlichen Durchmesserverteilung wird zunächst mit Hilfe der Aufwandswerte für das Schneiden, Biegen und Verlegen aus Tabelle 3.9 und der Verteilung der Biegeformen für den Hochbau aus Tabelle 3.4 ein durchschnittlicher Aufwandswert pro Kaliber Stabstahl ermittelt. Anschließend wird für jedes Kaliber die Masse des Stabstahls mit dem entsprechenden Aufwandswert multipliziert. Durch Summierung dieser Werte erhält man eine Abschätzung über den Aufwand der Bewehrungsarbeiten bei einem Projekt.

In Tabelle 6.6 ist der Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand in Abhängigkeit des Durchmessers und nach der Verteilung der Biegeformen für den Hochbau für Projekt II dargestellt.

⁷Vgl. Hofstadler/Franzl; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 222.

⁸Eigene Tabelle.

⁹Hofstadler/Franzl; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb: S. 222.

Tab. 6.6: Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach tatsächlicher Durchmesser- und Verteilung von Projekt II¹⁰

DN [mm]	8	10	12	14	16	20	26		Σ
Stabstahl [t]	129,80	124,81	89,18	71,05	6,75	8,87	0,42		430,88
Aufwandswert [Std/t]	23,09	18,70	15,55	13,23	11,19	9,55	8,74		
Zeitaufwand [Std]	2.997	2.334	1.387	940	76	85	4		7.822

Die Kombination der tatsächlichen Durchmesser- und Verteilung des Stabstahls bei Projekt II mit den Aufwandswerten und der Biegeform- und Verteilung der Literaturangaben ergibt eine Abschätzung des Zeitaufwands von 7.822 Std.

Bei Projekt I können 2,5% der Masse des abgerechneten Stabstahls keinem Durchmesser zugeordnet werden. Für die Berechnung des Zeitaufwands wird für diese 2,5% ein Aufwandswert für das Schneiden, Biegen und Verlegen von 15 Std/t angenommen. Dieser Aufwandswert liegt, wie der durchschnittliche Durchmesser für dieses Projekt, zwischen 12 mm und 14 mm.

6.3.2.8 Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach der Durchmesser- und Verteilung des Bewehrungsatlas

Der Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach der Durchmesser- und Verteilung des *Bewehrungsatlas* stellt keine Projektkennzahl dar. Er dient lediglich dem Vergleich mit dem zuvor beschriebenen Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach tatsächlicher Durchmesser- und Verteilung. Im Zuge der Auswertung der Projekte wird verglichen wie sich die Schätzung des Aufwands der Bewehrungsarbeiten durch das Wissen der Kaliber- und Verteilung des Stabstahls verändert. Für die Ermittlung des Schneide-, Biege- und Verlegeaufwands nach der Durchmesser- und Verteilung des *Bewehrungsatlas* wird zunächst mit Hilfe der Aufwandswerte für das Schneiden, Biegen und Verlegen aus Tabelle 3.9 und der Verteilung der Biegeformen für den Hochbau aus Tabelle 3.4 ein durchschnittlicher Aufwandswert pro Kaliber Stabstahl ermittelt. Anschließend werden die ermittelten Aufwandswerte mit dem Anteil des entsprechenden Kalibers aus der Durchmesser- und Verteilung des Hochbaus aus Tabelle 3.2 multipliziert.

Tab. 6.7: Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach Durchmesser- und Verteilung des *Bewehrungsatlas*¹¹

DN [mm]	8	10	12	14	16	20	26	30	36		Σ
Aufwandswert [Std/t]	23,09	18,70	15,55	13,23	11,19	9,55	8,74	8,20	9,15		
Anteil Hochbau [%]	4,9	24,2	22,1	8,7	12,4	14,7	8,6	4,2	0,2		100,0
AW Hochbau [Std/t]	1,13	4,52	3,44	1,15	1,39	1,40	0,75	0,34	0,02		14,15

Durch Kombination der Angaben des *Bewehrungsatlas* zur Durchmesser- und Verteilung des Stabstahls, der Verteilung der Biegeformen und der Aufwandswerte für das Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung, ergibt sich ein durchschnittlicher Aufwandswert von 14,15 Std/t. Durch Multiplikation mit der Masse des gelieferten Stabstahls ergibt sich der Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach der Durchmesser- und Verteilung des *Bewehrungsatlas*. Für Projekt II ist die Berechnung in Gleichung 6.9 dargestellt.

¹⁰Eigene Tabelle.¹¹Eigene Tabelle.

$$430,88 t \cdot 14,15 \frac{Std}{t} = 6.097 Std \quad (6.9)$$

Die Schätzung des Aufwands der Bewehrungsarbeiten bei Projekt II auf Grundlage von Literaturangaben ergibt 6.097 Std. Mit dem Wissen der Durchmesserverteilung wurde zuvor ein Aufwand von 7.822 Std ermittelt. Dies liegt daran, dass die tatsächliche Durchmesserverteilung von Projekt II einen höheren Anteil an kleinen Durchmessern aufweist, als die Angaben des *Bewehrungsatlas* vermuten lassen.

6.3.2.9 Massen gelieferter Bewehrungsmatten

Für diese Kennzahl wurde für jedes Projekt die Masse der gelieferten Bewehrungsmatten aus der Controllingliste bzw. den Rechnungen summiert. In den Werkverträgen und den Abrechnungsunterlagen der vorliegenden Projekte sind jeweils mehrere Arten von Bewehrungsmatten zu Gruppen zusammengefasst. Die Zusammensetzung dieser Gruppen unterscheidet sich von Projekt zu Projekt, sodass die Erfassung einzelner Arten oder enger gesteckter Gruppen projektübergreifend nicht möglich ist. Unterschieden wird zwischen Matten mit einem Flächengewicht der Arten AQ50 bis AQ100 bzw. kleiner als AQ50 und größer als AQ100. Von der zweiten Gruppe wurden keine Bewehrungsmatten abgerechnet.

6.3.2.10 Gesamtmasse gelieferte Bewehrungsmatten

Für die Ermittlung der Gesamtmasse der gelieferten Bewehrungsmatten wird die Summe über die Masse aller Mattenarten des jeweiligen Projekts gebildet. Da lediglich die Gruppe der Mattenarten mit einem Flächengewicht von AQ50 bis AQ100 abgerechnet wurden, entspricht die Gesamtmasse der gelieferten Bewehrungsmatten der Gesamtmasse dieser Mattengruppe.

6.3.2.11 Gesamtmasse gelieferter Bewehrungsstahl

Die Gesamtmasse des gelieferten Bewehrungsstahls entspricht der Summe der Gesamtmasse des gelieferten Stabstahls und der Gesamtmasse gelieferter Bewehrungsmatten.

6.3.2.12 Verlegemenge pro Arbeitstag

Die Verlegemenge pro Arbeitstag gibt an, wieviele Tonnen Bewehrungsstahl im Durchschnitt über die Bauzeit der Stahlbetonarbeiten pro Arbeitstag verlegt wurden. Sowohl bei der Bauzeit als auch bei der Gesamtmasse des gelieferten Bewehrungsstahls handelt es sich um Kennzahlen, die aus den Abrechnungsunterlagen ermittelt werden.

$$\text{Verlegemenge pro Arbeitstag} \left[\frac{t}{AT} \right] = \frac{\text{Gesamtmasse gelieferter Bewehrungsstahl} [t]}{\text{Bauzeit der Stahlbetonarbeiten} [AT]} \quad (6.10)$$

6.3.2.13 Anteil gelieferter Stabstahl

Der Anteil des gelieferten Stabstahls gibt an, bei wieviel Prozent des gelieferten Bewehrungsstahls es sich um Stabstahl handelt.

$$\text{Anteil gelieferter Stabstahl} [\%] = \frac{\text{Gesamtmasse gelieferter Stabstahl} [t]}{\text{Gesamtmasse gelieferter Bewehrungsstahl} [t]} \quad (6.11)$$

Tabelle 6.8 zeigt den Anteil des gelieferten Stabstahls der ausgewerteten Projekte. Mit Ausnahme von Projekt VIII lag der Anteil an der Gesamtmasse des gelieferten Bewehrungsstahls bei über 90%. Bei sechs Projekten sogar über 98%.

Tab. 6.8: Anteil gelieferter Stabstahl, Anteil gelieferte Bewehrungsmatten¹²

Projekt	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Stabstahl [%]	99,88	99,05	99,79	90,72	98,51	93,00	99,81	87,95	99,95
Matten [%]	0,12	0,95	0,21	9,28	1,49	7,00	0,19	12,05	0,05
Σ [%]	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

6.3.2.14 Anteil gelieferte Bewehrungsmatten

Der Anteil der gelieferten Bewehrungsmatten gibt an, bei wieviel Prozent des gelieferten Bewehrungsstahls es sich um Bewehrungsmatten handelt.

$$\text{Anteil gel. Bewehrungsmatten} [\%] = \frac{\text{Gesamtmasse gel. Bewehrungsmatten} [t]}{\text{Gesamtmasse gel. Bewehrungsstahl} [t]} \quad (6.12)$$

Tabelle 6.8 zeigt den Anteil der gelieferten Bewehrungsmatten der ausgewerteten Projekte. Aufgrund des geringen Anteils der Bewehrungsmatten und der fehlenden Aufgliederung der Art der Bewehrungsmatten in den Abrechnungsunterlagen ist die Analyse der Auswirkung von Projekteigenschaften auf die Abrechnung von Bewehrungsmatten nicht möglich.

6.3.2.15 Massen verlegter Stabstahl je Durchmesser

Unter dieser Kennzahl wird für den nach Leistungspositionen abgerechneten Stabstahl eine Summe gebildet. Enthalten ist demnach jener Stabstahl, der auf Leistung verlegt wurde und mittels der für die Verlegung des Stabstahls vorgesehenen Positionen des Werkvertrags mit dem Baustahlunternehmen abgerechnet wurde. Nicht enthalten ist die Masse des Stabstahls, der in Regie verlegt wurde. Wie bei der Masse des gelieferten Stabstahls wurden auch bei der Abrechnung des Verlegens des Stabstahls bei den Projekten III, V und IX mehrere Durchmesser zu Gruppen zusammengefasst. Bei Projekt III wurde das Verlegen der Kaliber 8 mm bis 12 mm, 14 mm bis 20 mm und 26 mm bis 30 mm jeweils in einer Gruppe zusammengefasst. Die Projekte V und IX weisen dieselbe Position für Stabstahl mit den Durchmessern 8 mm bis 30 mm bzw. 36 mm und 40 mm auf. Bei Projekt IV liegen keine Daten zur Masse des verlegten Bewehrungsstahls vor.

6.3.2.16 Gesamtmasse auf Leistung verlegter Stabstahl

Für die Ermittlung der Gesamtmasse des auf Leistung verlegten Stabstahls wird die Summe über die Massen aller Durchmesser des jeweiligen Projekts gebildet.

6.3.2.17 Gesamtmasse auf Leistung verlegte Bewehrungsmatten

Die Kennzahl der Gesamtmasse, der auf Leistung verlegten Bewehrungsmatten, beinhaltet die Masse aller Bewehrungsmatten, die mittels Leistungsposition abgerechnet wurde. Wie im

¹²Eigene Tabelle.

Kapitel *Werkverträge von Baustahlunternehmen* erläutert wurde, ist in den Werkverträgen von Baustahlunternehmen üblicherweise eine Grundposition und eventuell eine Aufzählungsposition für Matten mit besonders kleinen bzw. großen Flächengewichten enthalten.

6.3.2.18 Gesamtmasse auf Leistung verlegter Bewehrungsstahl

Die Gesamtmasse des auf Leistungen verlegten Bewehrungsstahls wird durch die Summe der Gesamtmasse des auf Leistung verlegten Stabstahls und der Gesamtmasse der auf Leistung verlegten Bewehrungsmatten gebildet.

6.3.2.19 Gesamtmasse in Regie verlegter Bewehrungsstahl

Bewehrungsstahl wird entweder auf Leistung oder in Regie verlegt. Jener Bewehrungsstahl, der geliefert und dessen Verlegung nicht mittels einer der Leistungspositionen abgerechnet wurde, muss demnach in Regie verlegt worden sein. Die Gesamtmasse des in Regie verlegten Bewehrungsstahls ergibt sich daher aus der Differenz der Gesamtmasse des gelieferten Bewehrungsstahls und der Gesamtmasse des auf Leistung verlegten Bewehrungsstahls.

6.3.2.20 Regiestunden

Für die Abrechnung der Regiestunden ist in den Werkverträgen mit den Baustahlunternehmen wie üblich bei allen untersuchten Projekten eine eigene Position vorgesehen. Die Anzahl der Regiestunden wird demnach der jeweiligen Controllingliste bzw. den Rechnungen der Baustahlunternehmen entnommen.

6.3.2.21 Aufwandswert Regieleistungen

Der Aufwandswert der Regieleistungen gibt an, wieviele Regiestunden pro Tonne in Regie verlegten Bewehrungsstahl abgerechnet wurden.

$$AW \text{ Regieleistungen} \left[\frac{Std}{t} \right] = \frac{\text{Anzahl Regiestunden [Std]}}{\text{Gesamtm. auf Regie verlegter Bewehrungsstahl [t]}} \quad (6.13)$$

6.3.2.22 Regiestunden pro Tonne Bewehrungsstahl der Angebotskalkulation

Einen weiteren Kennwert zu den Regieleistungen bildet die Anzahl der Regiestunden pro Tonne Bewehrungsstahl der Angebotskalkulation. Für diesen Kennwert wird die Anzahl der abgerechneten Regiestunden im Verhältnis zur Masse des Bewehrungsstahls, von dem in der Phase der Angebotskalkulation ausgegangen wurde, ermittelt.

6.4 Auflistung der Projektdaten und -kennwerte

Auf den nächsten zwei Seiten werden die Projektdaten und -kennwerte, die direkt aus den analysierten Unterlagen stammen bzw. mit Hilfe derer hergeleitet wurden, in einer Tabelle dargestellt. Die Kennwerte werden teilweise abgekürzt bzw. in Stichworten angeführt. Alle Kennwerte werden in Kapitel 6 beschrieben.

Tab. 6.9: Auflistung der Projektdaten und -kennwerte¹³

Projekt	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Wohneinheiten	397	102	60	38	77	134	150	190	250
Controllingliste zu verbuchten Rechnungen [%]	96,4%	98,5%	95,4%	96,9%	99,5%	103,1%	99,6%	97,9%	97,0%
Kennwerte der Angebotskalkulation									
Stahlbetonvolumen [m ³]	42.087	5.397	3.392	-	6.463	8.112	20.808	15.650	29.380
Masse Bewehrungsstahl [t]	6.519	620	417	858	756	917	2.527	1.908	3.341
Bewehrungsgrad [kg/m ³]	155	115	123	-	117	113	121	122	114
Bauzeit Stahlbetonarbeiten [d]	487	250*	137	187	292*	226	331	243*	302
Arbeitsstage Stahlbetonarbeiten [AT]	332	166*	97	129	194*	156	224	161*	204
Verlegemenge pro Arbeitstag [t/AT]	19,64	3,73	4,30	6,65	3,90	5,88	11,28	11,81	16,38
Kennwerte der Ausführung und Abrechnung									
Bauzeit Stahlbetonarbeiten [d]	382	226	217	177	317	253	373	220	401
Arbeitsstage Stahlbetonarbeiten [AT]	260	153	147	124	221	174	254	154	275
Mindestverlegemenge [t]	4	3	3	3	3	3	3	3,5	3
Massen gelieferter Stabstahl je Durchmesser									
Ø 8 [t]	313	130	200	34	34	79	403	199	—
Ø 10 [t]	922	125	282	282	388	93	570	286	1.930
Ø 12 [t]	798	89	138	138	—	142	345	558	—
Ø 14 [t]	1.060	71	204	86	—	58	479	340	—
Ø 16 [t]	1.257	7	—	65	34	34	293	125	—
Ø 20 [t]	412	9	—	25	349	65	243	83	1.150
Ø 26 [t]	361	0	14	1	—	33	109	13	—
Ø 30 [t]	135	0	—	0	—	19	36	0	—
Ø 36 [t]	244	0	—	0	—	0	10	0	—
Ø 40 [t]	264	0	—	0	—	0	0	0	3
kein DN zuordenbar [t]	147	0	—	0	—	0	0	0	—
Gesamtmasse gelieferter Stabstahl [t]	5.913	431	419	631	737	522	2488	1.603	3.083

Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgeführt

Tab. 6.9: Aufstufung der Projektdaten und -kennwerte (Fortsetzung)

Projekt	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Durchschnittlicher Durchmesser Stabstahl [mm]	13,59	10,00	-	11,16	-	11,71	11,51	11,42	-
Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach tatsächliche Durchmesserverteilung [Std]	79,991	7,822	-	10,328	-	7,978	38,605	25,414	-
nach Durchmesserverteilung Bewehrungsatlas [Std]	83,666	6,097	5,922	8,936	10,425	7,393	35,208	22,689	43,624
Massen gelieferter Bewehrungsmatten [t]	7	4	1	65	11	39	5	220	2
Gesamtmasse gelieferter Bewehrungsstahl [t]	5,920	435	420	696	748	562	2,493	1,823	3,085
Verlegemenge pro Arbeitstag [t/AT]	22,77	2,84	2,85	5,61	3,38	3,23	9,82	11,84	11,22
Anteil gelieferter Stabstahl [%]	99,88	99,05	99,79	90,72	98,51	93,00	99,81	87,95	99,95
Anteil gelieferte Bewehrungsmatten [%]	0,12	0,95	0,21	9,28	1,49	7,00	0,19	12,05	0,05
Massen verlegter Stabstahl je Durchmesser									
Ø 8 [t]	312	64	-	-	-	-	387	-	-
Ø 10 [t]	921	113	220	-	-	119	514	236	-
Ø 12 [t]	797	63	-	-	-	-	312	-	-
Ø 14 [t]	1,055	66	-	-	-	-	469	-	-
Ø 16 [t]	1,235	6	60	-	691	-	288	1,260	2,566
Ø 20 [t]	404	8	-	-	-	330	239	-	-
Ø 26 [t]	356	0	-	-	-	-	107	-	-
Ø 30 [t]	149	0	8	-	-	-	35	0	-
Ø 36 [t]	241	0	0	-	0	0	10	0	3
Ø 40 [t]	260	0	0	-	0	0	0	0	-
Gesamtmasse auf Leistung verlegter Stabstahl [t]	5,733	320	288	-	691	449	2,361	1,496	2,569
Gesamtmasse auf Leistung verlegte Matten [t]	7	2	0	-	7	31	0	217	0
Gesamtmasse auf Leistung verlegte Bewehrung [t]	5,740	322	288	-	698	480	2,361	1,714	2,569
Regiestunden [Std]	71	3,387	2,843	160	617	2,098	4,801	1,045	1,195
Aufwandswert Regieleistungen [Std/t]	0,39	29,96	21,64	-	12,34	25,75	36,37	9,53	2,32
Regiestunden pro t Bewehrung Angebotskalk. [Std/t]	0,01	7,79	6,78	0,23	0,82	3,73	1,93	0,57	0,39

¹³Eigene Tabelle; „-“...keine Daten vorhanden; „*“...Wert näherungsweise berechnet.

Kapitel 7

Datenauswertung

In diesem Kapitel werden die gesammelten Daten der untersuchten Projekte ausgewertet. Wie im Kapitel *Datenerhebung und -verarbeitung* bereits beschrieben wurde, handelt es sich bei den untersuchten Projekten um bereits fertiggestellte und abgerechnete Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise. Die Daten wurden in zwei Gruppen unterteilt - in jene, die zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation bekannt waren und in Daten der Ausführung bzw. der Abrechnung. Aus den Ausschreibungs- und Abrechnungsunterlagen wurden Kennzahlen zu den Bewehrungsarbeiten ermittelt. Auf den folgenden Seiten wird jeweils eine Kennzahl aus den Ausschreibungsunterlagen mit einer Kennzahl aus der Abrechnung gegenübergestellt. Dadurch soll versucht werden potentielle Zusammenhänge zu erkennen.

Wie bereits in Kapitel 6 erläutert wurde, konnten durch die Analyse der Abrechnungsdaten nur Kennwerte zu tatsächlich abgerechneten Positionen erhoben werden. Die Kennzahlen zur Bauzeit, den Regiestunden und zur Kaliberverteilung des Stabstahls konnten zu jedem der untersuchten Projekte ermittelt werden. Bei der Kaliberverteilung wurde die Auswertung durch die Abrechnung von Kalibergruppen anstelle einzelner Durchmesser erschwert. Dies war bei drei der neun untersuchten Projekte der Fall. Kennzahlen zu Einflüssen auf den Aufwandswert von Bewehrungsarbeiten, wie die Art der Biegung von Bewehrungsstäben oder die Anzahl von Positionen je Bewehrungsplan, gingen aus den Abrechnungsunterlagen nicht hervor, da diese Aufzählungen in den Werkverträgen nicht angeführt waren, bei den vorliegenden Projekten nicht angefallen sind oder schlichtweg nicht abgerechnet wurden. Grundlage dieser Arbeit sind Daten, die dem Baumeisterbetrieb zur Verfügung standen. Um detaillierte Aussagen zu anderen Erschwernissen wie z.B. Biegeformen treffen zu können, wären Daten von Baustahlunternehmen notwendig.

Der Fachliteratur ist zu entnehmen, dass die Aufwandswerte von Bewehrungsarbeiten in erster Linie vom Stabdurchmesser der Bewehrungsstäbe abhängig ist. Aus Sicht des Baumeisterbetriebs stellen die Regiestunden den größten und undurchsichtigsten Kostentreiber dar. Die Kalkulierbarkeit der Regiestunden und die Kenntnis der Kaliberverteilung sind daher essentiell für die Kalkulierbarkeit der Bewehrungsarbeiten an sich.

7.1 Vergleich: Masse Bewehrungsstahl

In Abbildung 7.1 wird die Masse des Bewehrungsstahls mit dem Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation der Masse des abgerechneten Bewehrungsstahls gegenübergestellt. Für die Preisbildung ist es von Relevanz, die Masse des Bewehrungsstahls zu kennen. Die im Kapitel *Werkverträge von Baustahlunternehmen* beschriebene Mindestverlegemenge ist ein Beispiel dafür, dass kleine Projekte potentiell höhere Kosten verursachen als große.

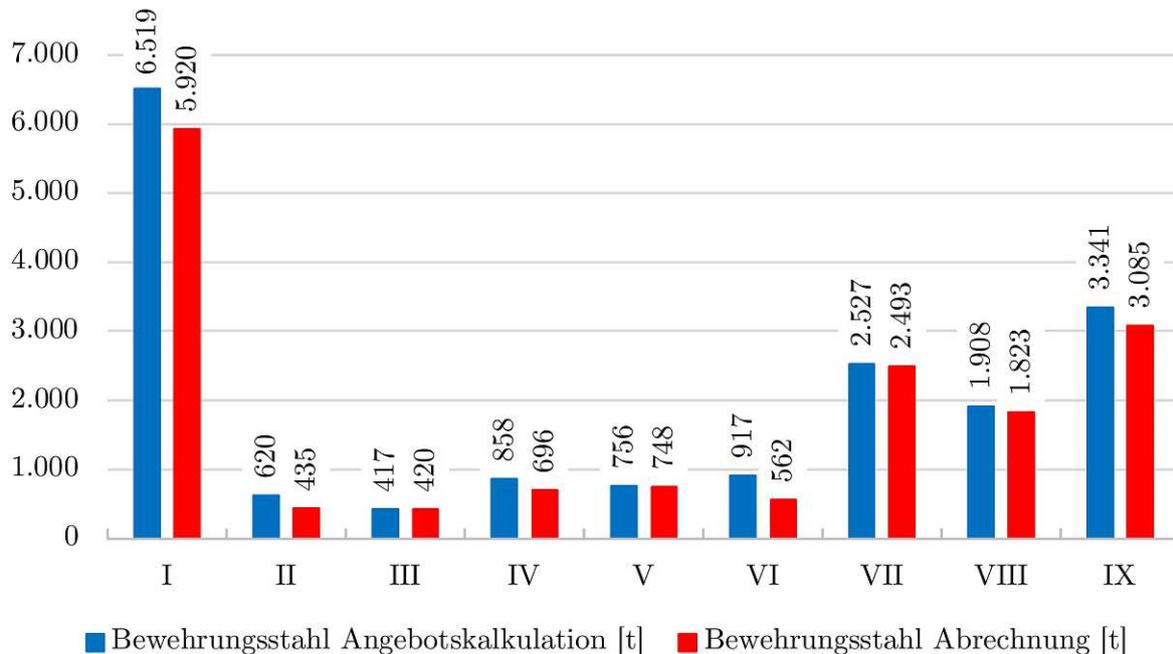


Abb. 7.1: Gegenüberstellung der Masse des Bewehrungsstahls zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit der Masse des abgerechneten Bewehrungsstahls¹

Abbildung 7.1 zeigt, dass die abgerechnete Masse des Bewehrungsstahls teilweise stark von der Massenermittlung der Kalkulation abweicht. Absolut gesehen ist der größte Unterschied bei Projekt I, bei dem 599 t weggefallen sind. Prozentuell gesehen ist die Divergenz bei Projekt VI am größten. Bei Projekt VI wurden nur 61% der ursprünglich kalkulierten Bewehrung abgerechnet. Dafür gibt es eine Vielzahl an möglichen Gründen, wie etwa die Änderung der Ausführung hin zum Einsatz von Halbfertigteilen oder Fertigteilen im Zuge der Arbeitsvorbereitung oder Bewehrungseinsparung durch die Tragwerksplanung.

Minder Mengen der Bewehrungsmasse können dazu führen, dass die Mindestverlegemenge häufiger unterschritten wird. Dadurch kann es zu einer unvorhergesehenen Häufung von Regiestunden kommen. Zudem kann eine geringere Bewehrungsmasse auch ein Indiz dafür sein, dass überdurchschnittlich viele Bewehrungsstäbe mit kleinem Kaliber eingesetzt wurden, um die Bauteile möglichst nahe am erforderlichen Bewehrungsquerschnitt zu bemessen. Beides kann zu einem höheren Aufwandswert und höheren Kosten führen.

¹Eigene Darstellung.

7.2 Vergleich: Masse Bewehrungsstahl - Regiestunden

Die folgende Abbildung 7.2 zeigt das Verhältnis der Masse des Bewehrungsstahls zum Kenntnisstand der Angebotskalkulation zu den abgerechneten Regiestunden. Die Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt, ist, ob die Projektgröße mit der Anzahl der Regiestunden zusammenhängt. Aufgrund der vertraglich festgelegten Mindestverlegemenge, deren Unterschreitung zum Verlegen des Bewehrungsstahls auf Regiebasis führt, wäre ein Zusammenhang vorstellbar.

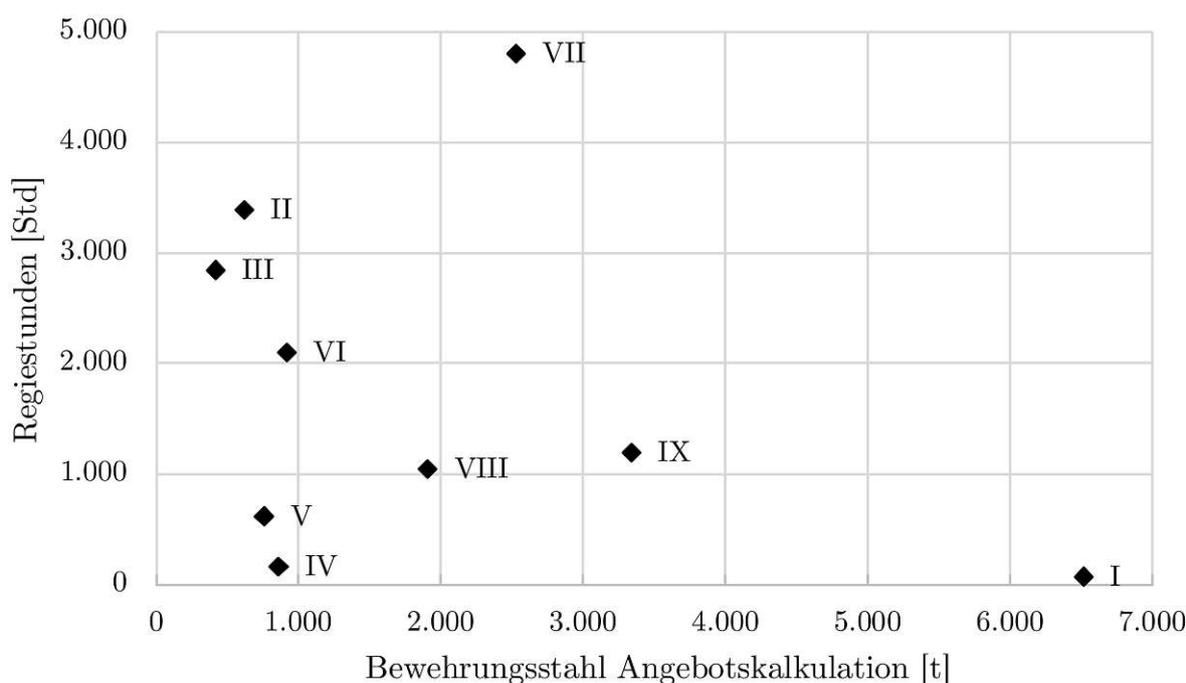


Abb. 7.2: Gegenüberstellung der Masse des Bewehrungsstahls zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden²

Mit Ausnahme der Projekte IV, V und VII ist erkennbar, dass bei Projekten mit einer hohen Tonnage tendenziell weniger Regiestunden anfallen. Bei den verhältnismäßig kleinen Projekten II, III und VI wurden rund 2.000 bis 3.400 Regiestunden abgerechnet. Die Verlegearbeiten beim größten Projekt I wurden fast zur Gänze nach Leistung abgerechnet. Mit rund 1.000 Regiestunden liegen die Projekte VIII und IX, wie auch deren Projektgröße, im Mittelfeld. Bei den Projekten IV und V wurden wenige Regiestunden, beim Projekt VII sehr viele Regiestunden abgerechnet.

²Eigene Darstellung.

7.3 Vergleich: Masse Bewehrungsstahl - Regiestunden pro Tonne

Während bei der Abbildung 7.2 die absolute Anzahl abgerechneter Regiestunden betrachtet wurde, wird in Abbildung 7.3 die Anzahl der abgerechneten Regiestunden pro Tonne verlegter Bewehrung mit der kalkulierten Bewehrungsmasse gegenübergestellt. Da bei der Kalkulation von Einheitspreisen für Bewehrungsleistungen der Preis pro Tonne ermittelt wird, ist auch bei den Regiestunden die Anzahl pro Tonne von Interesse.

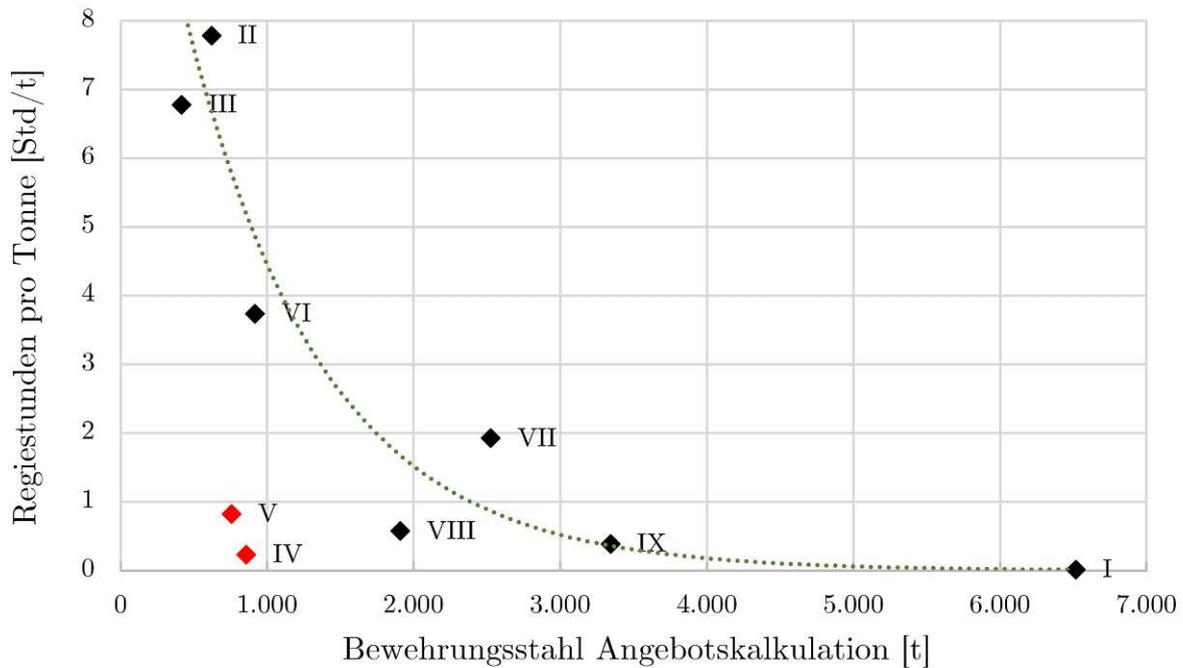


Abb. 7.3: Gegenüberstellung der Masse des Bewehrungsstahls zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl³

Die in Abbildung 7.2 dargestellten Kennzahlen zeigen, dass bei den kleinsten Projekten besonders viele Regiestunden pro Tonne verlegter Bewehrung abgerechnet werden. Vor allem die Projekte II und III mit 6,8 bzw. 7,8 Regiestunden pro Tonne sind hier zu erwähnen. Gleichzeitig ist anhand der Projekte IV und V ersichtlich, dass auch kleine Projekte mit unter einer Regiestunde pro Tonne verlegter Bewehrung durchgeführt werden können. Bei Projekt I wurden 71 Regiestunden abgerechnet. Bei über 6.500 t verlegter Bewehrung sind die Regiestunden pro Tonne verschwindend gering.

Sieht man die Projekte IV und V als Ausreißer an und grenzt diese von den übrigen Projekten ab, so lässt sich eine exponentiellen Trendlinie bilden, die das Verhältnis zwischen der Masse des Bewehrungsstahls der Angebotskalkulation und der Anzahl der abgerechneten Regiestunden anschaulich darstellt.

³Eigene Darstellung.

7.4 Vergleich: Verlegemenge pro Arbeitstag - Regiestunden pro Tonne

In den bisherigen Auswertungen wurden die Anzahl der Regiestunden bzw. die Anzahl der Regiestunden pro Tonne verlegter Bewehrung mit der Masse verlegter Bewehrung verglichen. In Abbildung 7.4 werden die Regiestunden pro Tonne verlegter Bewehrung mit der prognostizierten durchschnittlichen Verlegemenge pro Arbeitstag verglichen. Dadurch wird die zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation vorgegebene Bauzeit berücksichtigt. Wie in Kapitel *Werkverträge von Baustahlunternehmen* beschrieben, wird in der Regel dann nach Regiestunden abgerechnet, wenn die Mindestverlegemenge an einem Arbeitstag unterschritten wird. Es liegt daher nahe, dass bei Projekten, bei denen die durchschnittliche Verlegemenge pro Arbeitstag weit über der vertraglich vereinbarten Mindestverlegemenge liegt, nur wenige Regiestunden anfallen. Die Regiegrenze der untersuchten Projekte liegt bei 3,0 t, mit Ausnahme zweier Projekte. Bei Projekt I lag die Mindestverlegemenge bei 4,0 t und bei Projekt VIII bei 3,5 t. Die durchschnittliche Verlegemenge pro Arbeitstag liegt bei beiden Projekten deutlich über diesem Wert, wodurch dieser vertragliche Unterschied zu den anderen Projekten irrelevant sein müsste.

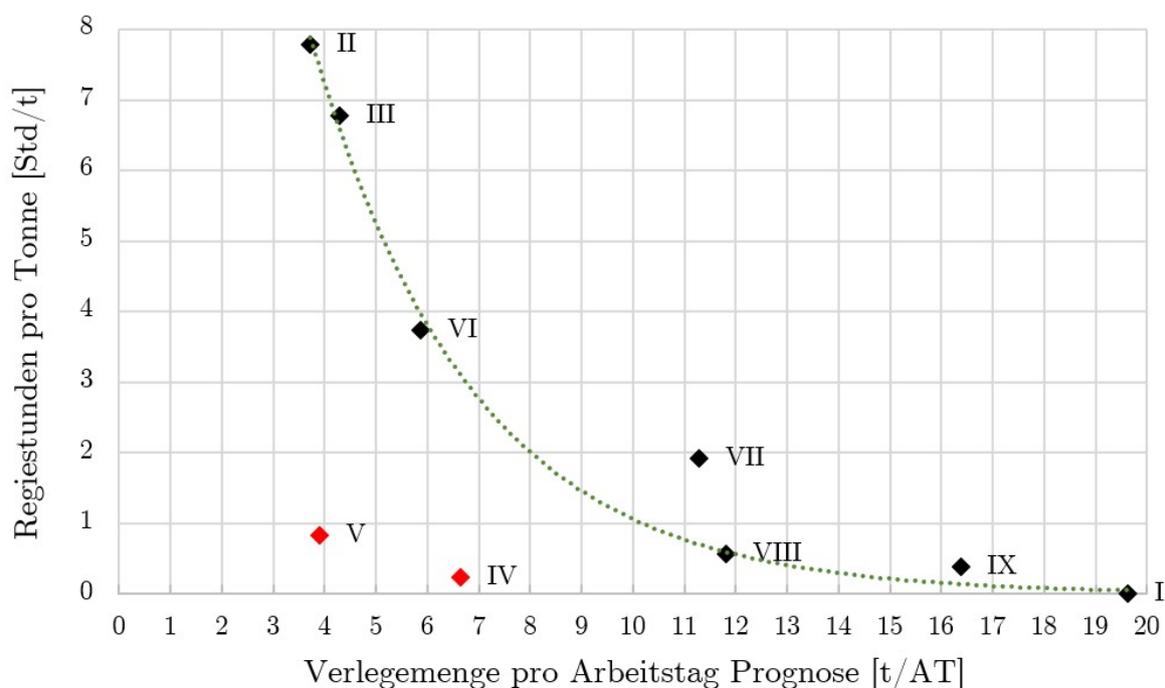


Abb. 7.4: Gegenüberstellung der prognostizierten Verlegeleistung pro Arbeitstag mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl⁴

Abbildung 7.4 scheint die Hypothese zu bestätigen. Mit Ausnahme der Projekte IV und V zeigen alle Projekte, dass eine geringere durchschnittliche Verlegemenge zu deutlich mehr Regiestunden pro Tonne führt. Betrachtet man die Daten von Projekt II erkennt man, dass die durchschnittliche Verlegemenge pro Tag mit 3,73 Std./t rund 24% über der Mindestverlegemenge liegt. Gerade bei kleineren Projekten ist die Verlegemenge starken Schwankungen unterworfen. Sind eines oder mehrere Deckenfelder fertig geschalt und bereit bewehrt zu werden, wird deutlich mehr Bewehrung verlegt als an jenen Tagen, an denen nur Wände zu bewehren sind. Vor allem bei Projekten mit mehreren Gebäuden kommt es vor, dass die Gebäude mit einem zeitlichen

⁴Eigene Darstellung.

Versatz errichtet werden. Dadurch ist die Verlegemenge pro Tag am Anfang und am Ende phasenweise deutlich unter der durchschnittlichen Verlegemenge. Die durchschnittliche prognostizierte Verlegemenge der Projekte I, VII, VIII, IX beträgt ein Vielfaches der Mindestverlegemenge. Selbst wenn die tatsächlich verlegte Bewehrung geringer ausfällt, wie in Abbildung 7.1 dargestellt, werden Regiestunden aufgrund der Unterschreitung der Mindestverlegemenge sehr selten anfallen. Dennoch können aufgrund der anderen, in Kapitel *Werkverträge von Baustahlunternehmen* aufgelisteten Gründen, Regiestunden abgerechnet werden.

Anhand der Projekte II und V lässt sich beschreiben, dass die Anzahl der Regiestunden von wesentlich mehr Parametern abhängt als bloß der durchschnittlichen Verlegemenge pro Arbeitstag. Bei Betrachtung der Pläne der beiden Projekte fallen zwei wesentliche Unterschiede auf. Projekt V besteht aus einem Gebäude, während die Flächen von Projekt II auf zwei Gebäuden aufteilt sind. Die Deckenfläche eines Geschosses ist bei den Gebäuden von Projekt II deutlich kleiner als jene von Projekt V. Eine größere Deckenfläche erleichtert es durchgehend mindestens ein Deckenfeld bewehren zu können. Die große Bewehrungsmenge des Deckenfeldes garantiert die Überschreitung der Mindestverlegemenge, während gleichzeitig Wände mit tendenziell niedrigen Bewehrungsmengen bewehrt werden.

7.5 Vergleich: Bewehrungsgrad - Durchschnittlicher Durchmesser

Wie unter anderem im Kapitel *Zusammensetzung der Kosten von Bewehrungsarbeiten* beschrieben, ist der Aufwandswand beim Schneiden, Biegen und Verlegen von Stabstahl in erster Linie vom Durchmesser abhängig. In Abbildung 7.5 wird daher verglichen, wie der Bewehrungsgrad, der aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht, mit dem durchschnittlichen Durchmesser der verlegten Bewehrungsstäbe zusammenhängt. Als Hypothese wurde angenommen, dass bei Bewehrungskörben mit geringen Bewehrungsgraden durchschnittlich kleinere Dimensionen eingesetzt werden. Zur Abdeckung hoher Bewehrungsgrade und somit großen Stahlquerschnittsflächen sind in der Regel größere Durchmesser notwendig.

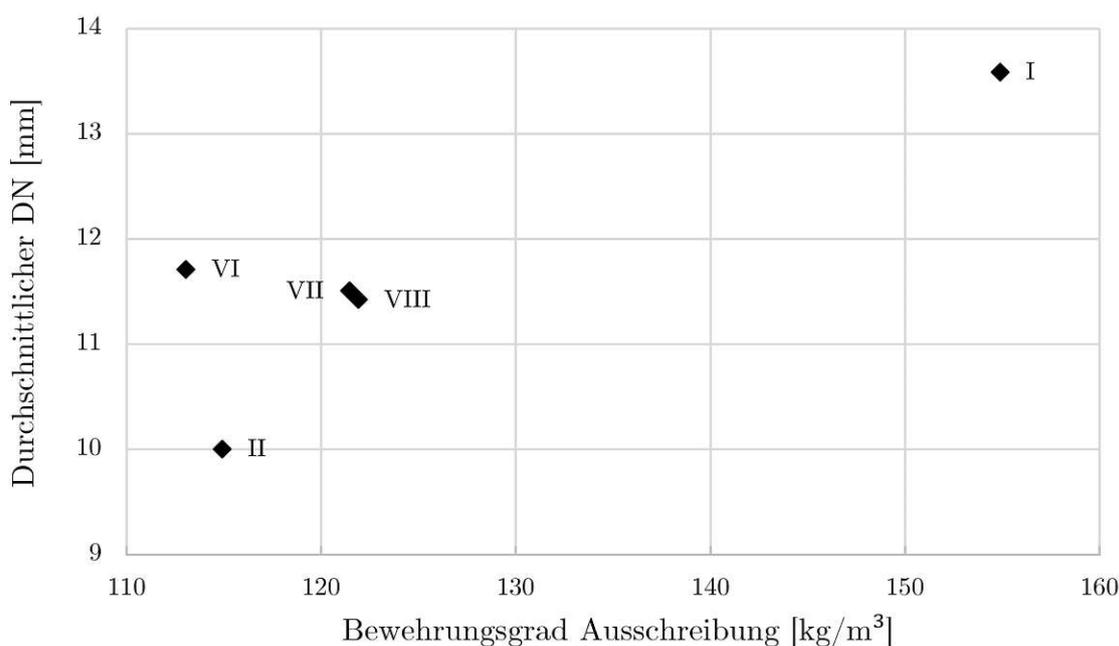


Abb. 7.5: Gegenüberstellung des Bewehrungsgrads zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit dem durchschnittlichen Stabdurchmesser der abgerechneten Bewehrung⁵

Die Projekte III, IV, V und IX sind in Abbildung 7.5 nicht dargestellt. Bei den Abrechnungen dieser Projekte wurden keine einzelnen Durchmesser angeführt bzw. konnte bei Projekt IV aufgrund fehlender Angabe zur Betonkubatur kein Bewehrungsgrad ermittelt werden. Vertraglich wurden Einheitspreise für Durchmessergruppen, z.B. 8 mm bis 12 mm vereinbart. Dementsprechend ist die Ermittlung des durchschnittlichen Durchmessers über die Abrechnungsunterlagen nicht möglich.

Bei den Projekten I, II, VII und VIII trifft die Hypothese zu. Projekt II hat mit 115 kg/m^3 den geringsten prognostizierten Bewehrungsgrad. Auch der durchschnittlich verlegte Durchmesser ist mit 10 mm sehr klein. Mit einem Bewehrungsgrad von 121 kg/m^3 bzw. 122 kg/m^3 liegen die Projekte VII und VIII etwas darüber. Auch der durchschnittliche Durchmesser liegt mit ca. 11,5 mm im Mittelfeld. Projekt I hat einen durchschnittlichen prognostizierten Bewehrungsgrad von 155 kg/m^3 . Der durchschnittliche Bewehrungsstab bei diesem Projekt ist mit 13,6 mm deutlich größer als bei den anderen Projekten. Auf Projekt VI trifft die Annahme nicht zu. Trotz niedrigstem Bewehrungsgrad liegt der gemittelte Durchmesser über dem Durchschnitt der untersuchten Projekte.

⁵Eigene Darstellung.

7.6 Vergleich: Bewehrungsgrad - Aufwandswert Regieleistung

Der Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Stabstahldurchmesser und dem Bewehrungsgrad wurde in Abbildung 7.5 betrachtet. Wie in Kapitel *Zusammensetzung der Kosten von Bewehrungsarbeiten* beschrieben, besteht ein wesentlicher Zusammenhang zwischen Stabdurchmesser und Aufwandswert. In Abbildung 7.6 wird daher der Bewehrungsgrad mit den abgerechneten Regiestunden pro Tonne in Regie verlegter Bewehrung gegenübergestellt. Falls der Bewehrungsgrad mit dem durchschnittlichen Stabdurchmesser zusammenhängt, müsste auch der Aufwandswert der Regieleistung mit dem Bewehrungsgrad zusammenhängen. Zu Projekt IV liegen keine Daten zur Betonkubatur vor. Daher konnte der Bewehrungsgrad nicht ermittelt werden.

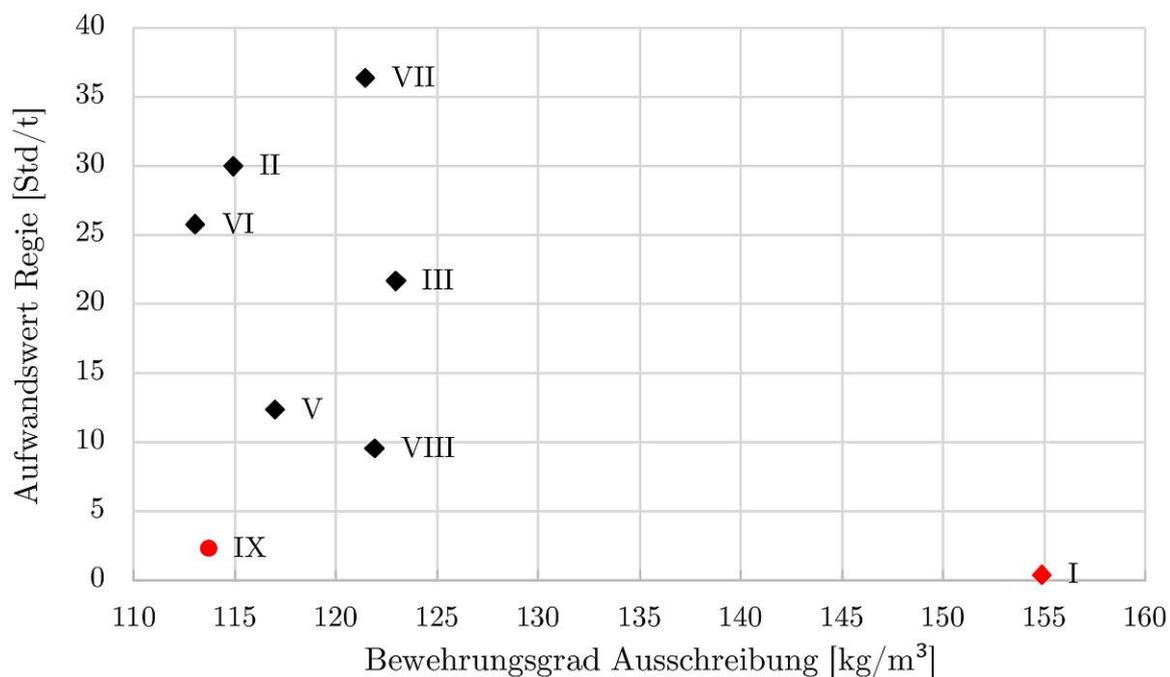


Abb. 7.6: Gegenüberstellung des Bewehrungsgrads zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit dem Aufwandswert der Bewehrungsverlegung auf Regiebasis⁶

Bei den Projekten I und IX scheinen die Aufwandswerte der Regieleistung unrealistisch niedrig zu sein.⁷ Ein Grund dafür könnte die geringe Anzahl an Regiestunden pro Tonne sein. Selbst ein verhältnismäßig kleiner Fehler in den ausgewerteten Controllinglisten kann bei großen Projekten zu einigen Tonnen Bewehrung führen, welche im Zuge der Datenauswertung nicht der in Leistung verlegten Bewehrung zugeordnet werden. Dividiert durch die wenigen Regiestunden ergibt sich bei diesen Projekten ein sehr hoher Leistungswert und damit ein sehr geringer Aufwandswert. Bei den anderen Projekten lässt Abbildung 7.6 eine Tendenz zwischen dem Bewehrungsgrad und den Aufwandswerten der Bewehrungsverlegung auf Regiebasis erkennen. Die Projekte III, V und VIII haben einen höheren Bewehrungsgrad und niedrigeren Aufwandswert der Regieleistung als die Projekte II und VI. Projekt VII weist trotz verhältnismäßig hohem Bewehrungsgrad einen hohen Aufwandswert auf.

⁶Eigene Darstellung.

⁷Vgl. Abbildung 3.7.

7.7 Vergleich: Arbeitstage Stahlbetonarbeiten

Die Anzahl der Arbeitstage, die für die Stahlbetonarbeiten zur Verfügung stehen, ist sowohl aus kalkulatorischer Sicht, als auch in Hinblick auf den Bauablauf wesentlich. In Abbildung 7.7 wird die prognostizierte Anzahl an Arbeitstagen für die Stahlbetonarbeiten nach dem Wissensstand, der aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgeht, mit der Anzahl an Arbeitstagen, an denen tatsächlich Stahlbetonarbeiten durchgeführt wurden, verglichen. Wie bereits im Kapitel *Datenerhebung und -verarbeitung* beschrieben, sind in den Bauzeitplänen der Ausschreibungsunterlagen der Projekte II, V und VIII keine Angaben zu den Terminen der Stahlbetonarbeiten angegeben. Daher wurde bei diesen Projekten die Bauzeit für die Stahlbetonarbeiten anhand der angegebenen Termine abgeschätzt und in Abbildung 7.7 mit einem Stern gekennzeichnet.

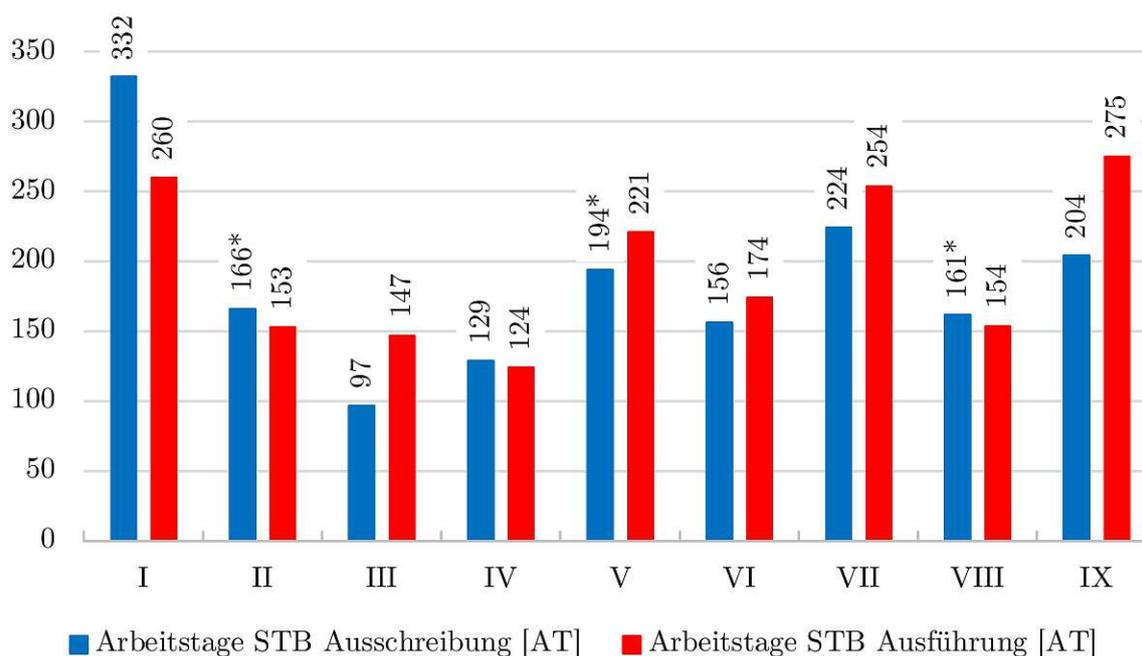


Abb. 7.7: Gegenüberstellung der Arbeitstage für die Leistungen der Stahlbetonarbeiten der Angebotskalkulation mit jener der Ausführung⁸

Die Kennwerte in Abbildung 7.7 zeigen, dass die Prognosen aus der Angebotskalkulation bei einigen Projekten stark von den Daten der Ausführung abweichen und bei anderen Projekten wiederum akkurat sind. Auch über die Richtung der Abweichung lässt sich keine pauschal gültige Aussage treffen. Bei Projekt I wurden die Stahlbetonarbeiten in 260 AT ausgeführt. In den Ausschreibungsunterlagen wurden dafür 332 AT und damit rund 28% mehr vorgesehen. Ganz anders gestaltet sich die Abweichung bei Projekt IX. Bei diesem wurde die aus den Ausschreibungsunterlagen hervorgehende Zeit für die Stahlbetonarbeiten um 71 AT bzw. 34% überschritten. Es gibt auch Projekte, bei denen die Abweichung der Werte um 10% oder darunter liegt. Das trifft auf die Projekte II, IV, V, VI, VII und VIII zu.

⁸Eigene Darstellung.

7.8 Vergleich: Durchschnittliche Verlegeleistung

In Abbildung 7.4 wurde ein Zusammenhang zwischen der prognostizierten Verlegemenge pro Arbeitstag und den abgerechneten Regiestunden pro Tonne erkennbar. Abbildung 7.1 hat gezeigt, dass die abgerechnete Bewehrungsmasse durchaus stark von der prognostizierten Masse abweichen kann. Die mögliche Divergenz zwischen prognostizierten und ausgeführten Arbeitstagen für Stahlbetonarbeiten wurde in Abbildung 7.7 deutlich. Sowohl Änderungen der Arbeitszeit, als auch Änderungen der Bewehrungsmasse, beeinflussen direkt die Kennzahl der Verlegeleistung.

In Abbildung 7.8 wird daher die auf Grundlage der Ausschreibungsunterlagen prognostizierte durchschnittliche Verlegeleistung pro Arbeitstag mit der tatsächlich ausgeführten Verlegeleistung pro Arbeitstag verglichen. Wie in Abbildung 7.7 sind die Kennwerte zu den Kennzahlen der Ausschreibung bei den Projekten II, V und VIII mit einem Stern gekennzeichnet. Diese Kennzahlen wurden aufgrund fehlender Angaben zu den Terminen der Stahlbetonarbeiten in der Ausschreibung anhand der angegebenen Termine abgeschätzt.

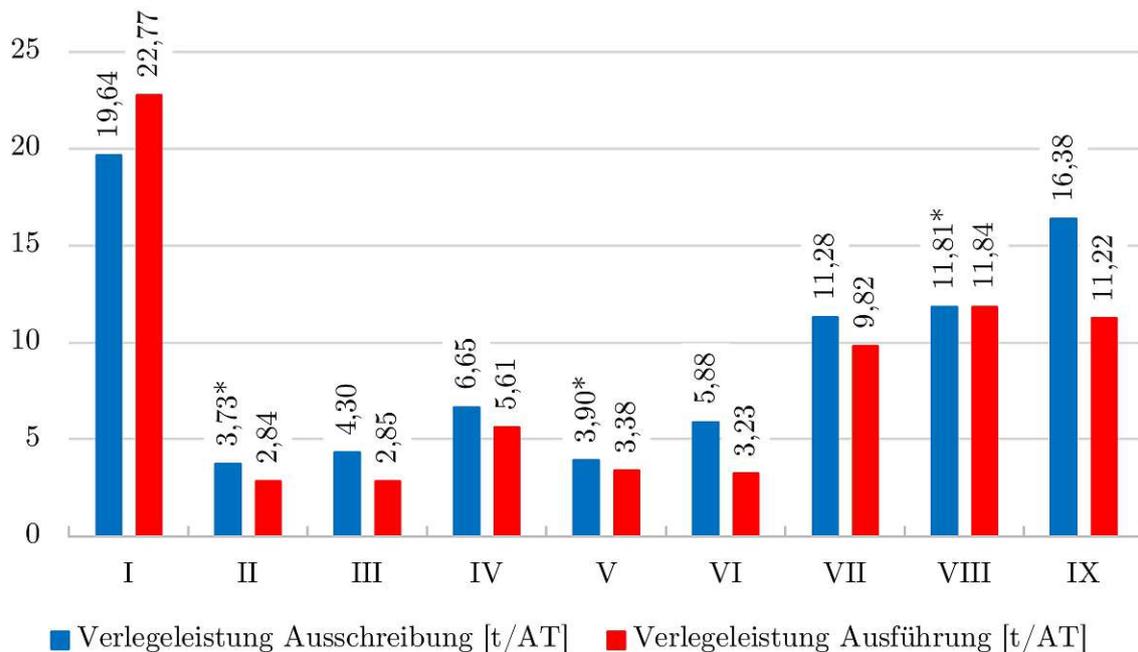


Abb. 7.8: Gegenüberstellung der durchschnittlichen Verlegeleistung der Angebotskalkulation mit der durchschnittlichen Verlegeleistung der Ausführung⁹

Die Kennzahlen in Abbildung 7.8 zeigen mit Ausnahme des Projekts VIII Divergenzen von über 10%. Als besonders relevant können die Veränderungen der durchschnittlichen Verlegeleistungen der Projekte II, III, V und VI angesehen werden. Bei diesen Projekten handelt es sich um kleinere Projekte, bei denen die prognostizierte Verlegeleistung kein vielfaches der Mindestverlegemenge ausmacht. Durch die Veränderungen der Bauzeit der Stahlbetonarbeiten und der verlegten Bewehrungsmasse hat sich die durchschnittliche Verlegemenge dieser Projekte deutlich reduziert.

Die durchschnittliche Verlegeleistung der Ausführung liegt bei den Projekten II und III unter, bei den Projekten V und VI nur knapp über der Mindestverlegemenge. Bei Projekt I zeigt die stark reduzierte Bauzeit der Stahlbetonarbeiten deutlichere Auswirkungen als die geringere

⁹Eigene Darstellung.

Bewehrungsmasse, wodurch sich die durchschnittliche Verlegemenge erhöht hat. Projekt IX hat sowohl eine geringere Bewehrungsmasse als auch eine längere Bauzeit als prognostiziert. Daher reduziert sich die durchschnittlich verlegte Bewehrung um mehr als 30%.

7.9 Vergleich: Durchschnittliche Verlegeleistung - Regiestunden pro Tonne

Die Erkenntnisse aus Abbildung 7.4 und die Veränderung der durchschnittlichen Verlegeleistung, welche in Abbildung 7.8 dargestellt ist, machen eine Gegenüberstellung der durchschnittlichen Verlegeleistung der Ausführung mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl interessant. Es ist jedoch zu beachten, dass beide Kennzahlen, die in Abbildung 7.9 miteinander verglichen werden, zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation nicht vorliegen. Beide Kennzahlen entstammen den Abrechnungsunterlagen. Dennoch ist die Kenntnis über deren Zusammenhang von Interesse für die Kalkulierbarkeit. Besteht ein klarer Zusammenhang, impliziert die Kalkulierbarkeit der durchschnittlichen Verlegeleistung der Ausführung auch die Kalkulierbarkeit die Regiestunden pro Tonne Bewehrungsstahl.

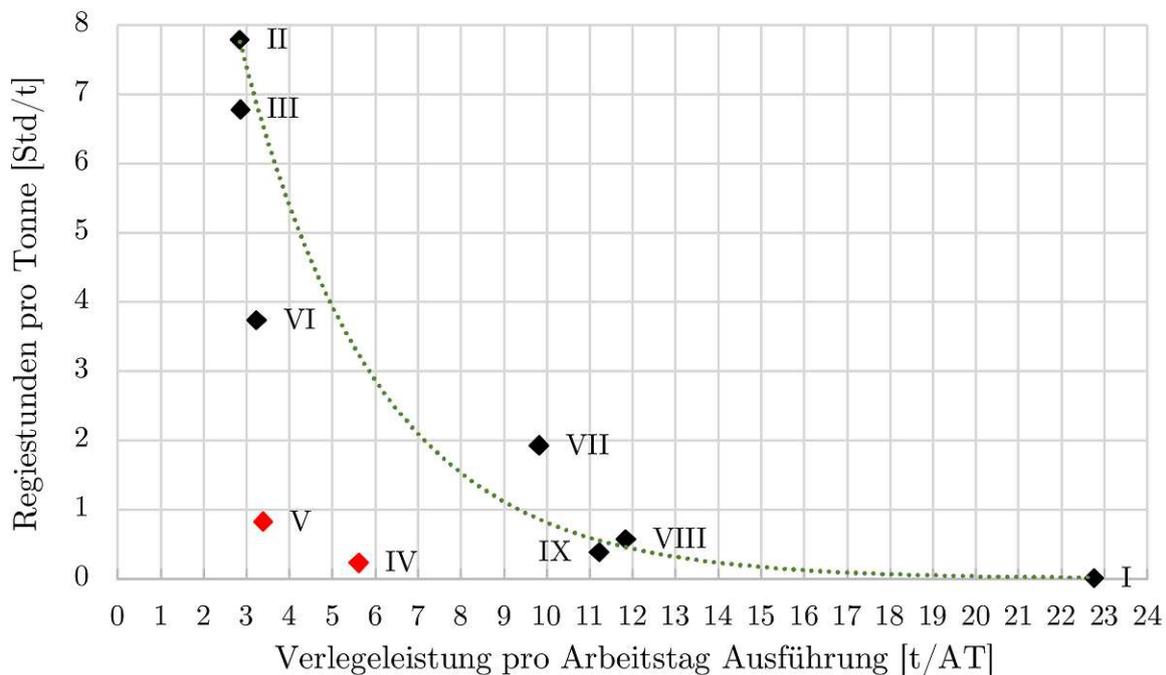


Abb. 7.9: Gegenüberstellung der Verlegeleistung pro Arbeitstag der Ausführung mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl¹⁰

In Abbildung 7.9 ist erkennbar, dass jene Projekte, bei denen besonders viele Regiestunden pro Tonne abgerechnet wurden, eine geringe Verlegeleistung pro Arbeitstag aufweisen. Vor allem die Projekte II und III, bei denen die verlegte Bewehrung mit 2,8 t/AT unter der Mindestverlegemenge von 3,0 t/AT liegt, weisen besonders viele Regiestunden pro Tonne auf. Das Projekt VI liegt mit 3,2 t/AT nur knapp über der Regiegrenze und mit 3,7 Std/t im Mittelfeld der Regiestunden. Mit dem Projekt V gibt es jedoch auch ein Projekt, das mit 3,4 t/AT nur knapp über der Mindestverlegemenge liegt und dabei unter einer Regiestunde pro Tonne aufweist. Die Projekte I, VIII und IX bestätigen die Hypothese, dass eine hohe Verlegeleistung pro Tag zu einer geringen Anzahl an Regiestunden führt. Bei Projekt VII wurden verhältnismäßig viele, bei Projekt IV verhältnismäßig wenige Regiestunden abgerechnet.

¹⁰Eigene Darstellung.

Erneut wurden die Projekte IV und V abgegrenzt, um in Annäherung an die Werte der anderen Projekte eine Trendlinie einzuzeichnen. Mittels einer exponentiellen Funktion kann auch in dieser Abbildung das Verhältnis der durchschnittlichen Verlegeleistung pro Arbeitstag mit den abgerechneten Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl dargestellt werden.

7.10 Vergleich: Kaliberverteilung

Die Kaliberverteilung ist eine wesentliche Kennzahl für die Aufwandswerte beim Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung. In Abbildung 7.10 wird die Kaliberverteilung, welche im *Bewehrungsatlas* für den Hochbau angegeben ist¹¹, mit den Kaliberverteilungen der untersuchten Projekte gegenübergestellt.

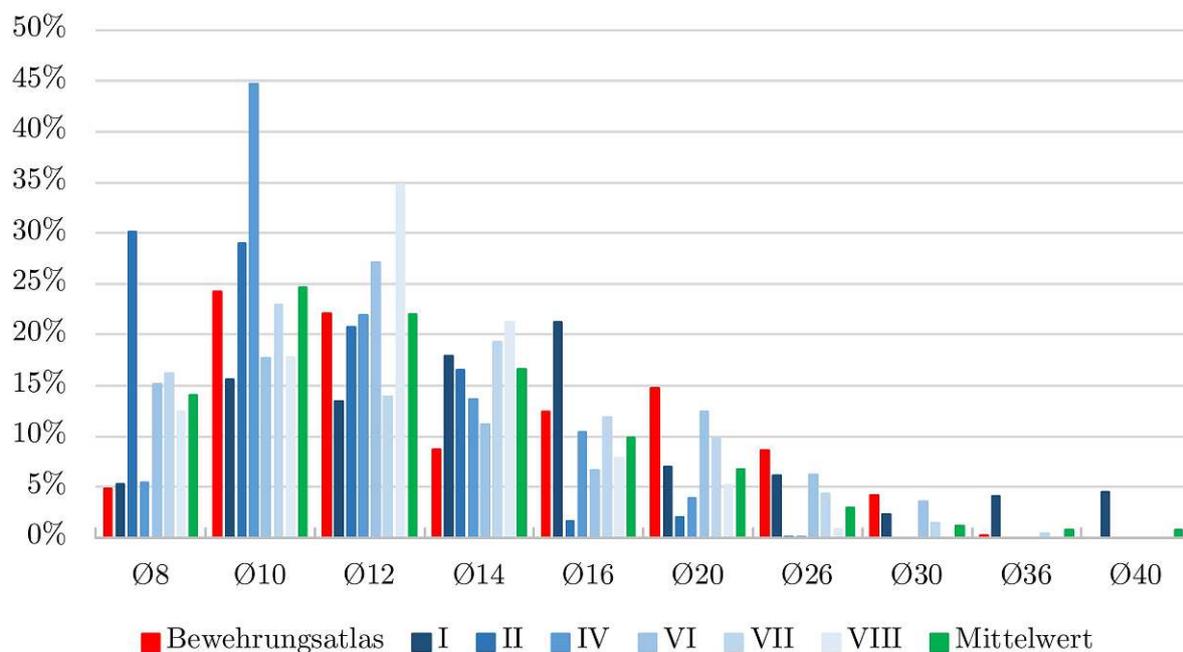


Abb. 7.10: Gegenüberstellung der Kaliberverteilung laut den Angaben des *Bewehrungsatlas* mit jener der Ausführung¹²

Bei den Projekten III, V und IX wurde nicht nach einzelnen Durchmessern abgerechnet. Die Einheitspreise wurden für Durchmessergruppen, beispielsweise 8 mm bis 12 mm, definiert und in den Rechnungen auch nur in diesen Gruppen dargestellt. Daher kann für diese Projekte keine Kaliberverteilung angegeben werden. In Abbildung 7.10 ist erkennbar, dass sich die Kaliberverteilung bei keinem der untersuchten Projekte mit der Verteilung im *Bewehrungsatlas* deckt. Bei jedem Durchmesser gibt es zwar ein bis zwei Projekte, die denselben Anteil haben. Bei den unterschiedlichen Durchmessern handelt es sich aber um jeweils unterschiedliche Projekte. So haben die Projekte I und IV beispielsweise beide einen Anteil von rund 5% Bewehrungsstäbe mit einem Durchmesser von 8 mm. Beim Durchmesser 10 mm hat Projekt I einen Anteil von 16%, Projekt IV 45%, während der *Bewehrungsatlas* einen durchschnittlichen Anteil von 24% anführt.

Generell lassen die Kennzahlen in Abbildung 7.10 kein Muster erkennen, welches auf alle oder einen Teil der Projekte zutrifft. Auffällig ist, dass bei den Durchmessern 8 mm bis 16 mm mit Ausnahme des Durchmessers 14 mm, jeweils ein Projekt einen besonders hohen Anteil hat. Bei 8 mm ist es Projekt II, bei 10 mm Projekt IV, bei 12 mm Projekt VIII und bei 16 mm Projekt I. Bei Projekt I wurden als einzige Bewehrungsstäbe mit dem Durchmesser 40 mm abgerechnet.

¹¹Vgl. *Fritsche/Blasy*; *Bewehrungsatlas*: S. 274.

¹²Eigene Darstellung.

Der Mittelwert der Durchmesser­verteilung der untersuchten Projekte stimmt bei den Kalibern 10 mm, 12 mm und 16 mm relativ gut mit den Angaben des *Bewehrungsatlas* überein. Bei Stäben mit den Durchmessern 8 mm und 14 mm ist der Mittelwert über die Projekt deutlich höher.

7.11 Vergleich: Kaliberverteilung Gebäude Projekt II

Nachdem beim Vergleich der Kaliberverteilung der untersuchten Projekte in Abbildung 7.10 kein Muster erkannt werden konnte, wird in Abbildung 7.11 die Kaliberverteilung zweier Gebäude desselben Projekts gegenübergestellt.

In Abbildung 7.11 ist die Kaliberverteilung des Projekts II, sowie die Kaliberverteilung der zwei Gebäude von Projekt II abgebildet. Aus den Ausschreibungsunterlagen dieses Projekts geht hervor, dass das Gebäude 1 einen größeren Grundriss aufweist als Gebäude 2. Die Spannweiten, die Gesamthöhe, die Anzahl der Stockwerke, die Bauteilaufbauten, die Architektur und der Untergrund sind allesamt sehr ähnlich.

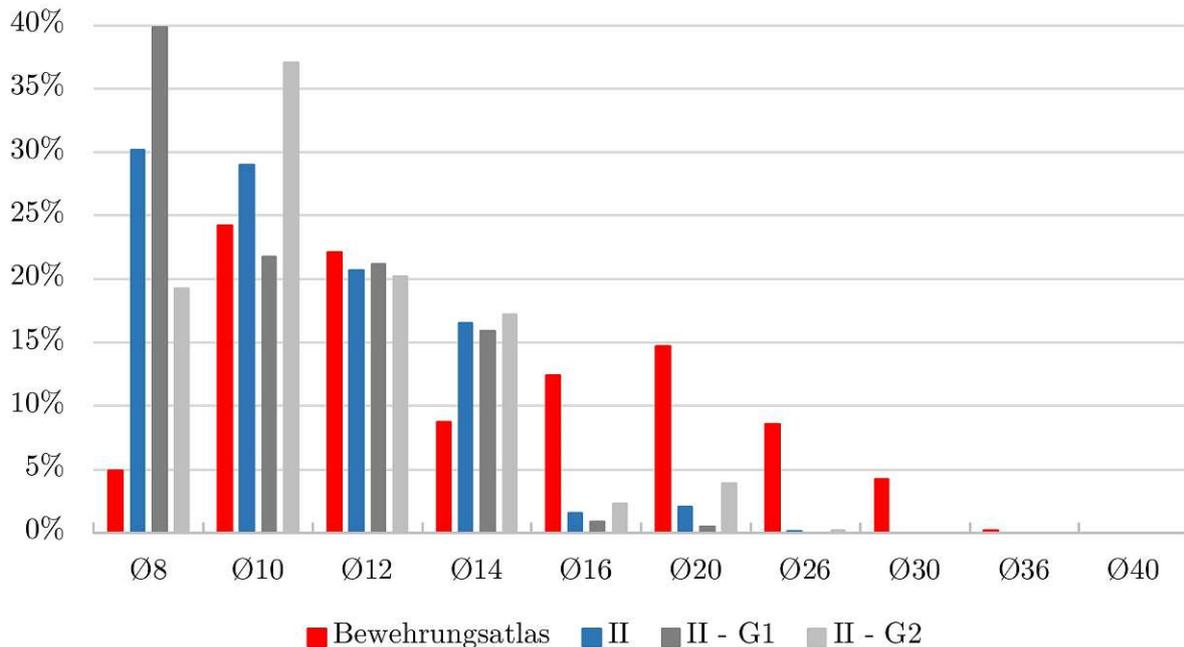


Abb. 7.11: Gegenüberstellung der Kaliberverteilung der Gebäude 1 und 2 des Projekts II¹³

Trotz sehr ähnlicher Gebäudeeigenschaften ist in Abbildung 7.11 ein deutlicher Unterschied der Kaliberverteilung von Gebäude 1 und Gebäude 2 erkennbar. Während bei Gebäude 1 rund 40% des Stabstahls einen Durchmesser von 8 mm aufweisen, sind es bei Gebäude 2 nur 19%. Kaliber 10 mm hat bei Gebäude 1 einen Anteil von 22% und bei Gebäude 2 einen Anteil von 37%. Stabstahl mit einem Durchmesser von 12 mm und 14 mm wurden bei beiden Gebäuden in etwa gleich häufig eingesetzt. Größere Kaliber wurden in einem sehr geringen Ausmaß eingesetzt, wobei der massivste Bewehrungsstab einen Durchmesser von lediglich 26 mm aufweist.

¹³Eigene Darstellung.

7.12 Vergleich: Zeitaufwand

Die Angaben der Literatur zu den Aufwandswerten von Bewehrungsarbeiten wurden im Kapitel *Zusammensetzung der Kosten von Bewehrungsarbeiten* behandelt. Daraus geht ein starker Einfluss des Stabstahlkalibers hervor. In Abbildung 7.12 wird daher der erforderliche Zeitaufwand für das Schneiden, Biegen und Verlegen des Stabstahls der verschiedenen Projekte betrachtet. Dargestellt ist einerseits der Zeitaufwand, wenn er ohne Information über die Kaliberverteilung mit den Angaben zur Kaliberverteilung aus dem *Bewehrungsatlas* berechnet wird. Andererseits wird jener Zeitaufwand dargestellt, der mit der tatsächlich abgerechneten Kaliberverteilung errechnet wurde. Die Angaben zu den Aufwandswerten wurden der Abbildung 3.9 entnommen. Zur Verteilung der Biegeform gehen aus den Abrechnungsunterlagen keine Informationen hervor. Daher wurden die Angaben aus Tabelle 3.4 für die Berechnungen herangezogen. Da bei den Projekten III, IV und IX nicht nach einzelnen Durchmessern abgerechnet, sondern Einheitspreise für Durchmessergruppen definiert wurden, ist für diese Projekte keine Kaliberverteilung bekannt. Daher kann auch die entsprechende Zeitaufwand nicht berechnet werden.

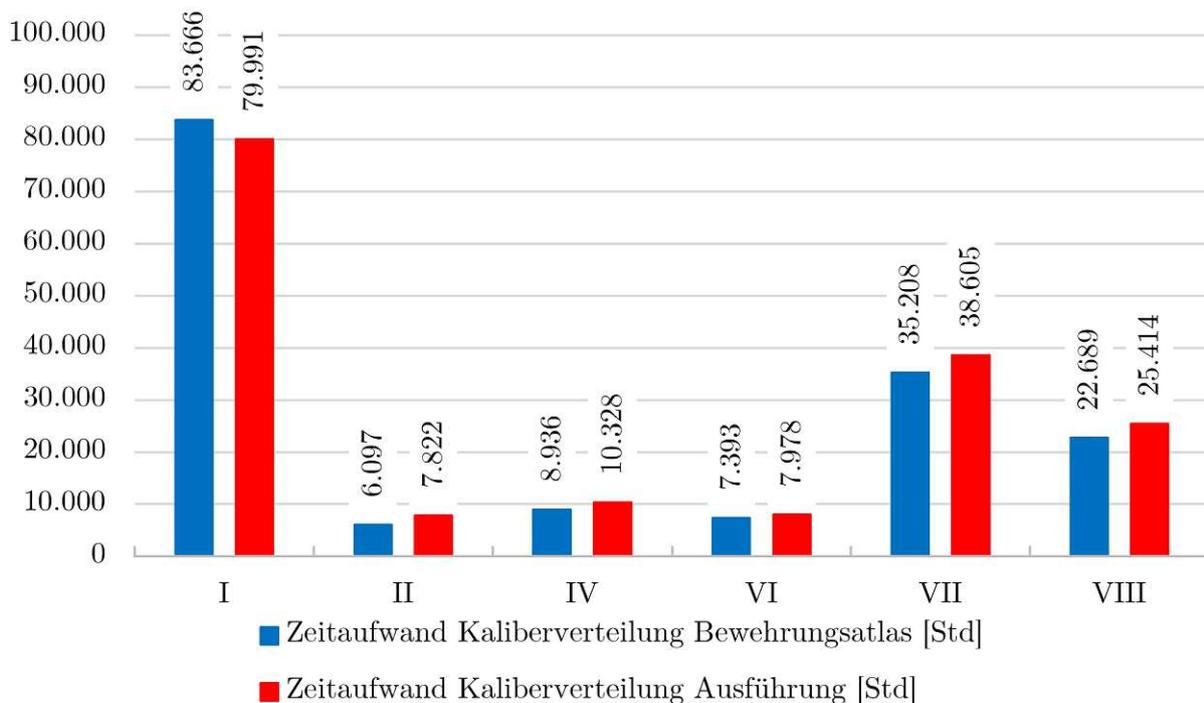


Abb. 7.12: Gegenüberstellung des Zeitaufwands berechnet mit der Kaliberverteilung des *Bewehrungsatlas* mit dem Zeitaufwand lt. der ausgeführten Kaliberverteilung¹⁴

Die Gegenüberstellung des Zeitaufwandes zeigt beim Projekt VI einen ähnlichen Wert für die tatsächliche Kaliberverteilung wie er auch in der Literatur zu finden ist. Aufgrund des großen durchschnittlichen Durchmessers ist der berechnete Zeitaufwand der ausgeführten Kaliberverteilung bei Projekt I sogar deutlich niedriger als mittels Angaben aus der Literatur prognostiziert werden konnte. Höher als in der Ermittlung mittels *Bewehrungsatlas* ist der berechnete Zeitaufwand der Bewehrungsarbeiten bei den Projekten II, IV, VII und VIII.

Um die Auswirkung dieser Differenzen zu verdeutlichen, eignet sich eine simple Berechnung

¹⁴Eigene Darstellung.

der daraus resultierenden Mehr- bzw. Minderkosten durch den veränderten Personalaufwand. Angenommen wird ein Mittellohnpreis von 40 €/h. Bei Projekt I resultieren Minderkosten von rund 147.000 €. Die höchsten Mehrkosten ergeben sich mit rund 136.000 € bei Projekt VII.

Kapitel 8

Ergebnisse

Nachdem die Rahmenbedingungen für die Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten erläutert, und die vorliegenden Projekte ausgewertet wurden, werden im folgenden Kapitel die wichtigsten Fakten und Erkenntnisse dieser Diplomarbeit zusammengefasst. Die drei Forschungsfragen sollen mit Hilfe der erhobenen und ausgewerteten Daten, soweit das möglich ist, beantwortet werden. In diesem Abschnitt wird auch erläutert, welche Teile der Forschungsfragen nicht final beantwortet werden können und was die Gründe dafür sind. Abschließend wird ein Ausblick auf weitere Fragestellungen, die im Zusammenhang mit den Besonderheiten bei der Vergütung von Gewichtseinheiten und der Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten relevant sein können, gegeben.

8.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten. Die Bewehrungskörbe von Stahlbetonbauteilen bestehen aus verschiedenen Bestandteilen, deren Zusammensetzung von Projekt zu Projekt und von Bauteil zu Bauteil variiert. Die Anforderungen an die Bewehrung wird durch nationale und internationale Normen vorgegeben. Trotz dieser Vorgaben besteht für die Tragwerksplanung, die den Bewehrungsplan erstellt, bei der Wahl der Bestandteile ein gewisser Bemessungsspielraum. Zunächst wurden daher die möglichen Anwendungsarten der Bewehrung sowie die Bestandteile von Bewehrungskörben behandelt.

Die Kosten von Bewehrungsarbeiten lassen sich in zwei wesentliche Bestandteile aufgliedern. Einerseits ist das der Stahlpreis. Dieser beinhaltet die Wertschöpfungskette von der Gewinnung der Rohstoffe bis hin zur Produktion von Bewehrungsstäben und Bewehrungsmatten. Da Stahl global gehandelt wird, ist auch der Stahlpreis von einer Reihe unterschiedlicher und nicht beeinflussbarer Faktoren abhängig. Eine langfristige Prognose der Entwicklung des Stahlpreises ist nicht möglich. Aktuelle Ereignisse wie die Covid-19 Pandemie und der Angriff Russlands auf die Ukraine sorgen für Lieferprobleme und enorme Preisschwankungen von über 100% innerhalb weniger Monate.

Den zweiten Bestandteil der Kosten von Bewehrungsarbeiten bilden die Bearbeitung der Bewehrungsbestandteile in den Biegereien der Baustahlunternehmen und das Verlegen auf der Baustelle oder die Vorfertigung von Bewehrungskörben im Werk. Bei diesen lohnintensiven Tätigkeiten ist der Aufwandswert der entscheidende Faktor für die Kosten der Bewehrungsarbeiten. Die Aufwandswerte für das Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung hängen von etlichen Faktoren ab. Als wesentlicher Einflussfaktor ist der Durchmesser der eingesetzten Bewehrungsstäbe zu nennen.

Die in Österreich wegweisende und für öffentliche Auftraggeber verpflichtend anzuwendende *Leistungsbeschreibung Hochbau*, sieht für die Ausschreibung von Bewehrungsarbeiten eine Vergütung in Gewichtseinheiten vor. In der aktuellen Version 022 sind Positionen für die Bewehrung

verschiedener Arten von Bauteilen vorgesehen. Zudem wird in Bewehrung in Form von Stabstahl und Matten unterschieden. Eine Differenzierung zwischen unterschiedlichen Durchmessern des Stabstahls findet nicht statt. Bei der Auseinandersetzung mit der *Leistungsbeschreibung Hochbau* ist insbesondere der Vergleich der Versionen der letzten 20 Jahre interessant. Dabei wurde deutlich, dass die Definition der Standardbewehrung mehrmals ausgeweitet wurde. Demnach sind immer mehr Erschwernisse in die Positionen der *Leistungsbeschreibung Hochbau* einzukalkulieren

Die Bewehrungsarbeiten werden überwiegend von spezialisierten Baustahlunternehmen durchgeführt. Im Vergleich zur *Leistungsbeschreibung Hochbau* beschreiben die Werkverträge von Baustahlunternehmen die Leistungen der Bewehrungsarbeiten wesentlich detaillierter. Abhängig von äußeren und inneren Einflüssen, wie der aktuellen Konjunktur und der Auslastung, beinhalten die Verträge von Baustahlunternehmen etliche Aufzählungspositionen für Erschwernisse aller Art. Im Zuge der Analyse eines Mustervertrags konnten beispielsweise Positionen für verschiedene Stabstahldurchmesser, Überlängen, komplizierte Biegungen und Abstufungen identifiziert werden. Zudem sind etliche Umstände definiert, bei denen nicht die verlegte Bewehrungsmenge sondern die geleisteten Regiestunden abgerechnet werden.

Baumeisterbetriebe schließen in der Praxis häufig sowohl einen Werkvertrag mit dem Bauherren über die Bauleistung, als auch einen Werkvertrag mit dem Baustahlunternehmen über die Leistung der Bewehrungsarbeiten ab. Daher stellen Divergenzen in der Beschreibung der Bewehrungsarbeiten des Bauherren und in jener des Baustahlunternehmens ein Risiko für den Baumeisterbetrieb dar.

Um die Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten zu untersuchen, wurden die Bewehrungsarbeiten von neun abgeschlossenen Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise analysiert. Dafür wurden Ausschreibungs- und Abrechnungsunterlagen zu Projekten eines großen österreichischen Bauunternehmens herangezogen. Das Sample wurde so gewählt, dass es Projekte unterschiedlicher Größe beinhaltet. So variiert beispielsweise die Anzahl der Wohneinheiten zwischen 38 und 397, die Masse des kalkulierten Bewehrungsstahls zwischen 417 t und 6.519 t.

In einem ersten Schritt wurden die vorhandenen Daten auf Vollständigkeit geprüft und aufbereitet. Im Anschluss wurden Kennwerte für die Daten der Ausschreibung und für jene der Abrechnung bzw. der Ausführung ermittelt. Einige Kennwerte waren dabei direkt den Unterlagen zu entnehmen, beispielsweise das Stahlbetonvolumen, die kalkulierte Masse des Bewehrungsstahls und die Anzahl der Regiestunden. Andere Kennwerte mussten rechnerisch ermittelt werden. Dies betrifft etwa den durchschnittlichen Durchmesser des gelieferten Stabstahls, den Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand in Abhängigkeit der Durchmesserverteilung und die tatsächliche Verlegemenge pro Arbeitstag. Eine Auflistung der Projektdaten und -kennwerte ist auf Seite 94 f. zu finden.

Im Zuge der Auswertung wurden die ermittelten Kennwerte einander gegenübergestellt. Mittels grafischer Darstellung von jeweils zwei Kennwerten in einer Abbildung wurden mögliche Kausalitäten zwischen Kennzahlen ermittelt. Für die Kalkulation der Bewehrungsarbeiten sind vor allem Kausalitäten zwischen den in der Angebotsphase bekannten Projekteigenschaften und den Kennwerten der Abrechnung relevant. Im Rahmen der Analyse wurden Vergleiche über die Masse des Bewehrungsstahls, die Anzahl der Regiestunden, die Bauzeit, den Bewehrungsgrad, den durchschnittlichen Durchmesser, den Aufwandswert der Regieleistungen, die tägliche Verlegeleistung, die Kaliberverteilung und den berechneten Zeitaufwand gezogen.

Nach dieser Zusammenfassung des theoretischen und des empirischen Teils dieser Diplomarbeit, sollen im Anschluss die Forschungsfragen zur Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten beantwortet werden.

Welche Kausalitäten bestehen zwischen den in der Angebotsphase bekannten Projekteigenschaften und den Kosten von Bewehrungsarbeiten?

Im Zuge der Auswertung wurde deutlich, dass die Masse des Bewehrungsstahls, die in der Angebotskalkulation ermittelt wurde, teilweise deutlich von der Masse der tatsächlich abgerechneten Bewehrung abweicht. Die Gründe dafür können sowohl innerhalb als auch außerhalb des Einflussbereichs des Baumeisterbetriebs liegen. Einerseits können die Mehr- oder Mindermengen durch Änderungen der Ausführung durch das Bauunternehmen entstanden sein. Andererseits stellen auch Bewehrungseinsparungen der Tragwerksplanung, welche durch den Bauherren beauftragt wurden, einen möglichen Grund dar. Externe Ursachen, auf die das Bauunternehmen keinen Einfluss hat, sind in der Angebotsphase nicht vorherzusehen.

Eine mögliche Kausalität ist vor allem zwischen der Masse des Bewehrungsstahls und der Anzahl der Regiestunden erkennbar. Dies wird vor allem deutlich durch den Vergleich der prognostizierten Verlegemenge pro Arbeitstag und der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl. Je kleiner die tägliche Verlegemenge, desto mehr Regiestunden fallen pro Tonne Bewehrungsstahl an. Durch die übliche Vereinbarung einer Mindestverlegemenge pro Arbeitstag erscheint dieser Zusammenhang naheliegend. Dennoch ist dieser Zusammenhang bei zwei der neun analysierten Projekte nicht erkennbar.

Ein weiterer naheliegender Zusammenhang besteht zwischen dem Bewehrungsgrad, der in der Ausschreibung angegeben wurde und dem durchschnittlichen Durchmesser der verlegten Bewehrungsstäbe. Die Gegenüberstellung dieser beiden Kennwerte hat die Annahme bestätigt, dass kleine Bewehrungsgrade in der Ausschreibung tendenziell einen kleineren durchschnittlichen Durchmesser des tatsächlich verwendeten Stabstahls hervorbringen.

Zwischen dem Bewehrungsgrad der Ausschreibung und der im Zuge der Nachkalkulation berechneten Verlegemenge pro Regiestunde kann auf Grundlage der ausgewerteten Daten von keiner Kausalität ausgegangen werden. Unter den analysierten Projekten mit verhältnismäßig hohem Bewehrungsgrad gibt es sowohl Projekte bei denen pro Regiestunde sehr wenig Bewehrung verlegt wurde, als auch Projekte bei denen pro Regiestunde sehr viel Bewehrung verlegt wurde.

Der Vergleich der Arbeitstage für die Leistungen der Stahlbetonarbeiten in der Angebotskalkulation mit jenen bei der Ausführung zeigt bei der Mehrzahl der Projekte große Abweichungen. Es gibt sowohl Projekte bei denen die Anzahl der Arbeitstage in der Ausführung deutlich höher war als prognostiziert, als auch Projekte, bei denen es genau umkehrt war.

Die teilweise deutlichen Abweichungen bei der Masse des Bewehrungsstahls und bei der Bauzeit werden beim Vergleich der durchschnittlichen Verlegeleistung deutlich. Diese zeigt bei acht der neun Projekte Abweichungen von über 10%.

Bei keinem der analysierten Projekte lagen zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation Bewehrungspläne vor. Die Verteilung der Kaliber des Stabstahls geht daher bei keinem Projekt aus den Ausschreibungsunterlagen hervor. Eine naheliegende Annahme im Zuge der Kalkulation der Bewehrungsarbeiten wären Literaturangaben zur Kaliberverteilung im Hochbau gewesen.

Daher wurde die Verteilung der analysierten Projekte mit der Verteilung des *Bewehrungsatlas* verglichen. Dabei konnte kein Muster erkannt werden. Der Anteil der einzelnen Durchmesser an der Gesamtmasse der eingesetzten Bewehrungsstäbe unterscheidet sich bei allen Projekten deutlich voneinander. Auch beim Vergleich der Kaliberverteilung von zwei ähnlichen Gebäude innerhalb eines Projekts konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Anzahl der Regiestunden anhand der täglichen Verlegemenge sowie der durchschnittliche Durchmesser anhand des Bewehrungsgrads bei einem Großteil der Projekt in ein Muster passen. Doch auch bei diesen Kennwerten gibt es Projekte, die deutlich vom Schema abweichen.

Die Masse des Bewehrungsstahls, der Aufwandswert der Regiestunden, die Arbeitstage der Stahlbetonarbeiten, die durchschnittliche Verlegeleistung, die Kaliberverteilung und der Zeitaufwand zeigen keine Kausalitäten zu den Kennwerten der Ausschreibungsunterlagen mit denen sie verglichen wurden.

Was bedeuten vorhandene und fehlende Kausalitäten für die Angebotskalkulation aus Sicht des Baumeisterbetriebs?

Der Baumeisterbetrieb steht bei der Angebotskalkulation vor der Herausforderung, alle zukünftig anfallenden Kosten der Bewehrungsarbeiten vorherzusehen. In der Ausführung befindet er sich im Hinblick auf die Bewehrungsarbeiten gleichzeitig in zwei unterschiedlichen Vertragsverhältnissen. In jenem mit dem Bauherren und in jenem mit dem Subunternehmer für die Bewehrungsarbeiten. Dementsprechend steht auf der einen Seite die Leistungsbeschreibung des Bauherrn, auf der anderen Seite der Werkvertrag mit dem Baustahlunternehmen.

Die aufgezeigten möglichen Kausalitäten können die Berechnung einiger Einflüsse auf die Kosten von Bewehrungsarbeiten im Zuge der Angebotskalkulation des Baumeisterbetriebs ermöglichen. Beispielsweise ließe sich anhand der prognostizierten Verlegemenge pro Arbeitstag die Anzahl der Regiestunden pro Tonne verlegter Bewehrung abschätzen. Die Kosten dieser Regieleistungen könnten auf den zu kalkulierenden Preis pro Tonne umgelegt werden. Dadurch entstünde ein Mischpreis für das Verlegen der Bewehrung auf Leistung und in Regie.

Jene Einflüsse auf die Kosten von Bewehrungsarbeiten, welche in der Angebotsphase nicht näherungsweise berechnet werden können, da keine Kausalität zu Projekteigenschaften vermutet werden kann, müssen anhand von Erfahrungswerten, ähnlicher abgeschlossener Projekte sowie durch eine qualifizierte Schätzung des Kalkulanten bewertet werden. Die Erfahrung des Kalkulanten und die Verfügbarkeit der Nachkalkulationen abgeschlossener Projekte spielt bei der Kalkulation der Bewehrungsarbeiten demnach eine große Rolle. Die Auswertung hat gezeigt, dass es selbst bei möglichen Kausalitäten, Projekte gibt, die „aus der Reihe tanzen“. Da die Kosten von Bewehrungsarbeiten von etlichen Faktoren abhängen, sollten einzelne Kennwerte und Kalkulationsansätze nur unter Berücksichtigung aller Projekteigenschaften herangezogen werden. Das zeigt auch die enorme Schwankungsbreite der Angaben, die in der Literatur zu den Aufwandswerten der Bewehrungsarbeiten zu finden sind.

Besonders wichtig ist an dieser Stelle der Hinweis, dass diese Diplomarbeit in erster Linie die Kalkulierbarkeit von Bewehrungsarbeiten im Hinblick auf die lohnintensiven Prozesse betrachtet. Der globale Stahlpreis ist, insbesondere im Zeitraum der Erstellung dieser Diplomarbeit, sehr volatil. Besteht der Bauherr auf Festpreise, steht der Baumeisterbetrieb aktuell vor einer

großen Herausforderung.

Die Differenzen in der Vergütung der Bewehrungsarbeiten des Baumeisterbetriebs durch den Bauherren und jener des Baustahlunternehmens durch den Baumeisterbetrieb gehen mit einer Risikoübernahme des Baumeisterbetriebs einher.

Was bedeuten vorhandene und fehlende Kausalitäten für die Weitergabe von Bewehrungsarbeiten aus Sicht des Baumeisterbetriebs?

Die Gestaltung des Werkvertrages zwischen Baumeisterbetrieb und Baustahlunternehmer ist stark konjunkturabhängig. Eine gute Verhandlungsposition bietet dem Baumeisterbetrieb die Chance, etliche Risiken auf das Baustahlunternehmen abzuwälzen. Aus Sicht des Baumeisterbetriebs wäre es ideal, den Werkvertrag mit dem Baustahlunternehmen so zu gestalten, dass dieser dieselbe Vergütung der Bewehrungsarbeiten vorsieht, wie der Werkvertrag zwischen dem Bauherren und dem Baumeisterbetrieb. Mit steigender Risikoübernahme durch das Baustahlunternehmen steigt dessen Interesse, die Erschwernisse, die nicht gesondert vergütet werden, abzuschätzen und auf die verbleibenden Positionen umzulegen.

Bei einer hohen Auslastung des Baustahlunternehmens wird dieses versuchen, möglichst wenige Risiken zu übernehmen. In solchen Fällen beinhaltet der Werkvertrag Aufzählungspositionen für beinahe alle erdenklichen Erschwernisse. Angefangen von der Unterteilung der Position für Stabstahl in verschiedenen Durchmessergruppen, über Aufzählungen für die Anzahl der Positionen, bis hin zu einer möglichst hohen vertraglich festgelegten Mindestverlegemenge.

Im Hinblick auf die Risikoübernahme des Baustahlunternehmens ist auch zu beachten, ob dieses die Verlegearbeiten seinerseits an einen Subunternehmer weitergibt. In diesem Fall findet, je nach Vertragsgestaltung, eine Risikoübernahme durch den Subunternehmer des Baustahlunternehmens statt.

In der Praxis kommt es immer wieder vor, dass das Verlegeunternehmen während der Bauausführung feststellt, dass es durch die Erschwernisse, welche es nicht vergütet bekommt, die von ihm angesetzten Aufwandswerte überschreitet. In weitere Folge wird dann eine Anpassung der Vergütung durch die Erhöhung der Einheitspreise der Leistungspositionen oder die Abrechnung in geleistet Regiestunden verlangt. Um Druck auszuüben, werden Arbeiter abgezogen oder die Arbeit gänzlich eingestellt.

Unabhängig von der Aufteilung des Risikos auf Baumeisterbetrieb, Baustahlunternehmen oder Verlegebetrieb, ermöglichen Kausalitäten zwischen den Projekteigenschaften und den Kosten von Bewehrungsarbeiten, die Kosten teilweise vorherzusehen. Fehlende oder unbekannte Kausalitäten führen dazu, dass das Risiko von einem der Unternehmen getragen oder auf mehrere Unternehmen aufgeteilt werden muss.

8.2 Ausblick

Im Zuge der Forschungsarbeit konnten etliche Kennwerte zu den Bewehrungsarbeiten von Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise erhoben und ausgewertet werden. Es hat sich gezeigt, dass die Führung von Controllinglisten die Nachkalkulation erleichtert und daraus Schlüsse für zukünftige Projekte gezogen werden können. Die ausgewerteten Daten sind auf jene Positionen beschränkt, die vom Baustahlunternehmen abgerechnet wurden. Daneben gibt es jedoch etliche Erschwernisse, wie besondere Biegungen oder abgestufte Bewehrungsstäbe, zu denen nicht ausreichend Daten vorgelegen sind. Für weitere Forschungen zu diesem Thema wäre daher die Auswertung der Ausschreibungsunterlagen des Baumeisterbetriebs in Kombination mit den

Daten von Baustahlunternehmen interessant. Auch hinsichtlich des Aufwandswertes für das Schneiden, Biegen und Verlegen der Bewehrung liegen auf der Seite des Baumeisterbetriebs keine detaillierten Daten vor. Die Anzahl der eingesetzten Eisenbieger ist lediglich tageweise in den Bautagesberichten vermerkt. Mit Hilfe der Daten von Verlegebetrieben und Baustahlunternehmen könnte die Vorhersehbarkeit der anfallenden Lohnstunden untersucht werden.

Bei der vorliegenden Diplomarbeit wurde der Untersuchungsgegenstand bewusst auf Wohnbauten in Stahlbeton-Massivbauweise eingegrenzt. Interessant wären dementsprechend weitere Forschungsarbeiten, die sich mit anderen Bereichen der Bauindustrie beschäftigen. Beispielsweise die Untersuchung von Bewehrungsarbeiten im Infrastrukturbau und der damit einhergehenden Betrachtung der Darstellung der Bewehrungsarbeiten in der *Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur*.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Inhomogenität der Bewehrungsarbeiten deren Kalkulierbarkeit erschwert. Die schier endlose Anzahl an möglichen, zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation teilweise nicht absehbaren Erschwernissen macht die Kalkulation der Kosten von Bewehrungsarbeiten zu einer Herausforderung. Die Abbildung in wenigen Positionen und deren Vergütung in Gewichtseinheiten werden der Komplexität der Bewehrungsarbeiten nicht gerecht.

Abkürzungen

A	Fläche
ARH	Arbeitszeitrichtwerte für den Hochbau
AT	Arbeitstag
AVA	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
AW	Aufwandwert
BMDW	<i>Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort</i>
BMWA	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit</i>
BMWFJ	<i>Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit</i>
BMFWF	<i>Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft</i>
BKI	<i>Baukostenindex</i>
bspw.	beispielsweise
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
cm²	Quadratmeter
d	Tage, aus dem Englischen days
DN	Nenn Durchmesser, aus dem Französischen diamètre nominal
DS	Distanzstreifen
etc.	et cetera
FSV	<i>Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr</i>
h	Stunden
HLZ	Hochlochziegel
kg	Kilogramm
km	Kilometer
KT	Kalendertag
LB	Leistungsbeschreibung
LB-HB	<i>Leistungsbeschreibung Hochbau</i>
LB-HT	<i>Leistungsbeschreibung Haustechnik</i>
LB-VI	<i>Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur</i>
LG	Leistungsgruppe
LKW	Lastkraftwagen
LV	Leistungsverzeichnis
m	Meter
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter
mm	Millimeter
mm²	Quadratmillimeter
Mo	Montag
MPa	Megapascal
NF	Normalformat
NIRO	nicht rostender Stahl
Sa	Samstag
So	Sonntag
Std	Lohnstunden

Stk	Stück
t	Tonnen
ULG	Unterleistungsgruppe
usw.	und so weiter
uvm.	und viele(s) mehr
vgl.	vergleiche
VÖBV	Verband österreichischer Biege- und Verlegetechnik
WKO	Wirtschaftskammer Österreich
z.B.	zum Beispiel
Ø	Durchmesser oder Durchschnitt
€	Euro
π	Pi, Kreiszahl

Abbildungsverzeichnis

3.1	Verwendungsverteilung von Bewehrungsstäben in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und des Bauwerktyps ¹	39
3.2	Verwendungsverteilung verschiedener Typen von Bewehrungsmatten bei Hochbauten, links: A, AQ, rechts: CS, AS, CQS, AQS ²	40
3.3	Durchschnittlicher Schneide- und Biegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform ³	41
3.4	Durchschnittlicher Schneide- und Biegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform ⁴	42
3.5	Stahlpreisentwicklung ab 2016, Zeitraum Jänner 2016 bis Dezember 2021 ⁵	43
3.6	Abhängigkeit der Geflechtaufbauzeit vom Stabstahldurchmesser ⁶	47
3.7	Durchschnittlicher Verlegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform ⁷	49
3.8	Durchschnittlicher Verlegeaufwand in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform ⁸	50
3.9	Durchschnittlicher Aufwand für das Schneiden, Biegen und Verlegen in Abhängigkeit des Stabdurchmessers und der Biegeform ⁹	51
7.1	Gegenüberstellung der Masse des Bewehrungsstahls zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit der Masse des abgerechneten Bewehrungsstahls ¹⁰	100
7.2	Gegenüberstellung der Masse des Bewehrungsstahls zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden ¹¹	101
7.3	Gegenüberstellung der Masse des Bewehrungsstahls zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl ¹²	102
7.4	Gegenüberstellung der prognostizierten Verlegeleistung pro Arbeitstag mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl ¹³	103
7.5	Gegenüberstellung des Bewehrungsgrads zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit dem durchschnittlichen Stabdurchmesser der abgerechneten Bewehrung ¹⁴	105
7.6	Gegenüberstellung des Bewehrungsgrads zum Zeitpunkt der Angebotskalkulation mit dem Aufwandswert der Bewehrungsverlegung auf Regiebasis ¹⁵	106
7.7	Gegenüberstellung der Arbeitstage für die Leistungen der Stahlbetonarbeiten der Angebotskalkulation mit jener der Ausführung ¹⁶	107
7.8	Gegenüberstellung der durchschnittlichen Verlegeleistung der Angebotskalkulation mit der durchschnittlichen Verlegeleistung der Ausführung ¹⁷	108
7.9	Gegenüberstellung der Verlegeleistung pro Arbeitstag der Ausführung mit der Anzahl abgerechneter Regiestunden pro Tonne abgerechnetem Bewehrungsstahl ¹⁸	110
7.10	Gegenüberstellung der Kaliberverteilung laut den Angaben des <i>Bewehrungsatlas</i> mit jener der Ausführung ¹⁹	112
7.11	Gegenüberstellung der Kaliberverteilung der Gebäude 1 und 2 des Projekts II ²⁰	114
7.12	Gegenüberstellung des Zeitaufwands berechnet mit der Kaliberverteilung des <i>Bewehrungsatlas</i> mit dem Zeitaufwand lt. der ausgeführten Kaliberverteilung ²¹	115

Tabellenverzeichnis

3.1	Masse von Bewehrungsstäben ²²	37
3.2	Stahlquerschnittsflächen von Bewehrungsstäben ²³	38
3.3	Stahlquerschnittsflächen von Bewehrungsmatten ²⁴	38
3.4	Verteilung der Biegeformen in Abhängigkeit des Bauwerktyps ²⁵	41
3.5	Zusammensetzung der Lohnkosten ²⁶	44
3.6	Zuordnung Stabdurchmesserwerte zur Geflechtaufbauzeit ²⁷	47
3.7	Zuordnung der Positionsanzahl zum Aufwandswert ²⁸	47
3.8	Aufwandswerte für Bewehrungsarbeiten an Wänden ²⁹	48
3.9	Bewehrungszusammensetzung Kalkulationsgrundlage: Ausschreibung ³⁰	52
3.10	Lohnstunden Kalkulationsgrundlage: Ausschreibung ³¹	53
3.11	Bewehrungszusammensetzung Kalkulationsgrundlage: Bewehrungsplan ³²	53
3.12	Lohnstunden Kalkulationsgrundlage: Ausschreibung ³³	54
4.1	Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung ³⁴	60
4.1	Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung (Fortsetzung) . . .	61
4.1	Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung (Fortsetzung) . . .	62
4.1	Positionen mit Bewehrungsarbeiten als vollständige Leistung (Fortsetzung) . . .	63
4.2	Positionen mit Bewehrungsarbeiten als Teilleistung ³⁵	64
4.2	Positionen mit Bewehrungsarbeiten als Teilleistung (Fortsetzung)	65
4.3	Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Stabstahl ³⁶	66
4.4	Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Bewehrungsmatten ³⁷	67
4.5	Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Höhenunterteilung ³⁸	68
4.6	Vergleich der LB-HB - LG 07, Versionen 10 bis 022, Positionen zu anderen Bewehrungsbestandteilen und -konfigurationen ³⁹	69
6.1	Erhobene Unterlagen zur Ausschreibung ⁴⁰	83
6.2	Erhobene Unterlagen zur Abrechnung der Bewehrungsarbeiten ⁴¹	84
6.3	Verhältnis der Gesamtkosten für Bewehrungsarbeiten gemäß Controllingliste Be- wehrung und dem Letztstand der verbuchten Rechnungen des Baustahlunterneh- mens ⁴²	88
6.4	Durchmesserverteilung des gelieferten Stabstahls bei Projekt II ⁴³	91
6.5	Gesamtlänge des gelieferten Stabstahls bei Projekt II je Durchmesser ⁴⁴	92
6.6	Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach tatsächlicher Durchmesserverteilung von Projekt II ⁴⁵	93
6.7	Schneide-, Biege- und Verlegeaufwand nach Durchmesserverteilung des <i>Beweh- rungsatlas</i> ⁴⁶	93
6.8	Anteil gelieferter Stabstahl, Anteil gelieferte Bewehrungsmatten ⁴⁷	95
6.9	Auflistung der Projektdaten und -kennwerte ⁴⁸	97
6.9	Auflistung der Projektdaten und -kennwerte (Fortsetzung)	98

Literaturverzeichnis

Beiträge in Sammelwerken

- 1 - *J. Kollegger*; Stahlbeton und Spannbeton; in Zement und Beton, Fachtextbuch; 46. Auflage; 2020; Zement+Betton Handels- u. Werbeges.m.b.H.

Monographien

- 2 - *M. Aigner*; Aufwandswerte für Stahlbetonarbeiten - Ein kritischer Vergleich von Literaturangaben; 2003; Technische Universität Graz.
- 3 - *M. Beiganz*; Analyse der Bewehrungsstahlmengen von Hochbau-Bauteilen; 2014; Diplomarbeit; Technische Universität Wien.
- 4 - *G. Fritsche, R. Blasy*; Bewehrungsatlas; 2017; Eigenverlag.
- 5 - *C. Hofstadler, G. Franzl*; Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb; 2011; Verband Österreichischer Biege- und Verlegetechnik (VÖBV).
- 6 - *W. Kalusche, S. Herke*; BKI Baukosten 2019 Neubau Teil1, Statistische Kostenkennwerte für Gebäude; 2019; BKI Baukosteninformationszentrum.
- 7 - *H. Kämpfe*; Bewehrungstechnik, Grundlagen - Praxis - Beispiele - Wirtschaftlichkeit; 2. Auflage; 2020; Springer Vieweg.
- 8 - *A. Kropik*; Baukalkulation, Kostenrechnung, und ÖNORM B 2061; 2020; 1. Auflage; Eigenverlag.
- 9 - *A. Kropik*; (Keine) Mehrkostenforderungen beim Bauvertrag; 2021; Eigenverlag.
- 10 - *H. Lechner*; LM.VM. Leistungsmodell; Tragwerkplanung [TW]; 2014; Verlag der Technischen Universität Graz.
- 11 - *J. Wagner*; REFA-Untersuchungen zu Bewehrungsarbeiten bei Ortbetondecken; 2010; Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft - Projektentwicklung und Projektmanagement, Technische Universität Graz.
- 12 - *M. Weiss*; Kennzahlen für Stahlbetonarbeiten - Anwendung bei Hochbauprojekten; 2010; Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz.

Beiträge in Zeitschriften

- 13 - *F. Fingerloos*; Abstandhalter nach DIN 1045 und DBV-Merkblatt; 2006, Beton- und Stahlbetonbau, Heft 6/2006.
- 14 - *H. Lamprecht*; Verwendung von Beton bei Wasserbauten der Antike; 1989, Bundesverband der deutschen Zementindustrie, Köln, Mittlungsblatt BAW Nr.65/1989.

Berichte und Arbeitsdokumente

- 15 - *AVI - Alpenländische Veredelungs-Industrie GmbH*; Technische Produktinformation; 2005.
- 16 - *BMWFJ*; Leitfaden für die Anwendung der StLB; Hochbau 019 und Haustechnik 010; 2013; Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend.
- 17 - *Güteschutzverband für Bewehrungsstahl*; CHECKLIST für Auftragsvergabe, Gewerk: Bewehrungsarbeiten; 2015; V 1.2.
- 18 - *Stahl- und Walzwerk Marienhütte GmbH*; DA-Änderungen Bewehrungsstahl B550B; Juni 2015.
- 19 - *VÖBV - Verband Österreichischer Biege- und Verlegetechnik*; A-AQ Sortenaufpreisliste; Ausgabe Jänner 2018.

Normen, Standardisierungen und Anwendungshilfen

- 20 - ON-Regel 12010; Standardisierte Leistungsbeschreibungen; Ausgabe: 2008-03-01; ON Österreichisches Normungsinstitut.
- 21 - ÖNORM A 2063-1; Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA); Teil 1: Austausch von Leistungsbeschreibungs- Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten; Ausgabe: 2021-03-15; Austrian Standards Institute.
- 22 - ÖNORM B 1992-1-1; Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1992-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen; Ausgabe: 2018-01-01; Austrian Standards Institute.
- 23 - ÖNORM B 2110; Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen, Werkvertragsnorm; Ausgabe: 2013-03-01; Austrian Standards Institute.
- 24 - ÖNORM B 2061; Preisermittlung für Bauleistungen, Verfahrensnorm; Ausgabe: 2020-05-01; Austrian Standards Institute.
- 25 - ÖNORM B 4200-7; Massivbau; Stahleinlagen; Ausgabe: 1987-04-01; ON Österreichisches Normungsinstitut.
- 26 - ÖNORM B 4704; Ausführung von Tragwerken aus Beton; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 13670; Ausgabe: 2015-12-15; Austrian Standards Institute.
- 27 - ÖNORM B 4707; Bewehrungsstahl; Anforderungen, Klassifizierung und Prüfung; Ausgabe: 2017-06-01; Austrian Standards Institute.
- 28 - ÖNORM EN 1992-1-1; Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken; Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Ausgabe: 2015-02-15; Austrian Standards Institute.

- 29 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; Leistungsbeschreibung Hochbau; Kennung: HB; Version: 022; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2021; Bundesministerium f. Digitalisierung u. Wirtschaftsstandort.
 - 30 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; Leistungsbeschreibung Hochbau; Kennung: HB; Version: 021; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2018; Bundesministerium f. Digitalisierung u. Wirtschaftsstandort.
 - 31 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; Leistungsbeschreibung Hochbau; Kennung: HB; Version: 021; Leistungsgruppe (LG) 08 - Mauerarbeiten; 2018; Bundesministerium f. Digitalisierung u. Wirtschaftsstandort.
 - 32 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; Leistungsbeschreibung Hochbau; Kennung: HB; Version: 020; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2015; Bundesministerium f. Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft.
 - 33 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; Leistungsbeschreibung Hochbau; Kennung: HB; Version: 019; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2012; Bundesministerium f. Wissenschaft, Familie und Jugend.
 - 34 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; Leistungsbeschreibung Hochbau; LB-HB; Version: 18; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2009; Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
 - 35 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; LB-Hochbau BMWA; LB-HB; Version: 17; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2005; Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
 - 36 - Standardisierte Leistungsbeschreibung; LB-Hochbau BMWA; LB-HB; Version: 12; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2004; Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
 - 37 - Standardisierte Leistungsbeschreibung für den Hochbau (LB-HB); Version: 11; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2002; Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
 - 38 - Standardisierte Leistungsbeschreibung für den Hochbau (LB-HB); Version: 10; Leistungsgruppe (LG) 07 - Beton-u.Stahlbetonarbeiten; 2001; Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit.
- Gesetze**
- 39 - Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch für die gesammten deutschen Erbländer der Oesterreichischen Monarchie; StF: JGS Nr. 946/1811, idF: BGBl. I Nr. 175/2021.
 - 40 - Bundesgesetz vom 23.Juni 1967 über das Kraftfahrwesen (Kraftfahrgesetz 1968 - KFG. 1967); StF: BGBl. Nr. 267/1967, idF: BGBl. I Nr. 48/2021.
 - 41 - Bundesgesetz über die Koordination bei Bauarbeiten (Bauarbeitenkoordinationsgesetz-BauKG); StF: BGBl. I Nr. 37/1999, idF: BGBl. I Nr. 72/2016.

- 42 - Bundesgesetz über die Vergabe von Aufträgen (Bundesvergabegesetz 2018 - BVergG 2018); StF: BGBl. I Nr. 65/2018, idF: BGBl. II Nr. 91/2019.
- 43 - Gewerbeordnung 1994 - GewO 1994; StF: BGBl. Nr. 194/1994 (WV), idF: BGBl. I Nr. 65/2020.
- 44 - Kollektivvertrag Baugewerbe und Bauindustrie, Arbeiter/innen, gültig ab 1.5.2021; Ausgabe: 2021-05-01; 2021; Fachverband der Bauindustrie, Bundesinnung Bau, Österreichischer Gewerkschaftsbund, Gewerkschaft Bau-Holz.

Websites

- 45 - Ancon-MBT; <https://www.ancon.ch/produkte/betonstahl-kupplungssysteme/ancon-mbt>; letzter Zugriff am: 29.07.2021; Leviat AG.
- 46 - Beruflexikon-Eisenbieger; <https://www.beruflexikon.at/berufe/2760-EisenbiegerIn/ausbildung>; letzter Zugriff am: 4.12.2021; Arbeitsmarktservice (AMS) Österreich.
- 47 - Güteschutzverband für Bewehrungsstahl; <https://www.gueteschutzverband.at/>; letzter Zugriff am: 25.10.2021; Güteschutzverband für Bewehrungsstahl.
- 48 - LB-Haustechnik; <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Haustechnik.html>; letzter Zugriff am: 28.12.2021; Bundesministerium f. Digitalisierung u. Wirtschaftsstandort.
- 49 - LB-Hochbau; <https://www.bmdw.gv.at/Services/Bauservice/Hochbau.html>; letzter Zugriff am: 28.12.2021; Bundesministerium f. Digitalisierung u. Wirtschaftsstandort.
- 50 - LB-Verkehr und Infrastruktur; <http://www.fsv.at/cms/default.aspx?ID=422b9d15-5b75-4631-8aab-02be145641fc>; letzter Zugriff am: 28.12.2021; Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr.
- 51 - ÖSTU-STETTIN; <https://www.oestu-stettin.at/wir/>; letzter Zugriff am: 08.01.2022; ÖSTU-STETTIN Hoch- und Tiefbau GmbH.
- 52 - Stahlpreisentwicklung; <https://www.voebv.at/>; letzter Zugriff am: 22.01.2022; VÖBV - Verband Österreichischer Biege- und Verlegetechnik.
- 53 - Stahlprodukte Marienhütte; <https://www.marienhuetten.at/produkte/erzeugungsprogramm/stahlprodukte/>; letzter Zugriff am: 26.10.2021; Stahl- und Walzwerk Marienhütte GmbH.
- 54 - Statistiken zum Baugewerbe in Österreich; <https://de.statista.com/themen/2424/baugewerbe-in-oesterreich/>; letzter Zugriff am: 19.09.2021; Statista GmbH.
- 55 - Lohnnebenkosten Baugewerbe und Bauindustrie; ab 1.1.2021; https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/lohnnebenkosten-bauer-01.01.2020_1.pdf; letzter Zugriff am: 13.03.2022; Wirtschaftskammer Österreich.