

Diploma Thesis

Construction Planning of Single-family Houses

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

Diplomarbeit

Arbeitsvorbereitung beim Einfamilienhausbau

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

von

Claudia Hötzing, BSc

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald Goger**

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Leopold Winkler**

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. **Alexander Bender**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13, 1040 Wien, Österreich

Wien, im September 2021



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

Schlagwörter: Arbeitsvorbereitung, Einfamilienhausbau, Baustelleneinrichtung, Aufwands- und Leistungswerte, Ortbetonbauweise, Fertigteilbauweise

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Arbeitsvorbereitung beim Einfamilienhausbau. Hinter dem Begriff der Arbeitsvorbereitung stecken neben der Kostenkalkulation genauso die Termin- und Ressourceneinsatzplanung. Für die Kalkulation der Bauwerkskosten sind im Wesentlichen die Aufwands- und Leistungswerte von großer Bedeutung.

Die Arbeitsvorbereitung stellt einen wichtigen Prozess in der Bauwerkerrichtung dar. Aufbauend auf die Planungsphase, welche von der Projektvorbereitungsphase abgelöst wird, erfolgt schlussendlich in der Ausführungsphase die Errichtung des Bauobjekts. Die Wichtigkeit des Vorausplanens der Abläufe im Bauprozess zeigt, dass Projekte dadurch flüssiger und strukturierter realisiert werden können. Aufgrund der wechselnden Bedingungen auf Baustellen im Vergleich zur stationären Industrie wird von den Projektvorbereitern ein Gespür des prozessorientierten Ablaufdenkens verlangt. Die Veranschaulichung der vielfältigen Tätigkeiten, Aufgaben, Prozesse und Berechnungen, die vor Baubeginn durchgeführt werden müssen, stellt den Grund für die Erstellung dieser Arbeit dar. Neben dem Definieren der Bauprojektphasen und der Eingliederung der Arbeitsvorbereitung in diesen Ablauf werden sämtliche Aufgaben, welche für die Vorbereitung des Bauwerks nötig sind, dargestellt. Weiters werden Einflussfaktoren aufgezeigt, die im Vorfeld bedacht und berücksichtigt werden müssen, um einen vorliegenden Terminplan einhalten zu können. Die Definitionen baubetrieblicher Begriffe und Berechnungsmethoden werden anfangs beschreiben. Mit samt dem theoretischen Wissen, das für die Arbeitsvorbereitung von Bedeutung ist, wird der Prozess für den Bau eines Einfamilienhauses durchgeführt. Als Grundlage dazu dienen Pläne eines Bauunternehmens, welches dieses Projekt bereits realisiert hat. Es werden die dazu notwendigen Berechnungen der wichtigsten Arbeitsschritte für das Herstellen des Bauwerks aufgezeigt. Zusätzlich sind praxisorientierte Prozessabläufe und deren mögliche Ausführungsalternativen beschrieben. Dabei sind bestimmte Bauteile ergänzend zur Ortbetonbauweise in Fertigteilelementen geplant worden. Weiters werden neben der zeitlichen Komponente, welche für die Ausführung einen hohen Stellenwert besitzt, die Kosten der einflussreichsten Positionen berechnet. Dabei werden die beiden zuvor genannten Bauweisen verglichen und analysiert. Wobei sich herausstellte, dass für dieses Projekt die Variante mit Fertigteilen vorteilhafter ist. Um bei den Prozessabläufen sowie der Kosten- und Arbeitszeitermittlung der allgemeinen Baupraxis gerecht zu werden, sind sämtliche Aufgaben mit einem Experten eines ausführenden Unternehmens abgeklärt. Dazu fanden Gespräche mit der Baufirma statt, die sich dazu bereit erklärte ihr technisches Know-how im Rahmen der Diplomarbeit weiterzugeben.

Schlussendlich soll dem Lesenden¹ vermittelt werden, welche essenziellen Tätigkeiten für eine erfolgreiche Arbeitsvorbereitung notwendig sind. Des Weiteren wird das Verständnis der Prozessabläufe, der wesentlichen Aufgaben und Überlegungen in der Arbeitsvorbereitung des Bauobjekts verstärkt.

¹ Genderhinweis: Der Autor legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne der besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder 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.

Abstract

Keywords: Work preparation, single-family house, construction site equipment, effort and performance values, in-situ concrete construction, prefabricated construction.

This diploma thesis deals with work preparation in single-family house construction. The term "work preparation" covers not only cost calculation but also scheduling and resource planning. For the calculation of building costs, the effort and performance values are of great importance. Work preparation is an important process in the construction of buildings. Building on the planning phase, which is followed by the project preparation phase, the construction of the building finally takes place in the execution phase. The importance of planning the construction process in advance shows that projects can be realised more smoothly and in a more structured way as a result. Due to the changing conditions on construction sites compared to stationary industry, a sense of process-oriented sequence thinking is required from project preparers. The illustration of the manifold activities, tasks, processes and calculations that have to be carried out before the start of construction is the reason for writing this paper. In addition to the definition of the construction project phases and the integration of work preparation into this process, all tasks that are necessary for the preparation of the building are presented. Furthermore, influencing factors that have to be considered and taken into account in advance are shown in order to be able to keep to a given schedule. The definitions of construction terms and calculation methods are described at the beginning. The process for the construction of a single-family house is carried out together with the theoretical knowledge that is important for the preparation of the work. Plans of a construction company that has already realised this project serve as a basis. The necessary calculations of the most important work steps for the construction of the building are shown. In addition, practice-oriented process sequences and their possible execution alternatives are described. In addition to the in-situ concrete construction method, certain components were planned in prefabricated elements. Furthermore, the costs of the most influential items are calculated in addition to the time component, which is of great importance for the execution. The two aforementioned construction methods were compared and analysed. It turned out that for this project the variant with prefabricated parts is more advantageous. In order to be in line with general construction practice in terms of process flows as well as cost and working time calculation, all tasks were clarified with an expert from an executing company. For this purpose, discussions were held with the construction company, which agreed to pass on its technical know-how within the framework of the diploma thesis.

Finally, the reader will learn which essential activities are necessary for successful work preparation. Furthermore, the understanding of the process flows, the essential tasks and considerations in the work preparation of the construction object is reinforced.



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	11
1.1	Motivation	11
1.2	Forschungsfragen	11
1.3	Methodik	12
1.4	Begriffsbestimmungen	12
2	Allgemeine Prozesse der Arbeitsvorbereitung	15
2.1	Phasen eines Bauprojektes	15
2.2	Tätigkeiten in der Arbeitsvorbereitung	21
2.2.1	Definition der Arbeitsvorbereitung	22
2.2.2	Vorgehensweise in der Arbeitsvorbereitung	23
2.2.3	Ablauf und Aufgaben der Arbeitsvorbereitung	24
2.2.4	Ergebnisse der Arbeitsvorbereitung	25
2.2.5	Anforderungen an den Arbeitsvorbereiter	26
2.2.6	Zeitliche Eingliederung der Arbeitsvorbereitung in die Projektphasen	27
2.3	Wesentliche Parameter für die Baustelleneinrichtung	29
2.3.1	Planung der Baustelleneinrichtung	30
2.3.2	Anforderungen an den Baustelleneinrichtungsplan	33
2.4	Ressourcenplanung	35
2.4.1	Personal	38
2.4.2	Material und Baustoffe	42
2.4.3	Gerätschaften	44
2.4.4	Fremdleistung	51
3	Arbeitsvorbereitung bei einem Einfamilienhaus in Ortbetonbauweise	53
3.1	Baustelleneinrichtung	57
3.1.1	Auswahl der Vorhaltegeräte	60
3.1.2	Leistungsberechnung	63
3.2	Erdbau	66
3.2.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	66
3.2.2	Kalkulationsgrundlagen	66
3.2.3	Auswahl der Leistungsgeräte	67
3.2.4	Mengenermittlung	69
3.2.5	Leistungsberechnung	73
3.2.6	Bauzeitberechnung	76
3.2.7	Kostenermittlung	77
3.3	Fundament	78
3.3.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	78
3.3.2	Kalkulationsgrundlagen	79
3.3.3	Auswahl der Leistungsgeräte	80
3.3.4	Mengenermittlung	84

3.3.5	Leistungsberechnung	84
3.3.6	Zusammenfassung	94
3.4	Kelleraußenwände aus Ortbeton	96
3.4.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	96
3.4.2	Kalkulationsgrundlagen	97
3.4.3	Auswahl der Leistungsgeräte	98
3.4.4	Mengenermittlung	99
3.4.5	Leistungsberechnung	103
3.4.6	Zusammenfassung	112
3.5	Innenwände	113
3.5.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	113
3.5.2	Kalkulationsgrundlagen	115
3.5.3	Auswahl der Leistungsgeräte	115
3.5.4	Mengenermittlung	116
3.5.5	Leistungsberechnung	119
3.5.6	Kostenübersicht	120
3.6	Geschossdecken	121
3.6.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	121
3.6.2	Kalkulationsgrundlagen	122
3.6.3	Auswahl der Leistungsgeräte	122
3.6.4	Mengenermittlung	123
3.6.5	Leistungsberechnung – Geschossdecke 1	126
3.6.6	Leistungsberechnung – Geschossdecke 2 und 3	130
3.6.7	Zusammenfassung	131
3.7	Treppen	131
3.7.1	Kalkulationsgrundlagen	132
3.7.2	Auswahl der Leistungsgeräte	133
3.7.3	Leistungsberechnung	133
3.7.4	Kostenübersicht	135
3.8	Außenwände aus Ziegelmauerwerk	135
3.8.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	135
3.8.2	Kalkulationsgrundlagen	135
3.8.3	Auswahl der Leistungsgeräte	136
3.8.4	Mengenermittlung	136
3.8.5	Leistungsberechnung	138
3.8.6	Kostenübersicht	139
3.9	Walmdach	140
3.9.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	140
3.9.2	Kalkulationsgrundlagen	141
3.9.3	Auswahl der Leistungsgeräte	141
3.9.4	Mengenermittlung	141
3.9.5	Leistungsberechnung	142
3.9.6	Kostenübersicht	144
3.10	Aufwands-, Leistungswerte und Kostenansätze der Rohbauarbeiten	144
3.11	Kostenzusammenstellung der Rohbauarbeiten in Ortbetonbauweise	147
3.12	Ausbauarbeiten	147
3.13	Zusammenfassung der Ortbetonbauweise	148

4	Arbeitsvorbereitung bei einem Einfamilienhaus in Fertigteilbauweise	149
4.1	Kelleraußenwände in Fertigteilbauweise	149
4.1.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	149
4.1.2	Kalkulationsgrundlagen	150
4.1.3	Auswahl der Leistungsgeräte	151
4.1.4	Mengenermittlung	151
4.1.5	Leistungsberechnung	152
4.1.6	Kostenübersicht und Vergleich mit Ortbetonbauweise	154
4.2	Geschossdecken in Fertigteilbauweise	155
4.2.1	Verfahrensauswahl und Abfolge	155
4.2.2	Kalkulationsgrundlagen	156
4.2.3	Auswahl der Leistungsgeräte	157
4.2.4	Mengenermittlung	157
4.2.5	Leistungsberechnung	158
4.2.6	Kostenübersicht und Vergleich mit Ortbetonbauweise	160
4.3	Kostenzusammenstellung der Rohbauarbeiten in Fertigteilbauweise	161
4.4	Kostenvergleich von Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise	162
5	Termin- und Ressourcenplanung	163
5.1	Terminplan für die Ortbetonbauweise	163
5.2	Terminplan für die Fertigteilbauweise	166
5.3	Geräteeinsatzplan	168
5.4	Personaleinsatzplan	169
6	Fazit	171
6.1	Beantwortung der Forschungsfragen	171
6.2	Kernaussage	177
6.3	Ausblick	177
	Literatur	179
	Verzeichnisse	185
	Anhang	191
A	Termin- und Ressourcenpläne	191
B	Ausführungspläne – Ö-Baumanagement GmbH	195



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.

Kapitel 1

Einleitung

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der Arbeitsvorbereitung sowie Kostenkalkulation und Terminplanung eines Praxisbeispiels. Die Motivation für das Erstellen dieser Arbeit wird im Folgenden aufgeschlüsselt. Des Weiteren werden die Forschungsfragen vorgestellt, die nach ausführlichen Erläuterungen und Berechnungen im letzten Kapitel dieser Arbeit beantwortet werden. Die Herangehensweise bzw. der Aufbau der Diplomarbeit wird im dritten Unterpunkt definiert. Um für einen einheitlichen Sprachgebrauch zu sorgen, sind im letzten Unterpunkt dieses Kapitels Begriffe ausführlich beschrieben.

1.1 Motivation

Um den Studierenden des Studiums „Bauingenieurwesen“ einen wertvollen Einblick in das Thema Arbeitsvorbereitung zu gewähren, wird diese Diplomarbeit erstellt. Hinter dem Begriff der Arbeitsvorbereitung stecken eine große Anzahl an Tätigkeiten, Berechnungen, Planungsaufgaben etc. Auf diese Punkte wird im Zuge dieser Arbeit eingegangen und mithilfe eines Praxisbeispiels der Umfang der Arbeitsvorbereitung erläutert. Des Weiteren ist es von großer Wichtigkeit, die Praxis in die Arbeitsvorbereitung, Berechnungen, Terminplanung etc. einfließen zu lassen. Dies geschieht durch die Absprache mit Experten aus der Baupraxis. Zusätzlich dazu werden Kosten und Arbeitszeit von zwei verschiedenen Bauweisen im Bezug auf bestimmte Bauteile berechnet und gegenübergestellt. Der Vergleich soll dabei veranschaulichen, wie viel Kosten im Verhältnis zu den Arbeitstagen eingespart werden können.

1.2 Forschungsfragen

Zur Ausarbeitung der Diplomarbeit wurden zu Beginn die folgenden Fragen erarbeitet. Sie dienen gleichzeitig zur Abgrenzung des Inhalts und werden durch praxisorientierte Aspekte ergänzt.

- Welche Parameter sind für eine prozessorientierte Arbeitsvorbereitung bei Hochbauprojekten essenziell bzw. notwendig?
- Wie unterscheiden sich Baustellen bei Einfamilienhäusern in Ortbetonbauweise zu Fertigteil-Baustellen hinsichtlich der Arbeitsvorbereitung und Baustelleneinrichtung?
- Wie sieht die Kostenverteilung der berechneten Herstellkosten des vorliegenden Projekts über den gesamten Bauprozess hinsichtlich Ortbeton- und Fertigteilbauweise aus?
- Wie verhält sich die Verteilung der Herstellkosten des vorliegenden Bauprojektes aus der Sicht eines ausführenden Bauunternehmens?

1.3 Methodik

Zu Beginn dieser Diplomarbeit erfolgt eine Literaturrecherche, um genügend Wissensstand aufzubauen, welcher im Hauptteil abgerufen wird. Anhand von Plänen aus der Praxis wird die Arbeitsvorbereitung durchgeführt und Berechnungen bis hin zur Terminplanung erstellt. Die Ausführungspläne stammen von einem ausführenden Unternehmen aus Oberösterreich, welches dieses Projekt bereits ausgeführt hat. Dazu werden die Tätigkeiten mit Aufwands- und Leistungswerten abgeschätzt. Auf das Einfließen der Erfahrungswerte von Experten aus der Praxis wird ebenfalls großer Wert gelegt. Ergänzend zu den Ausführungen, wie in den Plänen dargestellt, werden bestimmte Bauteile durch Fertigteilelemente ersetzt und berechnet. Zum Schluss ist es das Ziel, Vergleiche der verschiedenen Bauweisen hinsichtlich Kosten und Arbeitszeit zu ziehen. Ergänzend wird auf den Einfluss bei der Verwendung von Fertigteilen auf den gesamten Bauprozess eingegangen.

1.4 Begriffsbestimmungen

Für das bessere Verständnis der Begrifflichkeiten im baubetrieblichen Prozessablauf des Hochbaus sind folgend die wichtigsten Begriffe erklärt. Dazu werden verschiedene Erläuterungen aus literarischen Werken wie beispielsweise Duschel et al. [13], Kropik und Oswald [31], Jodl und Oberndorfer [29] und den einschlägigen österreichischen Normen herangezogen.

Arbeitskalkulation: Die Arbeitskalkulation entsteht aus der unternehmensinternen Umarbeitung der Angebots- bzw. Auftragskalkulation. Darin wird die Angebotskalkulation in Arbeitsabläufe aufgegliedert und spekulative Elemente in Aufwands- und Leistungswerten sowie in Lohn-, Material- und Gerätekosten beseitigt. Weiters dient die Arbeitskalkulation der Arbeitsvorbereitung und Nachkalkulation. Die Arbeitskalkulation wird zumeist vom Arbeitsvorbereiter erstellt [13, S. 341].

Aufwandswert: Der Aufwandswert (Formel 2.4) beschreibt den Zeitaufwand einer baubetrieblichen Tätigkeit (schalen, betonieren, mauern, ect.) um eine Leistungseinheit (Menge) herzustellen [13, S. 184]. Wird vom Aufwandswert (AW) gesprochen, so ist die menschliche Arbeitskraft der Produktionsfaktor [33, S. 201]. Der AW wird ebenfalls als Stundensatz bezeichnet. Eine Verbindung zwischen AW und Leistungswert (LW) lässt sich durch den Kehrwert herstellen. Der Reziprokwert des Aufwandswertes ist der Leistungswert und umgekehrt [33, S. 201].

Fremdleistung: Fremdleistungen sind Leistungen, die vom ausführenden Bauunternehmen nicht selbst erbracht werden, aber für den Bauauftrag notwendig sind. Gründe für Fremdleistungen können beispielsweise das nicht vorhandene Know-how für Spezialarbeiten bzw. Spezialgeräte, das Fehlen bestimmter Konzessionen oder Kapazitäts- und Preisgründe sein [29, S. 102].

Generalplaner: Der Generalplaner (GP) ist für die gesamte Planungsleistung des Bauobjekts verantwortlich. Er kann sich Fachleute (Geotechniker, Statiker etc.) hinzuziehen, wenn sein internes Fachwissen nicht ausreichend ist und Teile der Planungsleistungen übergeben [29, S. 106].

Generalunternehmer: Ein Generalunternehmer (GU) ist für das vollständige Herstellen des Bauwerks auf Basis vorhandener Pläne verantwortlich. Der Auftraggeber (AG) überträgt

dabei die Verantwortung für die Bauausführung dem GU. Dieser kann sich dafür an Subunternehmern bedienen [29, S. 106].

Gewährleistung: Bei der Gewährleistung von Bauleistungen verpflichtet sich der Auftragnehmer (AN) dazu, dass die vertraglich vereinbarten Leistungen bedungene und gewöhnlich vorausgesetzte Eigenschaften besitzen. Weiters müssen die Leistungen die allgemein anerkannten Regeln der Technik erfüllen [29, S. 106], [44, S. 40].

Leistungsgerät: Als ein Leistungsgerät wird ein Baugerät definiert, dessen Kosten zur Gänze einer bestimmten Leistungsposition zugerechnet werden können [43, S. 5].

Leistungswert: Der Leistungswert dient zur Beschreibung von maschinenintensiven bzw. geräteintensiven Arbeiten [13, S. 187]. Er beschreibt das Verhältnis von Leistungsmenge und Zeitstunde (Formel 2.7). Der Reziprokwert des Leistungswerts ist der Aufwandswert und umgekehrt [33, S. 201].

Nachkalkulation: In der Nachkalkulation werden, im Gegensatz zur Vorkalkulation keine Preise ermittelt, sondern Aufwandswerte und Verbrauchswerte eruiert. Diese besondere Baukalkulation wird erst durchgeführt, wenn das Bauobjekt abgeschlossen ist [29, S. 168].

Preisspiegel: Der Preisspiegel dient zur Bewertung der Bieter und gibt Rückschlüsse auf die Angemessenheit der Preise. Infolgedessen hilft er bei der Entscheidungsfindung [53, S. 76]. Durch den Preisspiegel können signifikante Preisabweichungen der Mitbewerber aufgezeigt und mögliche spekulative Preisangaben gefunden werden. Bei großen Abweichungen ist eine vertiefte Angebotsprüfung durchzuführen [31, S. 124].

Subunternehmer: Die *ÖNORM B 2110: 2013 03 15: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen* [44] definiert Subunternehmer als einen Unternehmer, der Teile einer Leistung für den Auftragnehmer (AN) ausführt. Dieser ist dabei vertraglich an den AN gebunden. Erwähnenswert ist, dass die Lieferung von Material nicht zu den Leistungen des Subunternehmers zählt. Der Subunternehmer kann im Sprachgebrauch als Nachunternehmer bezeichnet [44].

Totalunternehmer: Der Totalunternehmer (TU) übernimmt ergänzend zu den Tätigkeiten des GU's noch zusätzlich die Planungsleistungen. In gegebenen Fällen kann dieser die Grundstücksbeschaffung und Finanzierung des Projekts übernehmen [29, S. 229].

Vorhaltegerät: Ein Vorhaltegerät ist im Gegensatz zum Leistungsgerät ein Baugerät, das keiner bestimmten Leistungsposition zugeordnet werden kann, da dieses Gerät dem allgemeinen Betrieb der Baustelle dient. Ein Beispiel hierfür wäre der Kran. Dieser wird für verschiedene Tätigkeiten auf der Baustelle gebraucht [43, S. 5].

Vorhaltemonate: Die Vorhaltemonate (VM) beschreiben die durchschnittliche Einsatzdauer, in der das Gerät verwendet wird. Der Erfahrung nach kann das Baugerät nicht während der gesamten Nutzungszeit aufgrund von Wartung und Reparatur im Einsatz sein. Die Vorhaltezeit stellt daher einen wichtigen Faktor für die Berechnung der kalkulatorischen Abschreibung und Verzinsung dar [29, S. 248], [17, S. 17]. Ein Vorhaltemonat (VM) entspricht 30 Kalendertagen oder 170 Vorhaltetstunden [29, S. 23].



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.

Kapitel 2

Allgemeine Prozesse der Arbeitsvorbereitung

In diesem Kapitel werden Prozesse, welche für die Durchführung der Arbeitsvorbereitung von Bedeutung sind, beschrieben. Anfangs wird auf die Bauprojektphasen eingegangen, um die Eingliederung der Arbeitsvorbereitung in die dafür vorgesehene Projektphase darzustellen. Des Weiteren wird die Baustelleneinrichtung und der dazugehörige Baustelleneinrichtungsplan genauer erläutert. Am Ende dieses Kapitels wird die Ressourcenplanung behandelt, wobei diese die Planung von Personal, Material, Gerät und Fremdleistung umfasst.

2.1 Phasen eines Bauprojektes

Ein Projekt durchläuft mehrere Phasen bis zur Fertigstellung. Angefangen bei der Grundlagenermittlung folgt die Vorplanung, Entwurfs- und Werkplanung, Baugenehmigung, Bauvorbereitung, Bauausführung und Übergabe. Im Folgenden werden die verschiedenen Phasen eines Projekts nach Stark [53] beschreiben. Die grafische Darstellung der Bauprojektphasen sind in Abb. 2.3 auf Seite 20 zu finden.

Grundlagenermittlung: Die Idee bzw. das Konzepte wird vom Auftraggeber oder dem Bauherrn formuliert. Weiters werden Bauaufgaben definiert, Standort bzw. Grundstück des zukünftigen Projektes analysiert sowie der gegebenenfalls vorhandene Bestand aufgenommen. Anschließend werden erste Entwürfe des Raumprogramms erstellt.

Vorplanung: Bei der Vorplanung werden Architekten oder Bauingenieure miteinbezogen, um erste Kostenschätzungen zu erstellen bzw. den Finanzierungsplan anzufertigen. Architekten und Bauingenieure bedienen sich in dieser Vorplanungsphase an sogenannten Fachingenieuren. Diese sind beispielsweise Ingenieure für Tragwerksplanung, Gebäudetechnik (Heizung, Klimatechnik, Lüftung, Sanitär, Elektrotechnik), Geotechnik oder Fassadenbau [53, S. 35]. Die Fachingenieure sind im Falle eines klassischen ÖNORM – Vertrages nach *ÖNORM B 2110: 2013 03 15: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen* [44] meist vom Planer des Bauherrn ausgewählt. Wenn die Planung durch einen Generalplaner erfolgt, übernimmt dieser die Auswahl der Fachingenieure [5, S. 9].

Der Ablauf der Vorplanung geschieht gegenwärtig oft noch durch die konventionelle Koordination. Bei der konventionellen Koordination, welche in Abb 2.1 dargestellt ist, werden die Pläne der Vorplanung des Architekten an die nächste Stelle weiter gereicht. Die Planunterlagen werden dabei an die Fachplaner für Heizung, Klimatechnik, Lüftung und Sanitär (HKLS), Elektrotechnik sowie Tragwerksplanung weitergereicht. Nach Durchgang des Planes geht das Konzept mit den Planeintragungen schlussendlich wieder an den Architekten zurück [53, S. 36].

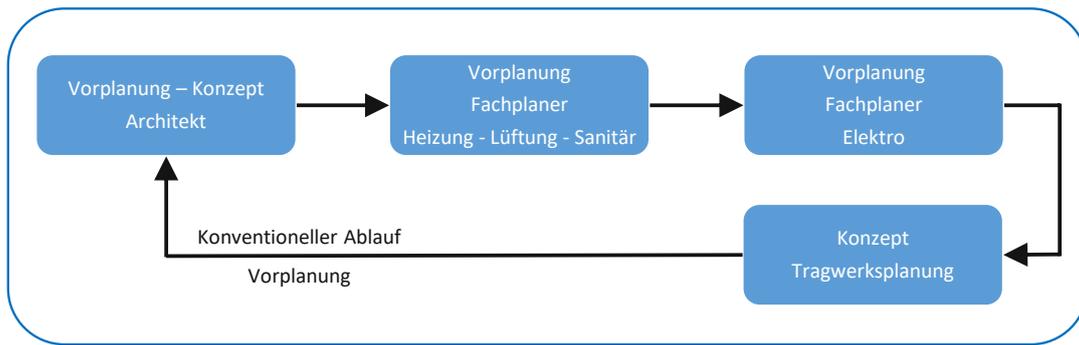


Abb. 2.1: Darstellung des konventionellen Ablaufs der Vorplanung (adaptiert nach [53, S. 36])

Bei den diversen Einflüssen der verschiedenen Planungsfelder kommt es oft zu Konflikten. In Besprechungen mit allen beteiligten Fachplanern werden Konfliktursachen unter der Leitung des Architekten eruiert und korrigiert. Häufige Beispiele für Konfliktstellen im Hochbau sind [53, S. 36]:

- Schächte und Durchbrüche an statisch wichtigen Stellen,
- Kreuzungen von Rohren und Leitungen beschränken bzw. verringern die lichte Mindestraumhöhe und
- Raumbedarf für technische Gewerke ist zu groß oder zu klein geplant.

Wenn die Planungsunterlagen alle beteiligten Fachplaner durchlaufen haben und allfällige Konfliktstellen korrigiert sind, ergibt sich das endgültige Planungskonzept für die Vorplanung [53, S. 36].

Mit Einzug der Digitalisierung wird neben der konventionellen Koordination das Elektronische Datenmanagement (EDM) verwendet. Dabei werden alle Dokumente und Pläne auf einem zentralen Server gespeichert und Architekt, Fachplaner, Bauherr und alle weiteren Projektbeteiligten bekommen eine Zugangsberechtigung. Diese Methode spart nicht nur viel Zeit, sondern minimiert zusätzlich den Arbeitsaufwand aus Kopieren und Versenden der Pläne an die Beteiligten.

Das Ergebnis der Vorplanung ist ein architektonisch, statisch-konstruktiv und energetisch durchgeplantes Gebäudekonzept. Die folgenden Projektphasen verfeinern diese Planung der Vorplanungsphase stetig, wodurch ein höherer Detaillierungsgrad der Planungsunterlagen entsteht [53, S. 34].

Entwurf und Genehmigungsphase: Nach der Vorplanung erfolgen die Entwurfsplanung und Genehmigung. Hier entsteht ein Entwurf, welcher auf den Plänen der Vorplanungsphase basiert. Dieser umfasst dabei Genehmigungspläne (Einreichpläne) (Maßstab 1:100), Detailpläne (Maßstab 1:50, 1:20, 1:10), eine Beschreibung des Bauobjekts sowie Tragwerkspläne und eine Zusammensetzung der Kosten. Weiters beinhalten Einreichpläne die technischen Einrichtungen wie HKLS, Elektroinstallationen und Brandschutzmaßnahmen. Tragwerkspläne und statische Berechnung des Bauwerks werden in dieser Phase von einem Statiker erstellt.

Die Entwurfsplanung endet mit der Erstellung der Einreichunterlagen. Zum Erhalt einer Baubewilligung sind diese in Wien bei der Magistratsabteilung 37 (Baupolizei) abzugeben. Die Einreichung kann in Papierform oder über eine digitale Baueinreichung erfolgen.

Folgender Link verweist auf die Website der Stadt Wien, wo alle notwendigen Unterlagen aufgezeigt werden [<https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/>]. Nachfolgend ist ein Auszug der dafür notwendigen Unterlagen aufgelistet [1]:

- Schreiben über das Ansuchen der Baubewilligung
- Baupläne
- Grundbuchsauszug mit eingetragenen Grundeigentümer
- Energieausweis (Nachweis über Schall- und Wärmeschutz)
- Stellplatzverpflichtung – Nachweis der Erfüllung
- Statische Berechnungen
- Position der Hydranten im Plan (Wasser zur Brandbekämpfung)
- Kennzeichnung der Positionen von Müllgefäßen

Für die Einreichung eines Bauprojektes in anderen Bundesländern Österreichs sind die Bewilligungsunterlagen bei der Baubehörde (Gemeinde bzw. Magistrat) abzugeben. Die erforderlichen Bewilligungsunterlagen können dabei von Bundesland zu Bundesland variieren.

Ausschreibung und Vergabe: Während die Einreichunterlagen von den Behörden geprüft werden, kann der beauftragte Planer Vorbereitungen für die Ausschreibung treffen. Es werden Ausführungspläne (Maßstab 1:50), Schalpläne und Bewehrungspläne (Maßstab 1:50 oder 1:25) und die Ausschreibungsunterlagen angefertigt. In den Ausschreibungsunterlagen sind die auszuführenden Leistungen beschrieben und in einem Leistungsverzeichnis (LV) geordnet aufgelistet. Das LV beinhaltet Positionen der einzelnen Bauleistungen mit deren Mengen inklusive Einheit und Preisen [5]. Hierbei ist allerdings zwischen einem leeren LV und einem ausgepreisten LV zu unterscheiden. Der Planer kann sich einer dieser zwei Methoden für die Ausschreibung bedienen. Bei einem leeren Leistungsverzeichnis werden die einzelnen Positionen mit Mengen angegeben. Zusätzlich dazu gibt es das ausgepreiste LV vom Planer, wo Preise bereits neben den Mengenangaben dargestellt sind und der Bieter trägt in Prozentwerten seine kalkulierten Preise vom angegebenen Preis ein. Somit wird mithilfe von Prozenten eine Preiserhöhung oder -verminderung des Positionspreises dargestellt.

Das Ziel der Ausschreibung ist es, den anbietenden Firmen einen detaillierten Einblick in das Projekt zu gewähren. Sie müssen sich mit den angedachten Bauleistungen im Detail auseinandersetzen, um die Ausschreibungsunterlagen für das Bauvorhaben lückenlos ausfüllen zu können [53, S. 43].

Nach Vollendung der Ausschreibungsunterlagen erfolgt die Ausschreibung. Dabei werden Angebote von Baufirmen, die diese Leistungen erbringen können, eingeholt. Die Bauunternehmen tragen dabei in die Positionen des vorgefertigten LVs ihre Preise ein. Die Ausschreibungsunterlagen werden dabei entweder auf dafür vorgesehenen Plattformen veröffentlicht oder an ausgewählte Unternehmen übergeben. Die Methode richtet sich dabei nach der Stellung des AG. Grundsätzlich kann zwischen öffentlichen AG, Sektoren-AG oder Privatperson unterschieden werden. Bei einer Veröffentlichung können somit alle Unternehmen, die im Stande sind, diese Leistungen erbringen zu können, anbieten. Eine weitere Möglichkeit, Projekte auszuschreiben, ist jene das Projekt in mehrere Teile zu zerlegen und diese gesondert auszuschreiben und zu vergeben [5]. Die Angebotsfrist, die dem Bieterkreis

zum Bearbeiten des Angebots zur Verfügung gestellt wird, sollte ausreichend bemessen sein. Diese bewegt sich zwischen 10 Kalendertagen und 4 – 6 Wochen. Der Zeitraum ist stark von der Komplexität, dem Umfang der Leistung und der Auftragssumme abhängig. Am Ende der Angebotsfrist muss das Angebot des Bieters beim Auftraggeber vorliegen. Angebote, die nach dieser Frist einlangen, werden abgelehnt [53, S. 72].

Hierbei ist anzumerken, dass es Unterschiede bei den Vergaben von öffentlichen und privaten Auftraggebern geben kann. Bei Betrachtung von öffentlichen AG wird es zumeist so gehandhabt, dass Planung und Ausführung des Projekts getrennt voneinander vergeben werden, sprich an zwei unterschiedliche Auftragnehmer. Andererseits kann es bei privaten Auftraggebern der Fall sein, dass die Planung und Ausführung aus einer Hand erfolgt, das heißt, dass ein Baumeisterunternehmen beide Teile übernimmt.

Am Ende der Angebotsfrist werden durch die ausschreibende Stelle alle eingereichten Angebote geprüft und ein Preisspiegel erstellt. Dieser gibt Rückschlüsse auf die Angemessenheit der Preise und hilft bei der Zuschlagsfindung [53, S. 76]. Dadurch können signifikante Preisabweichungen der Mitbewerber aufgezeigt und mögliche spekulative Preisangaben gefunden werden. In Abb. 2.2 ist ein solcher Preisspiegel dargestellt. Der Vergleich der Positionspreise zweier Bieter (Bieter A und Bieter B) ist dargestellt. Dabei werden ausgehend von Bieter A die Positionspreise mit Bieter B verglichen und die Unterschiede in Prozentwerten angegeben. Dadurch ist es möglich, wenn die Positionspreise von Bieter B höher liegen als von Bieter A, dass sich ein Wert von über 100 % ergibt. Bei großen Abweichungen ist eine vertiefte Angebotsprüfung durchzuführen [31, S. 124].

Pos. Nr.	Positionstext	LV-Menge	EH	Bieter A		Bieter B		A	B
				Pos.Preis	Pos.Preis	Pos.Preis	Pos.Preis		
03	Erdarbeiten und Sicherungen bei Erdarbeiten								
031204A	Mutterboden abtragen 20cm	450	m ²	€ 9.000,00	€ 9.800,00	100%	109%		
031302A	Baugrubenaushub 0-1,25m	200	m ³	€ 12.800,00	€ 13.000,00	100%	102%		
07	Beton und Stahlbetonarbeiten								
071101A	Abdecken PE-Folie	240	m ²	€ 3.360,00	€ 2.700,00	100%	80%		
071102E	Unterbet. B 160 15cm	115	m ²	€ 39.905,00	€ 46.000,00	100%	115%		
071203E	Beton Fundament B 16 üb 0,5m ³	10	m ³	€ 11.990,00	€ 9.000,00	100%	75%		
Zusammenfassung									
03	Erdarbeiten und Sicherungen bei Erdarbeiten			€ 21.800,00	€ 22.800,00	100%	105%		
07	Beton und Stahlbetonarbeiten			€ 55.255,00	€ 57.700,00	100%	104%		
				€ 77.055,00	€ 80.500,00	100%	104%		
				€ 15.411,00	€ 16.100,00	100%	104%		
				€ 92.466,00	€ 96.600,00	100%	104%		

Abb. 2.2: Beispiel eines Preisspiegels bei der Angebotsprüfung (adaptiert nach [31, S. 124])

Der öffentliche oder private AG fällt seine Entscheidung aufgrund von bestimmten vordefinierten Kriterien. Diese können beispielsweise sein [32]:

- Preis
- Bauzeit
- Qualität
- Gewährleistung

- Kompetenz des Personals (Bauleitung, Polier)
- Kundendienst (Reaktionsgeschwindigkeit bei Störungen)
- technische Kompetenzen usw.

Wenn sich der Bauherr schließlich für ein Angebot entschieden hat, wird dem Bauunternehmen der Auftrag erteilt. Mit erfolgreicher Auftragserteilung startet bei der Baufirma die Arbeitsvorbereitung (AV). Die Arbeitsvorbereitung stellt sicher, dass Baustoffe, Betriebsmittel, Personal und Geräte zur richtigen Zeit am richtigen Ort sind. Daher müssen alle für den Bau notwendigen Ressourcen im Vorhinein genau geplant und organisiert werden [53, S. 78].

Ausführungsphase: Der Baubeginn erfolgt, wenn die zuständige Behörde die Einreichunterlagen geprüft und einen positiven Genehmigungsbescheid erteilt hat. Wenn die Genehmigung freigegeben ist, beginnen die Ausführungsarbeiten durch die Baufirma [5, S. 15].

Gestartet wird mit der Baustelleneinrichtung. Dabei werden notwendige Versorgungs- und Entsorgungsleitungen errichtet, Zufahrten zur Baustelle freigelegt sowie Mannschafts- und Magazincontainern am Bauplatz aufgestellt. Im Anschluss kann mit den Bauarbeiten begonnen werden. Es erfolgt die Errichtung des Rohbaus. Zuerst wird der Boden ausgehoben. Darauf hin werden Fundament, Wände, Decken und das Dach errichtet. Nach Fertigstellung des Rohbaus folgt der Ausbau des Bauwerks. Beim Ausbau werden Fenster eingesetzt, Elektro- und Sanitärleitungen verlegt, Wandputz angebracht, Estrich eingebracht, Sanitär-einrichtungen montiert, Türstöcke versetzt und der Fußboden verlegt. Parallel dazu bzw. am Ende der Ausbuarbeiten erfolgt die Außengestaltung.

Übergabe: Nach planmäßiger und erfolgreicher Errichtung des Rohbaus und Ausbaus wird das Bauwerk an den AG übergeben. Dabei erfolgt die schlussendliche Abrechnung des Bauwerks, d. h. die noch nicht abgerechneten, offenen Leistungen werden dem AG in Rechnung gestellt. Es ist üblich, dass die Bauarbeiten nach einem vertraglich festgelegten Zahlungsplan abgerechnet werden. Somit ist am Ende des Herstellungsprozesses der letzte Teil der Gesamtsumme zu begleichen [5, S. 15]. Ab dem Zeitpunkt der Übergabe beginnt die Gewährleistungsfrist zu laufen. Innerhalb der Gewährleistung können Mängel, die schon während der Übergabe bestanden, jedoch zum Zeitpunkt der Übernahme nicht sichtbar waren (versteckter oder verdeckter Mangel) bei der Baufirma geltend gemacht werden.

Alle beschriebenen Projektphasen, angefangen von der Grundlagenermittlung über die Entwurfsplanung bis hin zur Übergabe sind grafisch in Abb. 2.3 dargestellt. Diese Abbildung beschreibt zusätzlich zur steigenden Informationsmenge über die Projektphase genauso die Kostenbeeinflussbarkeit.

Den Informationsgehalt stellt die über die Baudauer steigende Linie (in Abb. 2.3) dar. Bei Projektbeginn, d. h. bei der Grundlagenermittlung ist noch sehr wenig Informationsmenge über das Bauprojekt vorhanden. In jeder weiteren Bauphase vergrößert sich der Informationsgehalt des Projektes aufgrund der Hinzuziehung von Architekten, Fachplanern und Ingenieuren. Beginnend am Anfang bei 0 % steigt die Linie des Informationsgehalts bis Projektende auf 100 % an.

Die weitere Linie, die in Abb. 2.3 dargestellt ist, zeigt die Kostenbeeinflussbarkeit in Bezug zur Projektdauer. Zu Projektanfang können die Gesamtkosten durch beispielsweise die Planung und Auswahl der Bauweisen am stärksten beeinflusst und revidiert werden. Die Kostenbeeinflussbarkeit wird demnach mit 100 % ausgewiesen. Während der Projektlaufzeit nimmt die Kostenbeeinflussbarkeit stetig ab, bis zum Bauende keine Beeinflussbarkeit mehr möglich ist

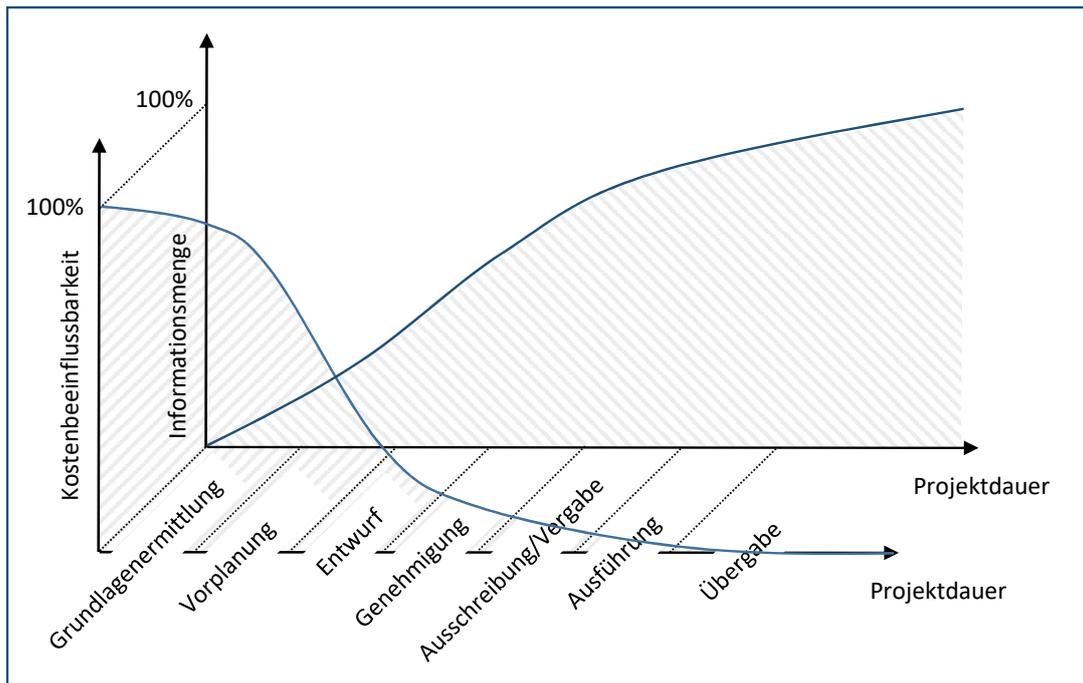


Abb. 2.3: Darstellung der Kostenbeeinflussbarkeit in Abhängigkeit des Informationsgehalts unterteilt nach Bauphasen (adaptiert nach [53, S. 35])

(0%). Somit sind die Kosten, die in früheren Phasen angepeilt wurden, mit fortschreitender Projektdauer nicht mehr steuerbar.

Der Schnittpunkt der zwei Linien in der Abb. 2.3 liegt in der Phase der Vorplanung. Es lässt sich daraus schließen, dass die Informationsmenge zu diesem Zeitpunkt bestmöglich hoch sein sollte. Ab dem Kreuzungsbereich beider Linien nimmt der Informationsgehalt aufgrund von weiteren Planungsschritten zu. Die Beeinflussbarkeit der Kosten reduziert sich jedoch, da die zuvor geplanten Kosten in späteren Phasen nur mehr bedingt steuerbar sind [53, S. 34].

In weiterer Folge ist in Abb. 2.4 eine grafische Beschreibung der Bauprojektphasen in Form einer detaillierten Prozesskettendarstellung abgebildet. Es werden hierbei fünf Phasen definiert: Projektvorbereitung, Planung, Ausführungsvorbereitung, Ausführung und Übergabe. Diese fünf Phasen werden zudem in weitere sieben Schritte aufgeteilt - Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung, Baugenehmigung, Ausführungsplanung, Ausschreibung und Vergabe, Ausführung sowie Abnahme.

Angefangen bei den grundsätzlichen Überlegungen für das Projekt, der Projektvorbereitung, folgt die Klärung der Aufgabenstellung zwischen Auftraggeber und Planer. Infolgedessen werden erste Informationen vom Projektgrundstück in Form einer Bestandsaufnahme und Standortanalyse ermittelt. Aufgrund den Wünschen des Auftraggebers und dem vorgegebenen Bebauungsplan wird vom Architekten ein erster Vorentwurf mit einer Kostenschätzung erstellt. Im Entwurf werden Fachingenieure für Statik und Heizung, Klimatechnik, Lüftung und Sanitär (HKLS) herbeigezogen. Die Einreichunterlagen für die Baugenehmigung stellen das Ende der Entwurfsphase dar. Nach der erfolgreichen Einreichung und Bewilligung des Bauobjekts bei der zuständigen Behörde werden Pläne für die Ausschreibung gezeichnet. Die Ausschreibungsunterlagen werden für Bieter veröffentlicht. Die Ausschreibungsphase endet mit der Vergabe des Auftrags. Die beauftragte Baufirma kann nach Zuschlagserteilung mit der Arbeitsvorbereitung für die Ausführungsphase

beginnen. Mit dem erfolgreichen Errichten des Rohbaus und Ausbaus folgt die Übergabe des Bauobjektes an den Auftraggeber. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Gewährleistungsfrist zu laufen.

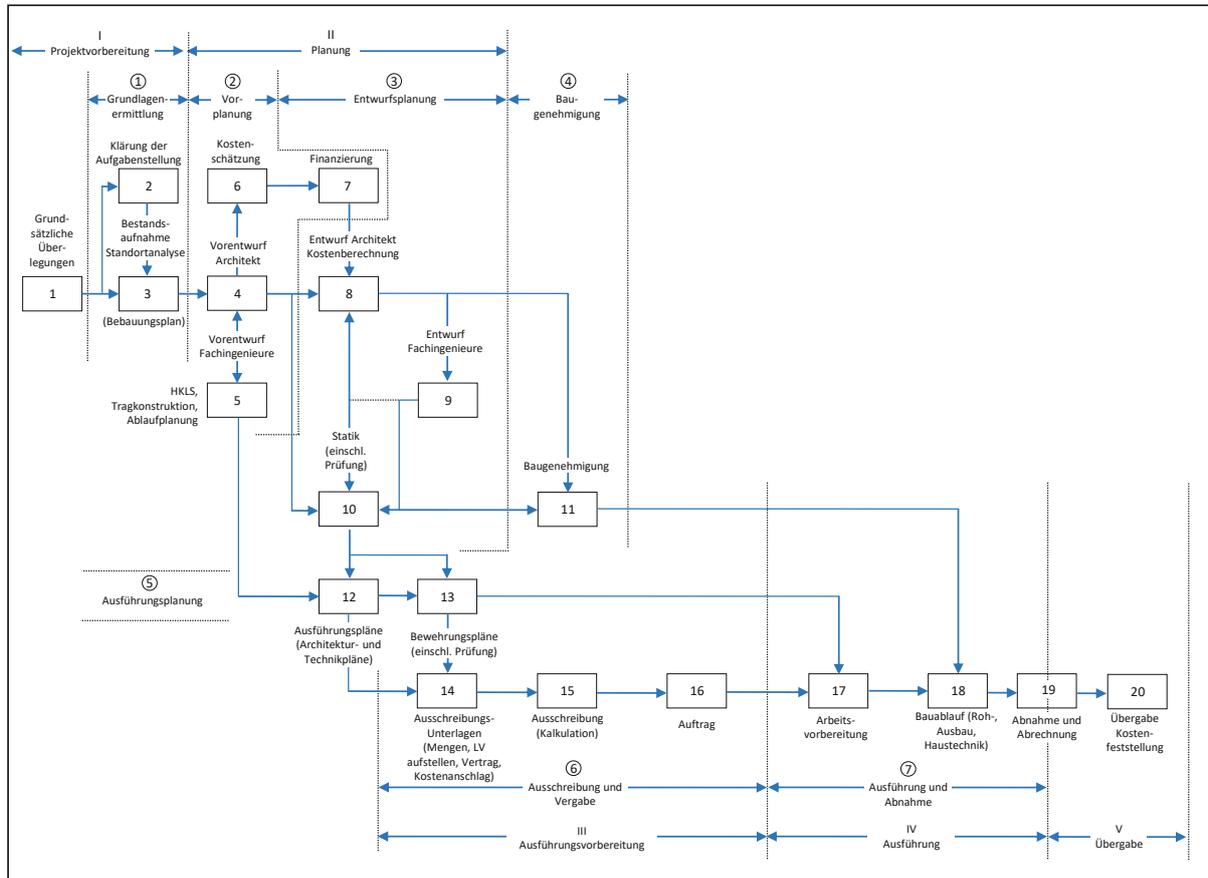


Abb. 2.4: Prozesslandkarte (adaptiert nach [53, S. 33])

2.2 Tätigkeiten in der Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung dient dem Planen von Personal- und Ressourceneinsatz sowie der Materialdisposition vor der Bauausführung. Zudem werden die passenden Arbeitsverfahren für die Errichtung des Bauprojekts ausgewählt sowie ein Bauzeitplan und der Baustelleneinrichtungsplan erstellt. Mögliche Bauweisen zur Errichtung eines Objektes stellen folgende Aufzählungspunkte dar:

- Ortbeton
- Fertigteil (z. B. Beton, Holz,...)
- Dachstuhl in Holzbauweise (Sattel-, Walmdach,...) oder Betonbauweise (Sargedeckeldach)
- Flachdach (z. B. Beton, Holz,...)

Bauzeitpläne werden zur Planung und Koordination von Terminen und Tätigkeiten erstellt. Während der Projektlaufzeit werden diese laufend abgestimmt und bei Bedarf adaptiert. Durch

einen Baustelleneinrichtungsplan wird die Baustelle strukturiert. Dieser zeigt Produktions-, Lager-, Transport- und Arbeitsstätten am Bauplatz auf [52, S. 1].

2.2.1 Definition der Arbeitsvorbereitung

Das Ziel der Arbeitsvorbereitung ist der flüssige und strukturierte Ablauf einer Baustelle im Zusammenhang mit effizienter und ökonomischer Projektumsetzung. Da in der Bauwirtschaft andere Faktoren als in der stationären Industrie berücksichtigt werden müssen, kann hierbei nicht von der gleichen Ausgangssituation ausgegangen werden [13, S. 1]. In der stationären Industrie werden Produkte immer in gleicher und strukturierter Weise in x-facher Ausführung erzeugt (Automobilindustrie, Elektroindustrie). Der große Unterschied im Vergleich zur stationären Industrie liegt in der Fertigung. Die Fertigung eines Bauobjektes ist jedes Mal verschieden, im Gegensatz zur stationären Industrie [53, S. 22]. Folgende Punkte zeigen die Besonderheiten, welche die Bauindustrie von der stationären Industrie abgrenzt [13, S. 1]:

- Einzigartigkeit jedes Projekts
- Kostenschätzung der Leistung erfolgt aufgrund eines unfertigen Planstandes
- Wechselnde Witterungsbedingungen
- Wechselnde Herstellungsverfahren
- Veränderungen des Personalstands
- Unvorhersehbare Bedingungen im Baugrund
- Unterschiedliche Standortanforderungen
- Preisänderung aufgrund der Marktsituation

Die Vernetzung von Baustelleneinrichtung, Logistik und Bauablauf hinsichtlich der Organisation, Koordination, Dokumentation und Kommunikation spielt eine bedeutende Rolle. Bei unzureichender Arbeitsvorbereitung können sich gestörte Bauabläufe ergeben, welche Defizite hinsichtlich Kosten, Terminen und Qualitäten mit sich ziehen und dadurch Unzufriedenheit beim Bauherrn auslöst [21].

Die Qualität einer Arbeitsvorbereitung ist von vielen Faktoren beeinflusst. Ein maßgebender Einflussparameter sind die angesetzten innerbetrieblichen Aufwandswerte im Unternehmen. Der Aufwandswert beschreibt den Zeitaufwand einer Tätigkeit (Schalen, Betonieren, Mauern ect.) um eine Leistungseinheit (Menge) herzustellen [13, S. 184]. Wenn diese Kennwerte durch Ausnahmeprojekte beeinflusst werden oder die Vergleichbarkeit und Bildung von Durchschnittswerten zum Vorgängerprojekte nicht gegeben sind, kann eine starke Abweichung in Kosten, Qualität und Bauzeit resultieren. Einflussfaktoren auf die Arbeitsvorbereitung können beispielsweise sein:

- kalkulatorische Subjektivität
- Aufwandswerte bezogen auf das Können/die Erfahrung der Arbeiter bzw. Mannschaft
- Anwendung technologischer Erneuerungen bzw. Anwendbarkeit
- Gesellschaftliche Einflussfaktoren (Politik, Nachbarn, . . .)
- Umweltverhältnisse

Zusätzlich gibt es im Projektteam selbst maßgebende und beeinflussende Faktoren wie den Bauherrn bzw. Auftraggeber. Entscheidungsänderungen, nicht fristgerechte Entscheidungen oder unklare Anweisungen verursachen eine immense Erschwernis in der Arbeitsvorbereitung und können die erfolgreiche Abwicklung eines Projekts stark gefährden. Zu den Bestandteilen der Planungsinstrumente einer Arbeitsvorbereitung zählen Logistik, Bauablaufplanung, Verfahrensvergleich und Soll/Ist-Vergleiche abgewickelter Projekte bzw. die Arbeitskalkulation. Alle diese Bereiche beeinflussen sich gegenseitig und können nicht strikt getrennt voneinander betrachtet werden [35, S. 150].

2.2.2 Vorgehensweise in der Arbeitsvorbereitung

Um eine Arbeitsvorbereitung (AV) durchführen zu können, ist es wichtig, wirtschaftliche Arbeitsmethoden bzw. -verfahren zu erfassen. Dabei ist der Einsatz des Personals, der Betriebsmittel und der notwendigen Baustoffe so zu planen und zu organisieren, dass sie zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort eintreffen. In der Arbeitsvorbereitung sollte auf die Verringerung der Verlustzeiten, und auf die Reduktion der Selbstkosten hingearbeitet werden. Infolgedessen laufen die Arbeitsvorgänge reibungsloser ab und die Wirtschaftlichkeit kann dadurch erhöht werden. Zugleich soll erreicht werden, dass die vorgegebenen vertraglich vereinbarten Fristen eingehalten werden. Insofern ist die systematische Planung der zukünftigen Prozesse unablässig [53, S. 78].

Im Allgemeinen können in der Arbeitsvorbereitung folgende Teilbereiche unterschieden werden [53, S. 78]:

- **Bauverfahren:** Optimale Auswahl des Bauverfahrens für den Prozess.
- **Ablaufplanung:** Bestimmung des bestmöglichen Ablaufs und dadurch Reduktion der Kosten.
- **Bereitstellungsplanung:** Zur Bestimmung der notwendigen Ressourcengröße und Einsatzzeit werden Material-, Personal- und Gerätebedarfspläne erstellt.
- **Baustelleneinrichtungsplanung:** Praktische Anordnung der Produktions-, Transport-, Lager- und Arbeitsstätten.
- **Einsatzplanung:** Erstellung von Personaleinsatz- und Geräteeinsatzplänen, die laufend abgestimmt und bei Bedarf adaptiert werden.
- **Schalungsplanung:** Ermittlung der notwendigen Schalelemente für die Betonbauteile.

Der Arbeitsumfang der Arbeitsvorbereitung ist stark von der Größe und Komplexität des Bauprojektes abhängig. Bei jedem Projekt, unabhängig der Größe, ist es essenziell, eine Arbeitsvorbereitung zu betreiben. Jedoch unterscheidet sich die AV hinsichtlich der Tiefe und des Feinheitsgrades in Hinblick auf die Projektgröße. Für kosteneffiziente Projekte ist es von Vorteil, bereits vor Baubeginn mit der Planung der Ressourcen zu beginnen. In der Angebotsphase sind erste Überlegungen für die Baudurchführung angebracht und nötig, um diese sinnvoll in die Kalkulation einfließen zu lassen bzw. Alternativangebote ausfertigen zu können [13], [53, S. 79]. Für den Beginn der AV eines Bauprojektes werden folgenden Voraussetzungen empfohlen [53, S. 79]:

- Studium der Vertragsunterlagen
- Besichtigung des Baugrundes

- Angemessener Wissensstand der Mitarbeiter über das Projekt
- Kontrolle der Ausführung
- Frühe Beteiligung des Bauleiters in der AV
- Beginnende AV bereits in der Angebotsphase
- Erfahrungen aus der Nachkalkulation von abgeschlossenen Projekten

2.2.3 Ablauf und Aufgaben der Arbeitsvorbereitung

Die Abb. 2.5 zeigt den Aufgabenablauf der Arbeitsvorbereitung, welcher von Auftragserteilung bis Baubeginn nötig ist. Ausgangspunkt für die Durchführung einer Arbeitsvorbereitung stellt der erteilte Bauauftrag dar. Ab diesem Zeitpunkt kann mit der Arbeitsvorbereitung begonnen werden. Vom beauftragten Unternehmen werden üblicherweise Ausführungspläne gestellt, die bei Bedarf von dem Bauunternehmen ergänzt und adaptiert werden. Im nächsten Schritt muss das Arbeitsverfahren festgelegt werden, wobei es hier wichtig ist, alle Leistungsmengen ermittelt zu haben. Das Arbeitsverfahren in Hochbau kann beispielsweise in Fertigteilm Bauweise oder Ortbetonbauweise unterteilt werden. Nach Auswahl des Arbeitsverfahrens wird der Ablaufplan erstellt, welcher mit den Lieferzeiten der Subunternehmer und Lieferanten übereinstimmen muss. Werden Subunternehmer für die Leistungserbringung herangezogen, ist eine Klärung der Verfügbarkeit der Kapazität des Subunternehmers zu überprüfen und vertraglich festzuhalten. Wenn Subunternehmer für die anberaumte Arbeitszeit nicht verfügbar sind, somit muss eine neue Lösung gefunden werden. Dabei stellt der Pfeil mit der strichlierten Linie den Wiederholungsvorgang dar, wobei beim Ablaufplan wieder neu gestartet wird. Dabei können neue Überlegungen zum Ablauf geschehen. Die weiteren strichlierten Linien stellen Zusammenhänge der Aufgaben dar, sprich eine Aufgabe fließt in die andere zu einem gewissen Grad ein. Die durchgehend schwarzen Linien mit Pfeilen stellen die den Hauptpfad dar, welche bei den Ablaufüberlegungen empfohlen wird. Bei Bedarf müssen für den Baubeginn von den Subunternehmern mögliche Genehmigungen eingeholt werden. Zunächst kann ein Kapazitätseinsatzplan, der mit dem Finanzplan verknüpft ist, entwickelt werden. Im Anschluss wird der für den Baustelleneinrichtungsplan (BE-Plan) nötige Geländebedarf ermittelt und ein BE-Plan gezeichnet. Nach Fertigstellung dessen kann mit den ermittelten Kapazitäten die Auftragskalkulation unter Berücksichtigung der bereitgestellten Finanzierungsmitteln erstellt werden. In weitere Folge wird das Personal des Bauunternehmens abgerufen und es kann mit der Einrichtung der Baustelle begonnen werden. Ab Beendigung dieser wird die Arbeit für das Bauobjekt aufgenommen und die Arbeitsvorbereitung ist abgeschlossen.

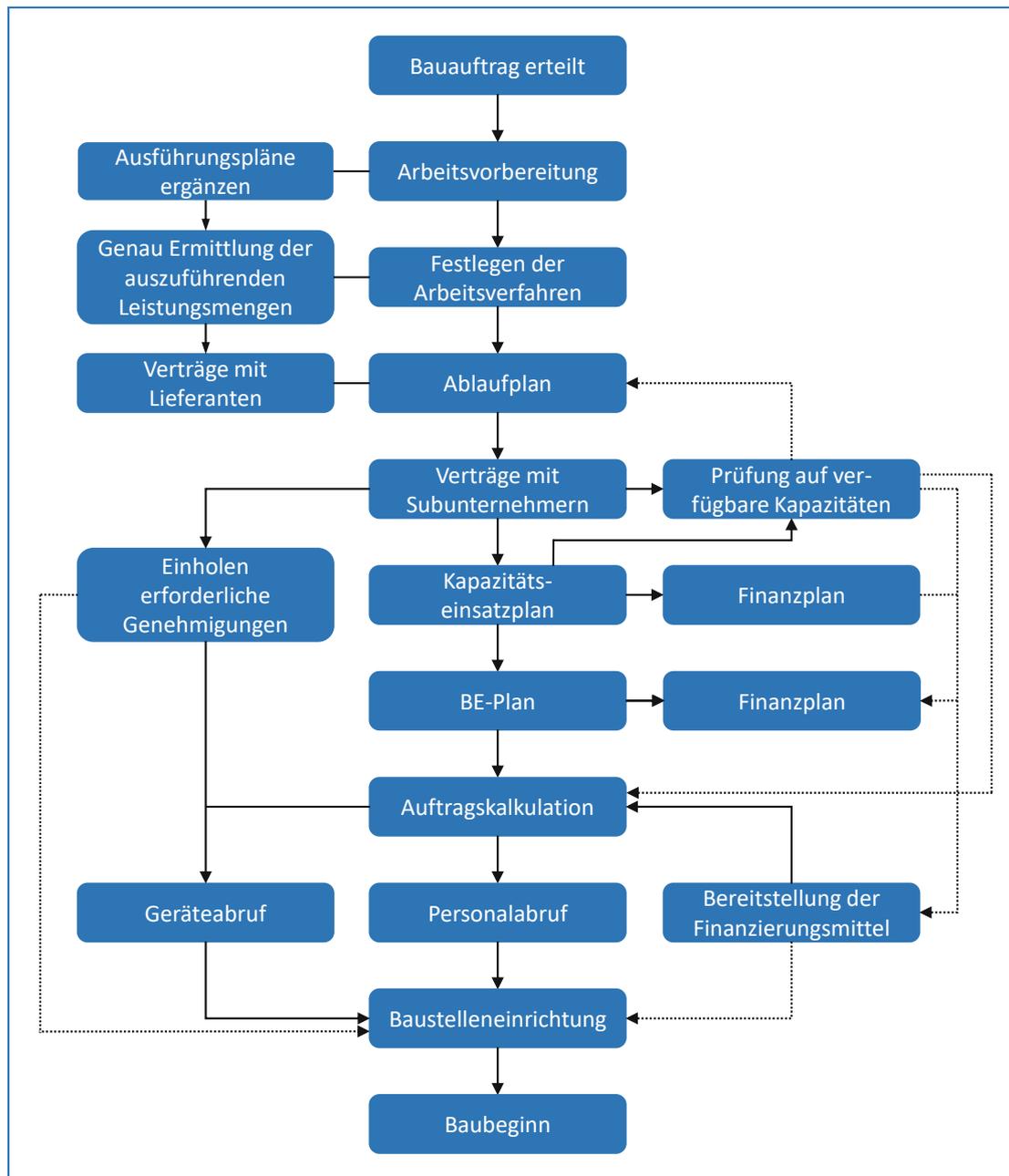


Abb. 2.5: Ablauf und Aufgaben der Arbeitsvorbereitung (adaptiert nach [53, S. 80])

2.2.4 Ergebnisse der Arbeitsvorbereitung

Nach Durchführung der Arbeitsvorbereitung, wie in Abb. 2.5 beschrieben, stellen verschiedene Unterlagen, Pläne ect. das Ergebnis der AV dar. In folgender Liste, die gleichermaßen als eine Art Checkliste angesehen werden kann, sind die Ergebnisse der Arbeitsvorbereitung ersichtlich [13, S. 3]:

- Beschreibung des Bau-Solls hinsichtlich Kosten, Terminen und Leistung
- Bauzeitplan

- Geräteliste
- Baustelleneinrichtungsplan
- Anschlusswert und Leistungsbedarf der Baustelle
- Versorgungs- und Entsorgungskonzept des Bauplatzes
- Ressourceneinsatzkonzept hinsichtlich Personal, Leistungsgeräte und Material
- Arbeitskalkulation
- Arbeitsunterlagen zur strategischen Umsetzung der Leistungsvorgaben
- Checklisten für die operative Umsetzung
- Instrumente und Grundlage für das Baustellencontrolling

Die Geräteliste stellt dabei alle auf der Baustelle zur Anwendung kommenden Geräte dar. Darunter fallen Leistungsgeräten und Vorhaltegeräte wie Kran oder Container. Das Ressourceneinsatzkonzept von Leistungsgeräten umfasst jedoch nur Leistungsgeräte. Dieses kann in Verbindung mit dem Terminplan dargestellt werden. Die aufgezählten Punkte sind je nach Projektgröße mit unterschiedlichem Arbeitsaufwand verbunden. Zu beachten ist, dass genügend Zeit für die Arbeitsvorbereitung eingeplant werden soll. Nach Erstellung der für die Arbeitsvorbereitung wichtigen und notwendigen Punkten kann mit dem Bau begonnen werden. Bei Änderungen oder Verzögerungen sind diese Unterlagen ständig zu erneuern und adaptieren. Somit sind diese Punkte nie als starre und fixe Unterlagen, die sich über die Baudauer nicht verändern, anzusehen. Je schneller auf Veränderungen und Störungen reagiert wird und diese in den Unterlagen aufarbeitet werden, umso leichter lassen sich Stehzeiten oder Kostenerhöhungen vermeiden.

2.2.5 Anforderungen an den Arbeitsvorbereiter

Um eine Arbeitsvorbereitung zu erstellen, muss der Arbeitsvorbereiter fachliches Know-how besitzen. Dazu zählen entweder eine bautechnische Ausbildung (HTL, FH oder Universität) mit Praxiserfahrung oder eine dreijährige Praxis als Abrechnungstechniker bzw. Bautechniker oder eine mehrjährige Praxis als Polier oder Bauleiter. Neben den fachlichen Qualifikationen sollte der Arbeitsvorbereiter gleichermaßen andere Fähigkeiten wie räumliches Vorstellungsvermögen, die Fähigkeit zur Selbstorganisation, handwerkliches Verständnis, Kommunikationsfähigkeit, Überzeugungskraft und Teamfähigkeit besitzen [13, S. 10].

In kleineren Bauunternehmen wird der Job des Arbeitsvorbereiters meist vom Bauleiter übernommen, da es nicht notwendig ist bzw. nicht die Arbeitsmenge abgibt, einen Arbeitsvorbereiter dafür zu beschäftigen. Jedoch kann sich der Bauleiter von Techniker oder Kalkulant Abhilfe verschaffen. Im Vergleich zu größeren Bauobjekte, welche mehr Aufmerksamkeit benötigen, ist es möglich, dass aufgrund des erheblichen Mehraufwands eigens dafür vorgegebene Mitarbeiter (Arbeitsvorbereiter) die Tätigkeit übernehmen. Wobei anzumerken, dass die Intensität der Arbeitsvorbereitung nicht unbedingt mit der Umsatzsumme des Objektes zusammenhängt. Bei kleinere Bauvorhaben, welche eine erhöhte Komplexität hinsichtlich der Abwicklung aufweisen, können den Aufwand der Arbeitsvorbereitung erheblich steigern.

2.2.6 Zeitliche Eingliederung der Arbeitsvorbereitung in die Projektphasen

Die Arbeitsvorbereitung lässt sich zeitlich in die Phasen der Angebots-, Planungs- und Ausführungsvorbereitungsphase gliedern. In diesen genannten Phasen stellt die Arbeitsvorbereitung einen wichtigen Faktor dar. Wesentliche Aufgaben und Überlegungen zu den Phasen werden in der Abb. 2.6 dargestellt. Im Anschluss werden die einzelnen Schritte aus dieser Abbildung genauer erläutert.

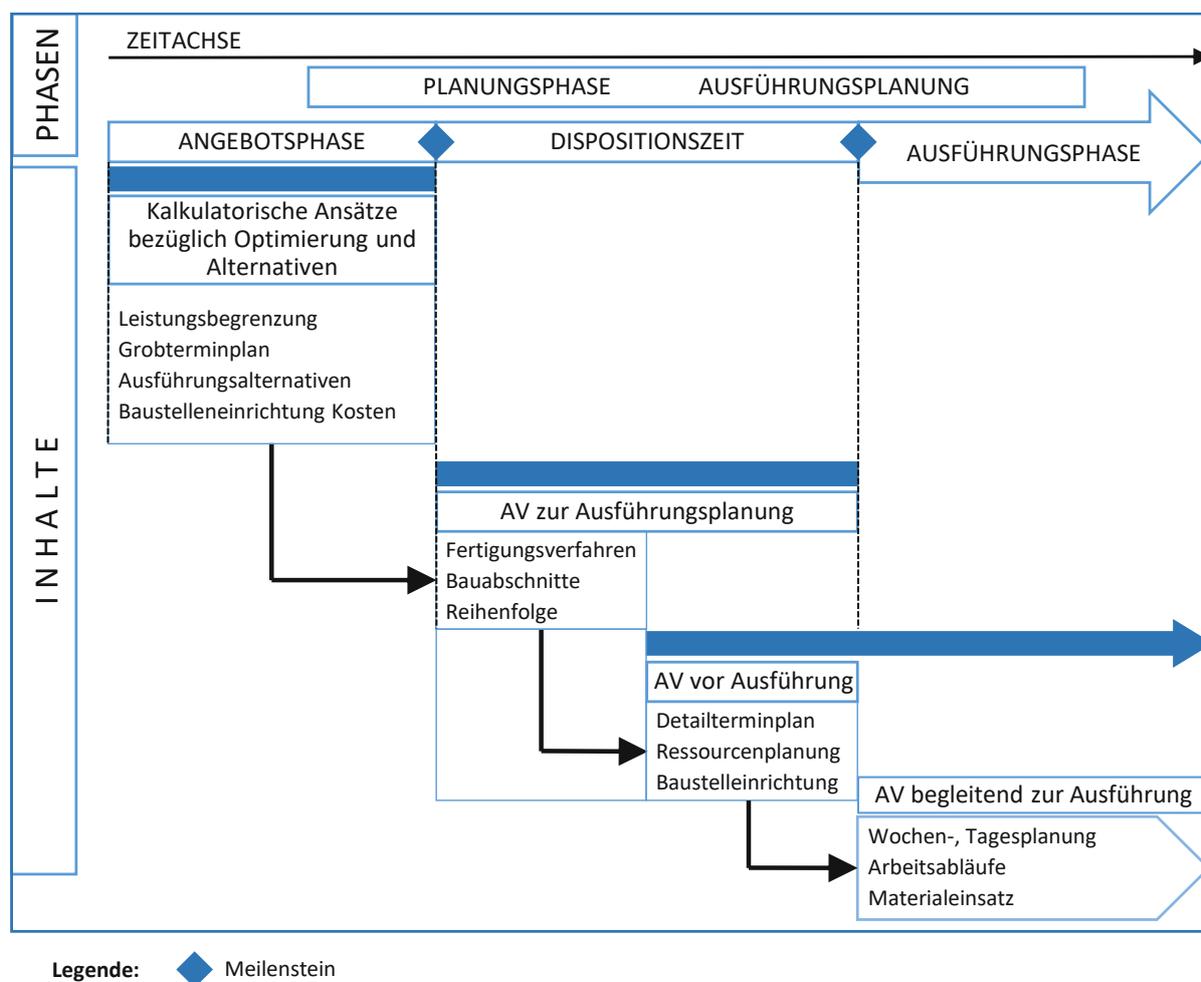


Abb. 2.6: Zeitliche Eingliederung der Arbeitsvorbereitung aus Sicht eines ausführenden Unternehmens (adaptiert nach [13, S. 11])

Kalkulatorische Ansätze bezüglich Optimierung und Alternativen

Schon in der Angebotsphase des Projekts ist es von Vorteil, mit der Arbeitsvorbereitung (AV) zu starten. In dieser frühen Phase wird Folgendes für die AV erstellt:

- Eingrenzung der Leistungen im Zuge des Angebots
- Prüfung und Bearbeitung der Ausführungsvarianten
- Erstellung eines Grobterminplans
- Ermittlung der Baustelleneinrichtungskosten

Die Ziele der AV in der Angebotsphase sollten die Beantwortung folgender Fragen sein:

- Ist das Unternehmen in der Lage, die für das Projekt fordernde Technologie ausführen zu können?
- Sind Ausführungsalternativen zugelassen?
- Ist das Projekt in der vorgegeben Bauzeit schaffbar?
- In welcher Jahreszeit befindet sich die Hauptbauzeit?
- Gibt es Faktoren, die die Leistungserbringung beeinträchtigen können?

Für eine AV in der Angebotsphase stellen die Ausschreibungspläne, das Leistungsverzeichnis (LV), eine Baugrunderhebung und die terminlichen Vorstellungen des AG die Grundlage dar [13, S. 12].

Arbeitsvorbereitung vor der Ausführungsphase

Ausgehend von den vorhandenen Unterlagen, die aus der Angebotsphase stammen, wird ein Meilensteinkonzept erstellt, ein Fertigungsverfahren gewählt und die Bauabschnitte definiert. Meilensteine stellen Etappen im Projektlauf dar, die von besonderer Bedeutung sind. Diese können beispielsweise „Rohbau fertig“ oder „Dach dicht“ sein. Als Fertigungsverfahren kann die Fertigteilbauweise oder Ortbetonbauweise bei z. B. der Errichtung eines Betonkellers gewählt werden. Bauabschnitte im Hochbau können die Fundamentherstellung, die Fertigstellung des Rohbaus und Ausbaus, sowie die Dacheindeckung sein. Je nachdem, wie der Zahlungsplan vertraglich vereinbart wurde, können Bauabschnitte sogar als zeitliche Gliederung für die Abrechnung der Bauleistungen dienen [13, S. 14].

Weiters wird in der AV vor der Ausführungsphase die Arbeitskalkulation erstellt, welche Abschätzungen des Personalbedarfs tätigt, den Kostenverlauf plant, Maßnahmenpläne zur Risikobewältigung erarbeitet und ein Konzept zur Baulogistik für das Projekt angefertigt [13, S. 14]. Die Arbeitskalkulation entsteht aus der unternehmensinternen Umarbeitung der Angebots- bzw. Auftragskalkulation. Darin wird die Angebotskalkulation in Arbeitsabläufe aufgegliedert und es werden spekulative Elemente in Aufwands- und Leistungswerten sowie in Lohn- Material-, und Gerätekosten beseitigt [13, S. 341]. Ergebnisse der AV vor der Ausführungsphase sollten wie folgt sein [13, S. 14]:

- Detaillierter Projektstrukturplan für den Detailterminplan
- Balkenplan für den Projektablauf
- Baustelleneinrichtungsplan
- Personaleinsatzplan
- Festlegen von Auslösern für die Risikomaßnahmen
- Logistikhandbuch

Arbeitsvorbereitung in der Ausführungsphase

Eine Hilfestellung für die AV vor der Ausführungsphase bieten folgenden Fragen [13, S. 15]:

- In welchen Punkten gibt es Einsparungspotenziale?
- Kann die Ausführung technisch optimiert werden?
- In welchen Tätigkeiten gibt es Möglichkeiten zur Beschleunigung der Abläufe?
- Gibt es Abläufe, die noch detaillierter ausgearbeitet werden können?
- Wie ist bei Planabweichungen vorzugehen, welche Maßnahmen müssen gesetzt werden?

Zur AV in der Ausführungsphase sollten der neueste Ausführungsplan, ein Bauzeitplan, die Elemente und Kosten der Baustelleneinrichtung und der erforderliche Personaleinsatz erstellt und geplant werden. Das Know-how des Kalkulanten der AV wird bei einem Bauleitungsgespräch auf den Bauleiter übertragen [13, S. 15].

2.3 Wesentliche Parameter für die Baustelleneinrichtung

Jedes Projekt ist ein Prototyp und ebenfalls die Baustelleneinrichtung. Die temporäre Produktionsanlage muss bei jedem Bauvorhaben neu angepasst werden und den Anforderungen vor Ort entsprechen. Die Baustelleneinrichtungen sind abhängig von Größe und Art der Baustelle, von der Lage des Bauplatzes, von der Dauer des Projekts sowie von der Witterung [13, S. 88].

Die ersten Überlegungen zur Baustelleneinrichtung sollten dabei schon in der Phase der Kalkulation, also in der Angebotsphase, angestellt werden. In Abhängigkeit des Detaillierungsgrades der Überlegungen zur Baustelleneinrichtung können die Kosten für die Baustelleneinrichtung zwischen 5 % und 30 % der Gesamtkosten des Projekts betragen. Deswegen ist es wichtig, schon in der Kalkulationsphase auf die Baustelleneinrichtung einzugehen. Dabei ist es ausreichend, die Baustelleneinrichtung aufgrund von Erfahrungswerten zu dimensionieren. Jedoch kann eine genauere Dimensionierung der Baustelleneinrichtung Vorteile in der Akquisitionsphase verschaffen [13, S. 90]. Die frühen Überlegungen zur Baustelleneinrichtung stellen dabei die Basis für weitere Vorgänge dar und dienen als erstes Konzept für die Planung [13, S. 88].

Die Baustelleneinrichtung umfasst die bautechnischen Einrichtungen, die für die Erbringung der Bauleistung notwendig sind. Dazu zählt der Transport von Geräten, Werkzeuge, Container und Unterkünfte zur Baustelle. Die Errichtung der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen sowie die Herstellung der Zufahrten der Baustelle werden zu den Aufgaben der Baustelleneinrichtung gezählt [13, S. 88].

Um alle getätigten Überlegungen festzuhalten, wird ein Baustelleneinrichtungsplan (BE-Plan) erstellt. Der Baustelleneinrichtungsplan gibt Auskunft über räumliche und zeitliche Planung von Produktions-, Lager-, Transport- und Arbeitsstätten auf der Baustelle. Der BE-Plan stellt einen wichtigen Punkt in der AV dar. Der Vergleich der Baustelleneinrichtungsplanung zur Planung in der stationären Industrie¹ zeigt, dass die Fabrikplanung an den Standort gebunden, von den Witterungsverhältnissen unabhängig sowie über einen langen Zeitraum ausgelegt ist. Der Baustelleneinrichtungsplan wird hingegen abhängig vom Grundstück des AG erstellt. Die

¹Die Planung in der stationäre Industrie kann genauso als Fabrikplanung bezeichnet werden.

Baustelleneinrichtung muss dazu nach Fertigstellung des Projektes wieder abgebaut werden [52, S. 1].

Das Ziel eines Einrichtungsplanes ist es, dass Infrastruktur, Geräte, Material, Maschinen und Arbeitskräfte am richtigen Ort zum richtigen Zeitpunkt in richtiger Menge und Qualität zur Verfügung stehen, um die Baustelle optimal zu versorgen [13, S. 89]. Das Planen einer Baustelleneinrichtung ist daher nicht immer mit Leichtigkeit zu erledigen. Es gibt sehr viele Faktoren, die Einfluss auf die Planung haben. In der Abb. 2.7 sind wichtige und einflussnehmende Punkte für die Baustelleneinrichtungsplanung zusammenhängend dargestellt.

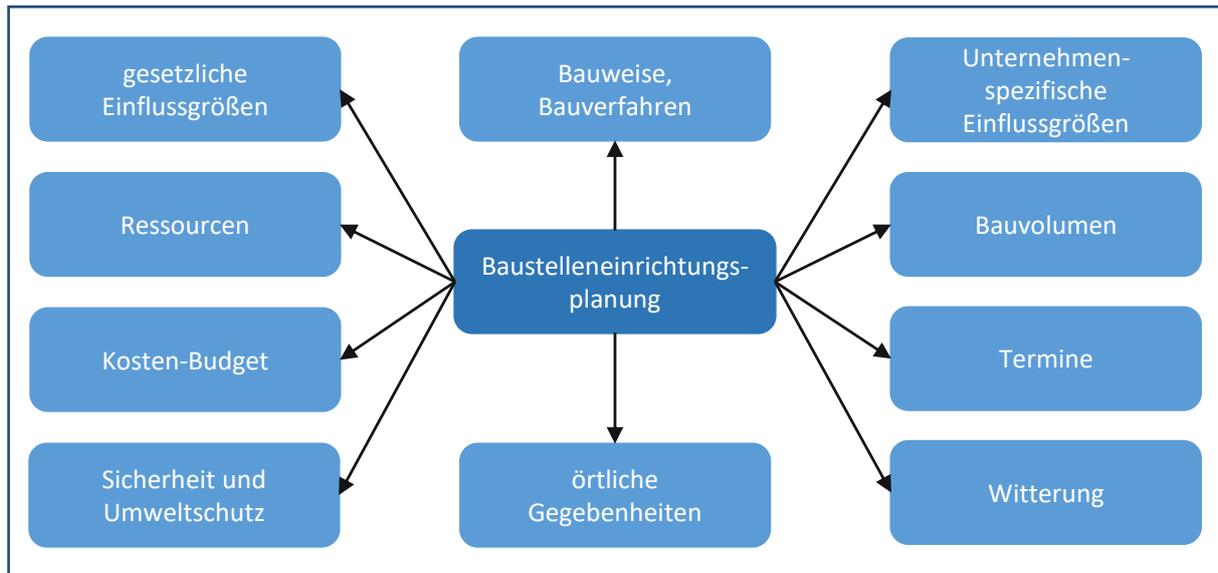


Abb. 2.7: Einflussfaktoren auf die Baustelleneinrichtungsplanung (adaptiert nach [52, S. 3])

Die Faktoren der Baustelleneinrichtungsplanung aus der Abb. 2.7 beeinflussen sich gegenseitig. Bei straffen Terminvorgaben ist es beispielsweise nötig, auf eine spezielle Bauweise, wie zum Beispiel auf Fertigteilbauweise statt Ortbetonbauweise zurückzugreifen. Die Berücksichtigung der Jahreszeiten spielt bei der Planung eine Rolle. In den Wintermonaten kann es notwendig sein spezielle Vorkehrungen für die verschiedenen Bauverfahren zu treffen. Beispiele hierfür könnten sein: Einhausung des Bauobjektes oder beheiztes Materiallager [52, S. 3].

Zudem sind für die verschiedenen Bauphasen eines Projektes unterschiedliche Baustelleneinrichtungspläne zu entwickeln. Zum Beispiel kann es sein, dass für das Bauen einer Tiefgarage noch kein Kran erforderlich ist. In der nächsten Phase beim Errichten des Rohbaus wird ein Kran wiederum benötigt. Somit müssen für verschiedene Bauphasen unterschiedliche Baustelleneinrichtungspläne erstellt werden [13, S. 90].

2.3.1 Planung der Baustelleneinrichtung

Für das Planen einer Baustelleneinrichtung ist es notwendig, eine Struktur für die Erstellung parat zu haben. Im Folgenden sind einige Punkte dargestellt, die für die Planung notwendige Informationen beinhalten. Abschließend ist in der Abb. 2.8 eine Zusammenfassung der im Folgenden beschriebenen Punkte zu sehen.

Studium der Vertrags- und Angebotsunterlagen: Das Studieren der Vertrags- und Angebotsunterlagen sind die ersten Maßnahmen für die Baustelleneinrichtungsplanung. Das Grobkonzept und weitere dafür notwendige Unterlagen der Baustelleneinrichtung werden im Zuge eines Übergabegesprächs vom Kalkulanten an den Arbeitsvorbereiter übergeben. Der Arbeitsvorbereiter steht nun vor der Aufgabe, das Grobkonzept vor Baubeginn auf die tatsächliche Ausführung umzusetzen [13, S. 94].

Besichtigung der Baustelle: Die Baustellenbesichtigung stellt den zweiten Schritt der Planung dar. Arbeitsvorbereiter und Bauleiter machen sich von dem Baufeld vor Ort ein Bild. Dabei überprüfen sie die Unterlagen und Pläne auf Plausibilität. Zusätzlich werden die vertraglichen Angaben mit der vorfindlichen Natur kontrolliert. Informationen über den tatsächlichen Platzbedarf und die notwendigen Randbedingungen werden für die Planung der Baustelleneinrichtung dokumentiert.

Versorgung und Entsorgung der Baustelle: Die Versorgung und Entsorgung der Baustelle ist der nächste Punkt der Planung. Schon während der Bauplatzbesichtigung ist die Dokumentation der Versorgung und Entsorgung der Baustelle zu dokumentieren. Bei der Versorgung der Baustelle gibt es zwei Arten, auf welche dies geschehen kann. Einerseits kann die Baustelle mit den notwendigen Materialien, Geräten usw. kontinuierlich oder „just-in-time“ versorgt werden. Jedoch ist darauf zu achten, dass es zu keinen Unterbrechungen der Versorgungskette kommt, da dies zu einer Bauzeitunterbrechung führen kann. Die der Baustelle dauerhaft zur Verfügung stehenden Mitteln sind Strom, Wasser, Treibstoffe, Telefon, Internetzugang, Kanal und Müllentsorgung.

Beschaffen der notwendigen Bescheide und Behördengenehmigungen: Weiters ist der Arbeitsvorbereiter für das Beschaffen der notwendigen Bescheide und Behördengenehmigungen der Baustelle zuständig. Zu den behördlichen Genehmigungen zählen beispielsweise besondere verkehrliche Maßnahmen wie Sperren des öffentlichen Verkehrsraums [13, S. 95].

Feststellung der Bedarfsspitzen: Die Feststellung der Bedarfsspitzen und des durchschnittlichen Bedarfs der Betriebsmittel oder der Mannschaftsstärke ist im Einsatzmittelplan ersichtlich. Die Baustelleneinrichtung wird dabei auf einen durchschnittlichen Bedarf bemessen. Jedemfalls sollte bei dem Auftreten von Bedarfsspitzen ausreichend Platz für zusätzliche Geräte, wie beispielsweise einen Mobilkran, vorhanden sein.

Auswahl der Großgeräte: Im Einsatzmittelplan ersichtlich sind die zur Anwendung kommenden Großgeräte. Die Auswahl der Großgeräte hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Aspekte bezogen auf die Baumaßnahme sind in der Planung enthalten.

Bestimmung des Projektbedarfs: In der Praxis sollte der Einsatzmittelbedarf des Projektes mit dem Angebot des Unternehmens übereinstimmen. Dies ist jedoch nicht immer möglich, da es sein kann, dass die erforderlichen Geräte und Materialien nicht verfügbar oder auf anderen Baustellen zurzeit im Einsatz sind. Eine Abstimmung mit der Unternehmensleitung bezüglich der Geräteverfügbarkeit am unternehmenseigenen Bauhof ist daher unumgänglich.

Ergebnis der Baustelleneinrichtungsplanung: Zu dem Ergebnis der Baustelleneinrichtungsplanung zählt der optimale Standort der Elemente, die für die Errichtung erforderlich sind. Anzustreben sind kurze Transportwege zwischen den Lagerplätzen und der Baustätte sowie der reibungslose Ablauf von An- und Abtransport der Betriebsmittel [13, S. 96].

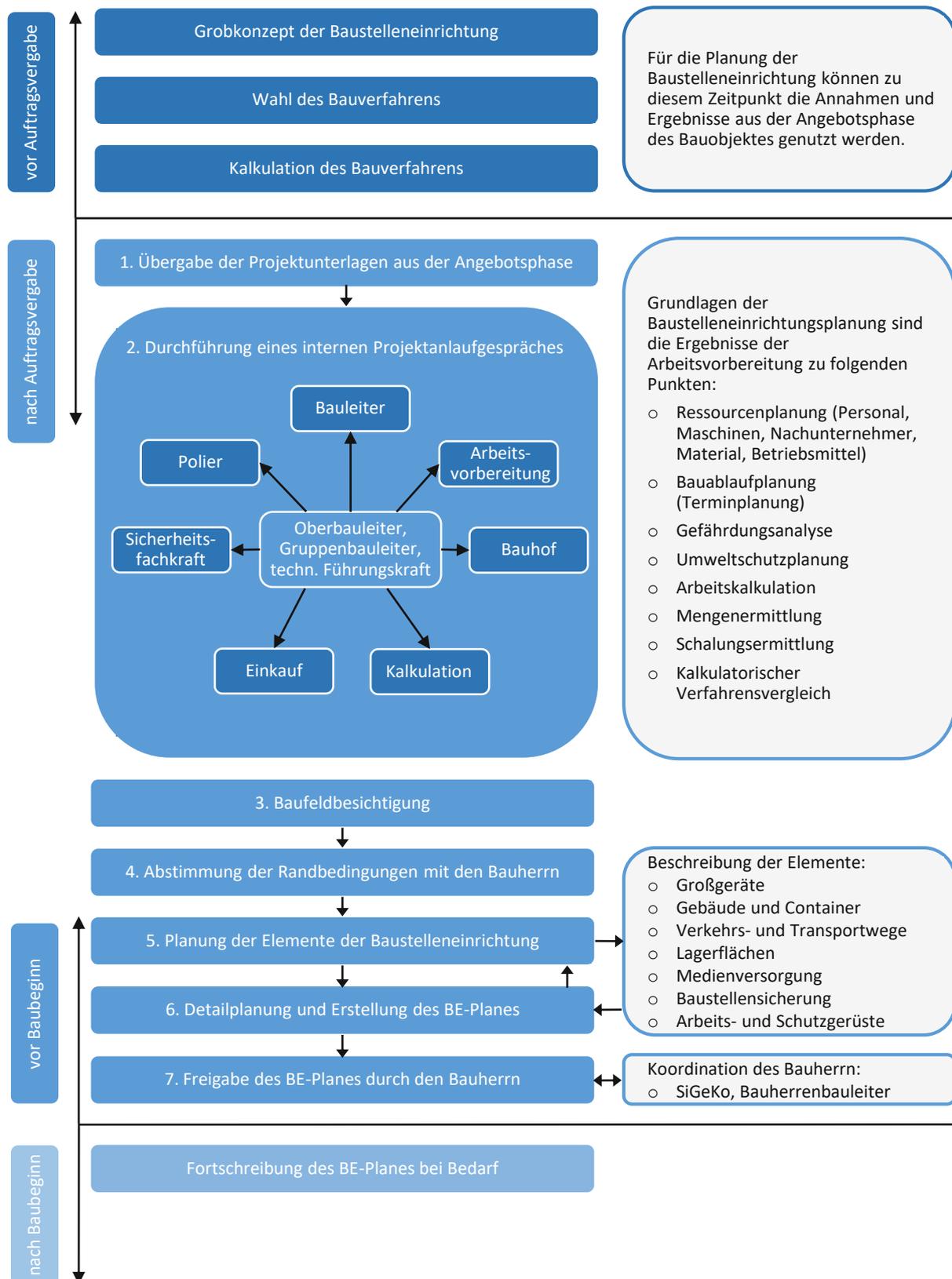


Abb. 2.8: Ablauf der Baustelleneinrichtungsplanung (adaptiert nach [7, S. 12])

2.3.2 Anforderungen an den Baustelleneinrichtungsplan

So wie der Ausführungsplan ist genauso der Baustelleneinrichtungsplan verbindlich für die Errichtung eines Bauobjekts zu zeichnen. Um das tatsächliche Platzangebot und den räumlichen Lagerbedarf darzustellen, wird der Plan im Maßstab 1:250 oder 1:500 erstellt. Der Baustelleneinrichtungsplan soll Folgendes enthalten [13, S. 96]:

- Das Bauwerk bzw. die Bauwerke, Nebenanlagen, Freiflächen, schützende Bereiche (Bäume, Gewässer etc.)
- Randbedingungen des Bauplatzes wie Grundstücksgrenzen, Baulosgrenzen, Einfriedungen, Geländesprünge, Nachbarn, Wasserläufe, Beleuchtung, Baugrubenböschung (inkl. Neigung), Absturzsicherungen, Grundwasserabsenkungsanlagen (z. B. Pumpen) etc.
- Verkehrswege auf dem Baufeld mit Anschluss an die öffentlichen Verkehrsflächen (inkl. aller Maßnahmen wie z. B. Stoppschild, Gewichtsbegrenzungen, Umleitungen), Reifenwaschanlage, Wendemöglichkeit, Zugangseinrichtung etc.
- Aufstellungsplatz der Bürocontainer, Sanitäreinrichtung, Unterkünfte, Kantine, Magazine, Werkstätten etc.
- Sicherheitseinrichtung wie Sanitätseinrichtung (Erste Hilfe), Notrufstelle, Feuermelder etc.
- Einrichtungen zur Ver- und Entsorgung des Bauplatzes wie Strom, Wasser, mobile oder stationäre Tankmöglichkeiten, Abwasserentsorgungsanlagen, Schuttmulden, Abfallanlagen etc.
- Lagerflächen für Aushubmaterial, Zwischenlager, Verfüllmaterial, LKW Be- und Entlasten, Fertigteile, Baumaterialien, Schalung, Kleingeräte, Stellflächen für Baugeräte, Lager- und Biegeflächen für Bewehrung etc.
- Stellplätze und Rangierwege für Großgeräte wie Krane, Autobetonpumpen, Bagger etc.
- Leitungsführung von geplanten und vorhandenen Einbauten, Leitungen, Kanäle etc.

Neben dem Lageplan der Baustelleneinrichtung ist eine Schnittdarstellung erforderlich, wenn mehrere Kräne auf dem Baufeld geplant sind. Dieser zusätzliche Plan soll eine mögliche Kollision zweier Kräne verhindern [13, S. 97]. In Abb. 2.9 ist beispielsweise ein Baustelleneinrichtungsplan eines Projekts im Grundriss zu sehen. Dieser enthält die zuvor aufgezählten Punkte. Aufgrund dessen, dass die Kräne 33 m und 26 m hoch sind, kann auf die Schnittdarstellung verzichtet werden. Bei mehreren Kränen ist dies allerdings zu empfehlen.

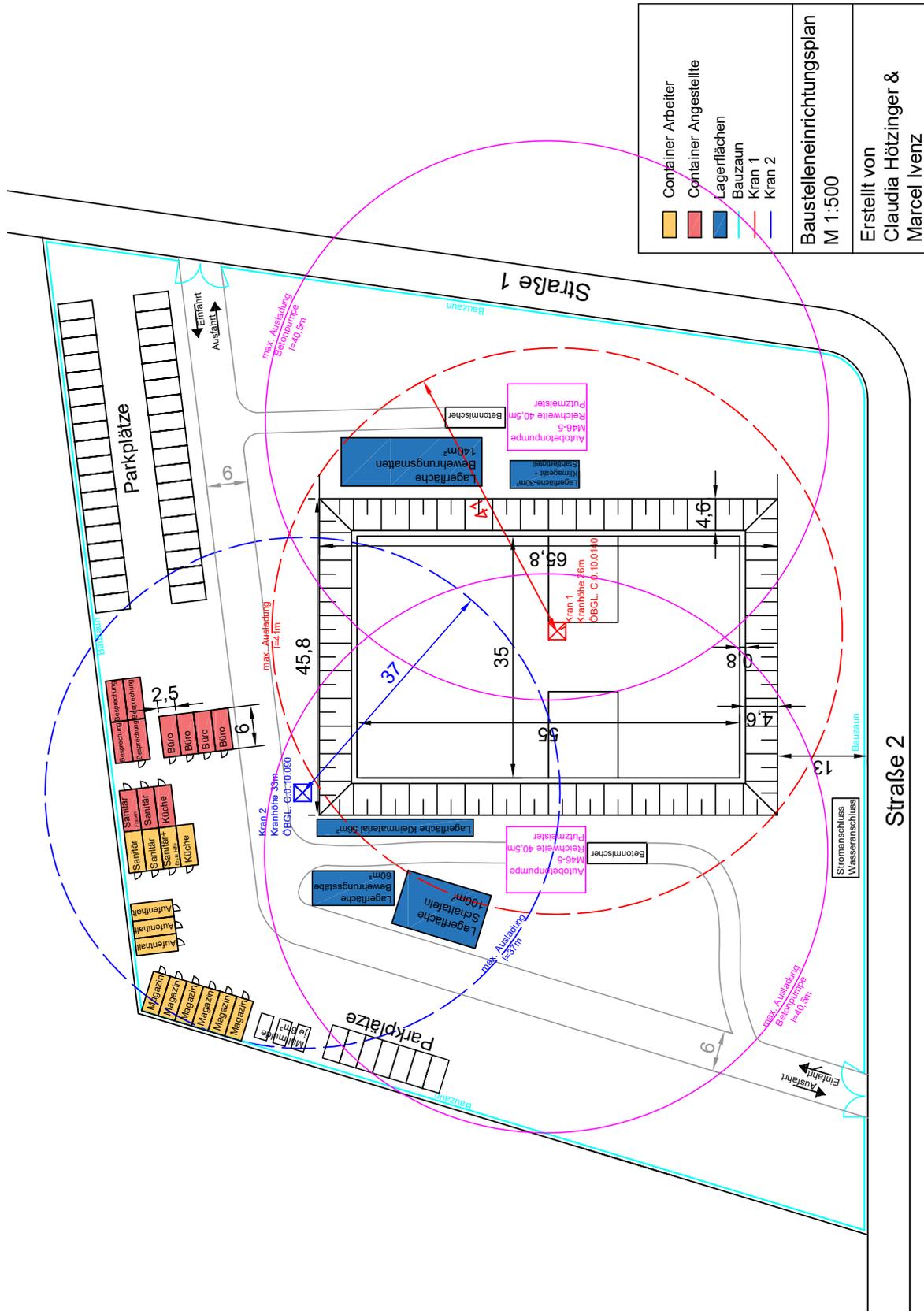


Abb. 2.9: Baustelleneinrichtungsplan (gezeichnet von Marcel Ivenz und Claudia Hötzingler)

2.4 Ressourcenplanung

In einem Unternehmen werden nicht alle Projekte, die im Fachbereich des Unternehmens liegen, angenommen. Personal, Betriebsmittel und finanzielle Mitteln sind nur begrenzt in einem Unternehmen vorhanden. Die von dem Unternehmen durchzuführenden Projekte werden nach ihrer Priorität gegliedert und angesichts der wirtschaftlichen und strategischen Entwicklung oder den vertragsgebundenen Terminen eingestuft.

Den Ansatzpunkt der Ressourcenplanung im Bauwesen stellt die Leistungsbeschreibung dar. Diese ist verknüpft mit Terminplanung und Ressourcenplanung. Wie in Abb. 2.10 ersichtlich, ist die Leistungsplanung über die Terminplanung mit der Ressourcenplanung verbunden. Grundgedanke der Aufgliederung in diese drei Punkte (Magisches Dreieck) ist, dass bis zum Projektziel ausreichend Ressourcen vorliegen [13, S. 143].

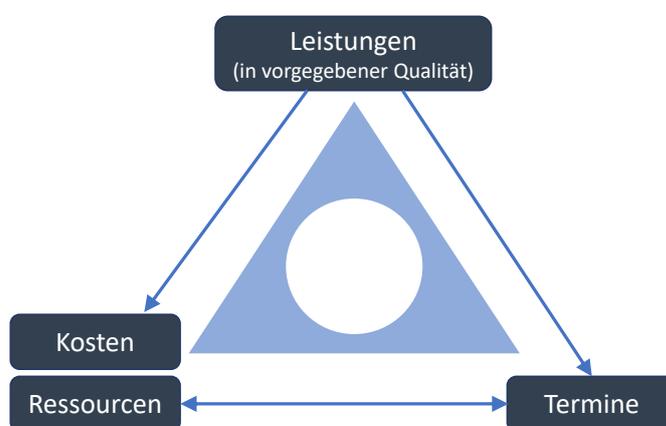


Abb. 2.10: Magisches Dreieck (adaptiert nach [13, S. 143])

Die Ressourcen bzw. die Einsatzmittel lassen sich in folgende Produktionsfaktoren teilen [13, S. 144]:

- Personal (Angestellte, gewerbliches Personal)
- Geräte (Baugeräte, Lastkraftwagen etc.)
- Materialien
- Zahlungsmittel

Für eine effektive Ressourcenplanung müssen bestimmte Ansätze erfüllt werden. Im Folgenden werden sie aufgezählt [13, S. 144]:

- Es muss eine termingerechte Bereitstellung von Personal, Gerät, Material usw. erfolgen.
- Ein optimaler und leistungsorientierter Einsatz von Ressourcen ist zu planen.
- Eine korrekte Kostenkalkulation und -darstellung ist zu erstellen.
- Die Schaffung eines optimalen zeitlichen Ablaufplans, einer effizienten Ressourcenauslastung und die Minimierung der Kosten während der Ausführungsphase ist anzustreben. Mit der Zuordnung von Ressourcen in den Terminplan wird die Möglichkeit geboten, den Bauablauf zu optimieren. Zudem gibt es dem Bauleiter Auskunft über die zu leistenden Mengen und die Machbarkeit.

- Für eine bessere Disposition dienen aufschlussreiche und komplette Vorgaben.
- Im Sinne der transparenten Verfolgung des Projektfortschritts ist der Vergleich der Sollwerte mit dem geplanten Ausführungszeitpunkt notwendig. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf Leistung und Aufwand ziehen. Beim Eintreten von Bauzeitveränderungen lassen sich diese frühzeitig erkennen und es können so entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.
- Der Nachweis von Bauzeit- oder Leistungsveränderungen und die dadurch zustehenden Mehrkostenforderungen sind zu eruieren. Eine vollständige Darstellung des Ressourcenplans bietet bei Störung der Leistungserbringung, welche durch den AG verursacht wurden, ein Beweismittel [13, S. 144].

Um eine Ressourcenplanung durchführen zu können, sollten folgende Unterlagen bereit liegen [13, S. 145]:

- Auftragsleistungsverzeichnis,
- Ausführungspläne,
- Angaben zum Zeitraum, in der die Leistung erstellt werden soll,
- detaillierter Terminplan,
- Aufzeichnung der Situation vor Ort,
- Herstellungsverfahren

Der Blick in die *ÖNORM B 1801-1:2015 12 01: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung* [42] zeigt, dass mit der Planung der Ressourcen in der Vorentwurfsphase begonnen wird. In der Entwicklungsphase und in der Vorbereitungsphase, wie in Abb. 2.11 ersichtlich, werden das Ressourcenziel und der Ressourcenrahmen definiert. Die Vorentwurfsphase befindet sich in der zweiten Ebene der Baugliederung, diese bildet die Grundlage für die Ressourcenplanung. In jeder Baugliederungsebene wird die Aufschlüsselung der Elemente des Bauwerks genauer.

		Projektphase					
		Entwicklungsphase	Vorbereitungsphase	Vorentwurfsphase	Entwurfsphase	Ausführungsphase	Abschlussphase
Handlungsbereich	Qualität	Qualitätsziel	Qualitätsrahmen	Vorentwurfsbeschreibung	Entwurfsbeschreibung	Ausführungsbeschreibung	Qualitätsdokumentation
	Quantität	Quantitätsziel	Raumprogramm	Vorentwurfsplanung	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung	Planungsdokumentation
Kosten	Kosten	Kostenziel	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung
	Finanzierung	Finanzierungsziel	Finanzierungsrahmen	Finanzierungsplan			
Termine	Termine	Terminziel	Terminrahmen	Grobtterminplan	Genereller Ablaufplan	Ausführungsterminplan	Terminfeststellung
	Ressourcen	Ressourcenziel	Ressourcenrahmen	Ressourcenplan			
Gliederung							
Baugliederung	1. Ebene						
	2. Ebene						
	3. Ebene						
	Elementtyp						
Leistungsgliederung	Leistungsposition						

Abb. 2.11: Planungssystem nach ÖNORM B 1801-1:2015 [42, S. 6]

Vorgangsweise der Ressourcenplanung

Voraussetzung für die Ressourcenplanung sind die Ressourcenarten, die definiert werden müssen. Diese sind, wie bereits beschrieben: Personal, Geräte, Materialien und Finanzmittel. Der Detaillierungsgrad der Ressourcenplanung kann sich nach belieben an die Kostenbereiche der zweiten Baugliederungsebene anpassen. Die Einsatzplanung der Ressourcen sollte dabei immer nach dem gleichen Schema ablaufen und Schritt für Schritt erfolgen [13, S. 147]. Abb. 2.12 veranschaulicht die Schritte zur Ressourceneinsatzplanung.

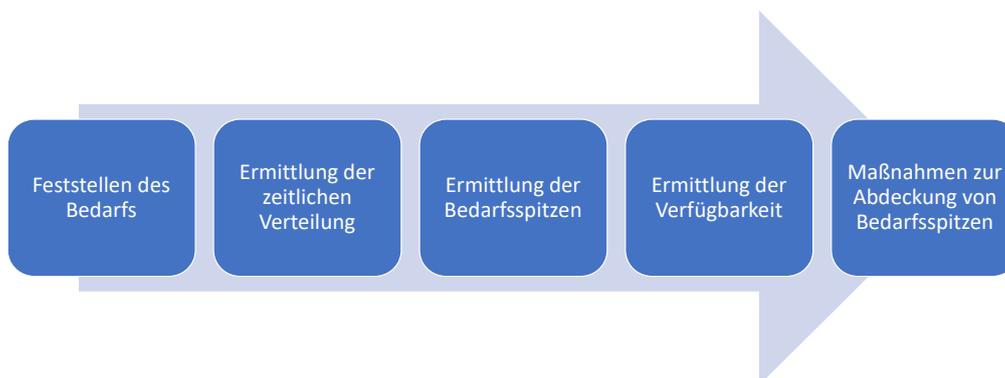


Abb. 2.12: Ressourceneinsatzplanung in Schritten (adaptiert nach [13, S. 147])

Neben der notwendigen Leistungen für den Bauablauf können die erforderlichen Kapazitäten bemessen werden. Dabei bieten die Leistungs- und Aufwandswerte Hilfestellung.

Ergebnis der Ressourcenplanung

Das Ergebnis der Ressourcenplanung lässt sich in einer zeitlichen Verteilung anhand eines Balkenplans darstellen. Das Beispiel in Abb. 2.13 zeigt dabei einen Balkenplan, welcher die Anzahl der benötigten Arbeitskräfte veranschaulicht. Die Balken, die in der unteren Hälfte der Abbildung dargestellt sind, beschreiben das benötigte Personal. Das konstant verfügbare Personal des Unternehmens wird durch die horizontale Linie, welche die y-Achse bei einem Wert zwischen 50 und 60 schneidet, gekennzeichnet. Bedarfsspitzen sind daher jene Teile der vertikalen Balken, die über diese horizontale Linie hinausragen. In solchen Fällen sind Überlegungen für Abdeckung der Personalspitzen notwendig [13, S. 148].

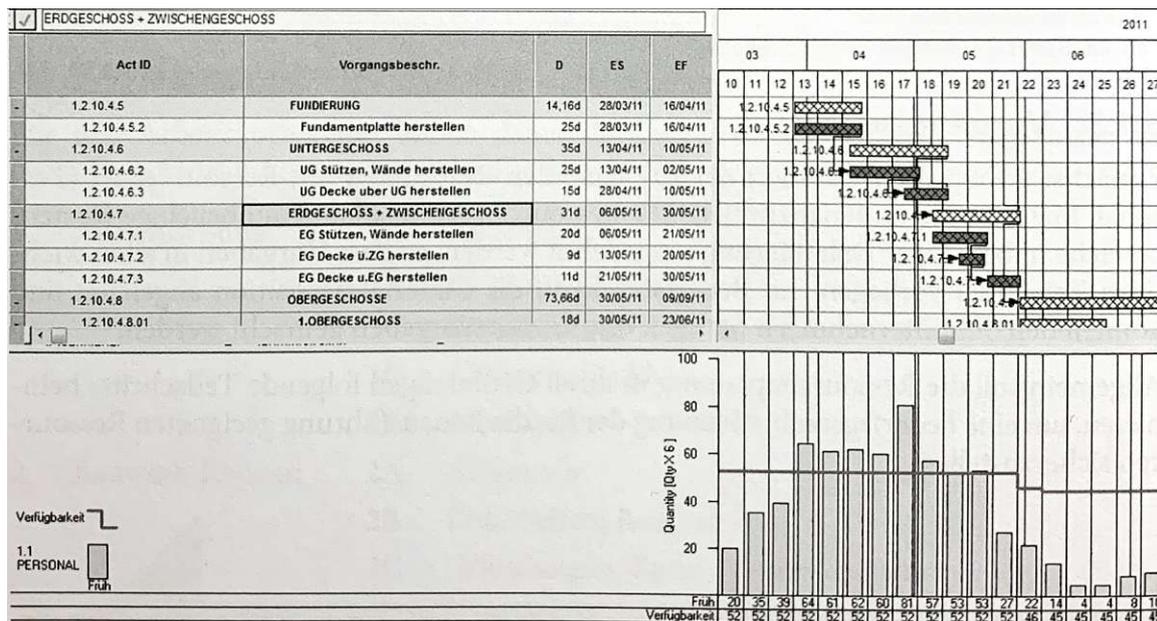


Abb. 2.13: Ressourcenganglinie [13, S. 148]

2.4.1 Personal

Aufgrund der Einzigartigkeit der Projekte und der verschiedenen Errichtungsorte der Bauwerke ergeben sich unterschiedliche Arbeitsbedingungen. Die wechselnden Arbeitsbedingungen sorgen dafür, dass der Zeitaufwand, den die Arbeitskräfte für gleiche Tätigkeitsbereiche benötigen, schwanken können. Für die Abwicklung der Bauvorhaben sind Flexibilität, die stetige Überwachung und Koordinierung von Personal und Ressourcen unumgänglich. Für einen positiven Abschluss einer Baustelle ist es notwendig, die gesamten verfügbaren Personalressourcen auszuschöpfen [13, S. 150]. Bei nicht optimaler Ausnutzung der Ressourcen, wie ursprünglich in der Kalkulation geplant, wird die Schere zwischen Kosten und Leistung auseinanderklaffen [13, S. 151]. Um die Ressourcenplanung hinsichtlich Personal optimal zu gestalten, helfen folgende Fragen [13, S. 151]:

- „Welche Leistung muss das Personal erbringen?“
- *Wie hoch sind die Personalkosten?*
- *Wann muss das Personal zur Verfügung stehen?“*

Die quantitative Planung des Personaleinsatzes in enger Verbindung mit der Bauablaufplanung wird als Ressourcenplanung von Arbeitskräften definiert. Über eine abgegrenzte Zeitdauer kann ein linearer Zusammenhang zwischen der Bauzeit und den erforderlichen Ressourcen bestehen. Anzumerken ist, dass bei einem vermehrten Einsatz von Ressourcen kein lineares Verhältnis zur Leistungserhöhung besteht. Weiters ist ab Erreichen bestimmter Grenzen keine Leistungserhöhung mehr möglich. Dies ist beispielsweise beim Einsatz von Arbeitskräften im Verhältnis zu den einsetzbaren Kränen gedeckelt. Es gibt bestimmte Grenzen für den maximalen Personaleinsatz pro Kran. Demnach ist für eine reibungslose Erfüllung der Leistungsaufgaben hinsichtlich Anzahl und Qualifikation des Personals zu sorgen [13, S. 151].

Vorgangsweise der Personaleinsatzplanung

In Anlehnung an die zuvor dargestellte Abb. 2.12 wird eine Schritt für Schritt Ressourcenplanung des Personal in den folgenden vier Punkten beschrieben.

1. Feststellen des Personalbedarfs:

Der Personalstand lässt sich auf folgende zwei Methoden abschätzen.

- **Erfahrungswerte:** Aus bereits vergangenen und abgeschlossenen Vergleichsprojekten lassen sich aus der Nachkalkulation Rückschlüsse auf den Personalstand schließen. Diese Möglichkeit bietet eine gute Abschätzung der optimalen Partiestärke (Arbeiterstand).
- **Überschlagsrechnung:** Grundlage der Berechnung zum Personalstand bietet der Kostenrahmen für Bauwerkskosten aus der *ÖNORM B 1801-1:2015 12 01: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objekterrichtung* [42]. Voraussetzung hierfür sind die Berechnung der Lohnkosten der Kostenbereiche 2 bis 4 [42, S. 11]. Zusätzlich wird für die Berechnung der Mittellohnpreis (MLP), die wöchentliche Arbeitszeit (WAZ) und die gesamte Baudauer benötigt. Anzumerken ist, dass der Lohnanteil der Baumeisterarbeiten bei einem Hochbauprojekt ca. 50–55 % ausmacht. Somit trägt der Lohnanteil einen erheblichen Anteil des Gesamtpreises bei und stellt eine große Variable der Ressourcenplanung dar [13, S. 155]. Folgendes Beispiel veranschaulicht die Berechnung des Arbeiterstandes [13, S. 155]:

Tab. 2.1: Angabewerte für die Berechnung der Arbeiteranzahl
(Alle Werte sind Annahmen)

Baumeisterarbeiten	3 Mio. €
Bauzeit	10 Monate
WAZ	39 h
MLP	33 €/h
Lohnanteil vom Gesamtpreis	55%

Es wird mithilfe des Betrags der Baumeisterarbeiten und dem Lohnanteil die durchschnittliche Arbeiteranzahl der Baustelle berechnet. Um die Formel 2.1 verwenden zu können, müssen zuvor die gesamten Personalkosten und Arbeitsstunden berechnet werden. Die einzusetzenden Werte sind angegeben.

$$\varnothing \text{ Arbeiteranzahl} = \frac{\text{Gesamte Personalkosten [€]}}{\text{Gesamte Arbeitsstunden} * \text{MLP [€/h]}} \quad (2.1)$$

$$\text{Gesamte Personalkosten [€]} = \text{Lohnanteil [\%]} * \text{Gesamtpreis [€]} \quad (2.2)$$

$$\text{Gesamte Arbeitstunden [h]} = \text{WAZ [h/Wo]} * 4,33 [\text{Wo/Mo}] * \text{Bauzeit [Mo]} \quad (2.3)$$

Berechnung der durchschnittlichen Arbeiteranzahl

Durch Einsetzen in die Formeln 2.2 und 2.3 wird die durchschnittliche Arbeiteranzahl (Formel 2.1) ermittelt.

$$\text{Gesamte Personalkosten [€]} = 55 [\%] * 3 \text{ Mio. [€]} = 1\,650\,000 \text{ €}$$

$$\text{Gesamte Arbeitstunden [h]} = 39 [h/Wo] * 4, 33 [Wo/Mo] * 10 [Mo] = 1688,7 \text{ h}$$

$$\varnothing \text{ Arbeiteranzahl} = \frac{1\,650\,000 \text{ €}}{1688,7 \text{ h} * 33 \text{ €/h}} = 29,61 \approx 30 \text{ Arbeiter}$$

Die Berechnung zeigt, dass sich für Baumeisterarbeiten mit betragsmäßigen 3 Mio. € und einen Mittellohnpreis der Arbeitspartie von 33€/h eine durchschnittliche Arbeiteranzahl von 30 Arbeitern ergibt. Zu bedenken ist, dass dies die durchschnittliche Anzahl ist, d. h., dass zu Spitzenzeiten mehr als 30 Arbeitnehmer auf der Baustelle arbeiten werden. Zugleich ist zu erwähnen, dass genauso Gegenteiliges eintreten kann. Erfahrungsgemäß befinden sich laut Duschel et al. [13] die Bedarfsspitzen ca. 10–15 % über den durchschnittlichen Bedarf. In dem oben angeführten Beispiel würden ein Personalstand von 33 bis 35 Arbeiter die Bedarfsspitzen ausgleichen.

2. Ermittlung der zeitlichen Verteilung und der Bedarfsspitzen:

Wie schon in der Abb. 2.13 (Seite 38) erkennbar ist, lässt sich der Personalstand in einem Terminplan übersichtlich darstellen. Die Definition von Arbeitspaketen und Meilensteinen hilft, unter Berücksichtigung der Randbedingungen, das Personal optimal einzusetzen [13, S. 156].

3. Ermittlung der Verfügbarkeit:

Die Zeit, welche das Personal dem Arbeitgeber zur Verfügung steht, beträgt laut WKO [63] im Jahr 2020 195,89 Arbeitstage. Diese Soll-Arbeitszeit entspricht dem Durchschnitt bzw. ist aus Statistiken übernommen und kann von Unternehmen zu Unternehmen schwanken. Um auf die Nettoarbeitsstunden des Arbeitnehmers zu kommen, müssen zuerst alle Zeiten, an denen der Arbeitnehmer keine produktive Arbeit leisten kann, ermittelt werden [13, S. 157]. Diese sind beispielsweise Samstage und Sonntage, bezahlte Urlaubstage und Feiertage, Arbeitsausfall wegen Krankheit, Schlechtwetterausfallzeit etc. [63].

4. Maßnahmen zur Abdeckung von Bedarfsspitzen:

Um Personalbedarfsspitzen abzudecken, gibt es folgende Möglichkeiten [13, S. 158]:

- Personaleinsatz optimieren:
Zur Reduktion der Bedarfsspitzen gilt es zuerst das eigene Personal optimal einzusetzen. Dabei empfiehlt es sich, Arbeitspakete zu definieren und diese mit ausreichend Pufferzeiten² zu versehen. Durch Pufferzeiten ist es möglich, die Ist-Arbeitszeit an die geplante Arbeitszeit für das Arbeitspaket anzupassen. Jedoch erfordert das Optimieren von Personal ein hohes Maß an Weitsicht, komplexen Überlegungen und stellt eine interdisziplinäre Aufgabe dar [13, S. 159].
- Überstunden:
Durch Überstunden³ lassen sich nur minimale Bedarfsspitzen abdecken. Zugleich bleibt die Anzahl des Personals unverändert. Jedoch muss die Anordnung von Überstunden zwischen Arbeitnehmern und Arbeitgeber einvernehmlich abgeklärt sein [13, S. 159].

²Als Pufferzeit definieren Jodl und Oberndorfer [29] den Zeit- oder Ressourcenvorrat, der über den geplanten Vorgang hinaus verbraucht werden kann. Es kommt zu einer Verlängerung der Zeitspanne des Vorgangs.

³Überstunden sind Stunden, welche die tägliche Normalarbeitszeit überschreiten, sie können nicht unbegrenzt vom Arbeitgeber angeordnet werden. Im "Kollektivvertrag für das Baugewerbe und die Bauindustrie" sind Grenzen, Arbeitszeitmodelle, Ausnahmen etc. definiert [13, S. 169].

- Personalleasing:
Eine sehr gängige Art, Personalspitzen abzubauen, stellt das Personalleasing dar. Die zusätzlich angeschafften Arbeitskräfte können kurzfristig angeworben werden und verhelfen den Wettbewerbsanforderungen standhaft zu bleiben [13, S. 161].

Aufwandswert

Um ein Bauprodukt herstellen zu können, müssen verschiedene Produktionsfaktoren kombiniert werden. Wenn von Aufwandswert (AW) gesprochen wird, so stellt die menschliche Arbeitskraft den Produktionsfaktor. Anders bei der maschinellen Arbeit, in diesem Fall ist die Maschine oder das Baugerät der Produktionsfaktor und somit handelt es sich um den Leistungswert (LW). Eine Verbindung zwischen AW und LW lässt sich durch den Kehrwert herstellen. Der Reziprokwert des Aufwandswertes ist der Leistungswert und umgekehrt [33, S. 201].

Der Aufwandswert (Formel 2.4) beschreibt den Zeitaufwand einer Tätigkeit (schalen, betonieren, mauern ect.) um eine Leistungseinheit (Menge) herzustellen [13, S. 184].

$$\text{Aufwandswert} = \frac{\text{Zeiteinheit [h]}}{\text{Menge [je Einheit]}} = \dots [\text{h/Einheit}] \quad (2.4)$$

Der Aufwandswert dient der Erfassung der Lohnkosten. Diese werden durch Multiplikation des Aufwandswertes mit der Menge und mit dem Mittelohnpreis MLP bzw. Mittelohnkosten MLK berechnet [13, S. 184].

$$\text{Lohnstunde} = \text{Aufwandswert (AW)} * \text{Menge} \quad (2.5)$$

$$\text{Lohnkosten} = \text{Aufwandswert (AW)} * \text{Menge} * \text{MLK} \quad (2.6)$$

Ein besonderes Augenmerk sollte bei Aufwandswerten auf die in der Praxis häufig auftretenden Randstunden gelegt werden. Dazu zählen Rüst-, Umsetz- und Erholungspausen sowie Arbeitsunterbrechungen. Diese können bis zu 25 % des AW ausmachen [13, S. 187].

Leistungswert

Der Leistungswert dient zur Beschreibung von maschinenintensiven bzw. geräteintensiven Arbeiten [13, S. 187]. Er beschreibt das Verhältnis von Leistungsmenge und Zeitstunde (Formel 2.7).

$$\text{Leistungswert} = \frac{\text{Menge [je Einheit]}}{\text{Zeiteinheit [h]}} = \dots [\text{Einheit/h}] \quad (2.7)$$

Sowie bei den Aufwandswerten können die Leistungswerte aufgrund verschiedener Randzeiten wie beispielsweise Witterung, Bodenverhältnisse, Losgröße, Baustellenlage etc. schwanken.

Die Aufwands- und Leistungswerte, welche in der Kalkulation verwendet werden, sind in unterschiedlichen Quellen zu finden. Im Folgenden sind einige aufgezählt [33, S. 203], [13, S. 184]:

- persönliche Erfahrungen
- systematische Überlegungen des Kalkulanten
- unternehmenseigene Datenaufzeichnungen

- Werte aus der Nachkalkulation vergangener Projekte
- Arbeitszeitstudien
- Standardkalkulation und Literatur

2.4.2 Material und Baustoffe

Zur Ressourcenplanung von Material bzw. Baustoffen zählt unter anderem das Material (Beton, Ziegel etc.), welches schlussendlich Bestandteil des Objektes wird und das Material, welches zur Herstellung von Objektteilen (Schalungselemente, Gerüste) benötigt wird [13, S. 190].

Das Material, das im Gebäude verbleibt, wird im Leistungsverzeichnis (LV) beschrieben. In der Arbeitsvorbereitung wird ausgehend vom LV der zeitliche Anfall des Materials berechnet. Ausgehend von diesen Berechnungen werden die Geräte und Lagerflächen bestimmt. Im Kapitel der Ressourcenplanung werden Einsatzpläne für Materialien behandelt, die nur für die Herstellung der Bauteile benötigt werden [13, S. 190].

Schalungseinsatzplanung: Die Schalung gibt dem fertigen Erzeugnis seine „Form“. Für die Formgebung von lotrechten Bauteilen (Wände, Stützen) werden Schalungsplatten, Schalungsträger, Stahlriegel oder Metallrahmen herangezogen [13, S. 191]. Waagrechte Bauteile werden mit Schalungsplatten und einer Unterstellung aus Stützen errichtet. Beim Aufstellen einer Schalung muss darauf geachtet werden, dass die einzelnen Schalelemente absolut dicht aneinander liegen und exakt nach Maß zugeschnitten werden. Des Weiteren muss die Schalung das eingebrachte Betongewicht stemmen können [13, S. 192]. Die Schalelemente können aus Holz, Stahl und Kunststoff bestehen. Um das Klebenbleiben des Betons an der Schalung zu verhindern, wird ein Trennmittel auf die Oberflächen der Schalung, vor eingießen des Betons, gestrichen [13, S. 193].

Für den Einsatz von Schalungselementen kommen folgende 3 Stufen zur Anwendung, diese sind grafisch in der Abb. 2.14 dargestellt [13, S. 227]:

- In **Stufe 1** werden Informationen für das Bauteil ausgewertet (Termine, Qualität, Geometrie, Umweltbedingungen usw.).
- In **Stufe 2** muss das System, welches zum Einsatz kommt, ausgewählt werden. Der Systemlieferanten wird im Zuge dessen mit eingebunden.
- In **Stufe 3** erfolgt die Erstellung des detaillierten Einsatzplans. Dabei wird auf die Optimierung der Arbeitsschritte und die Reduktion der auf der Baustelle befindlichen Schalungselemente großen Wert gelegt. Ergebnis der drei Stufen sind Materialstücklisten und das arbeits- und sicherheitstechnische Zubehör.

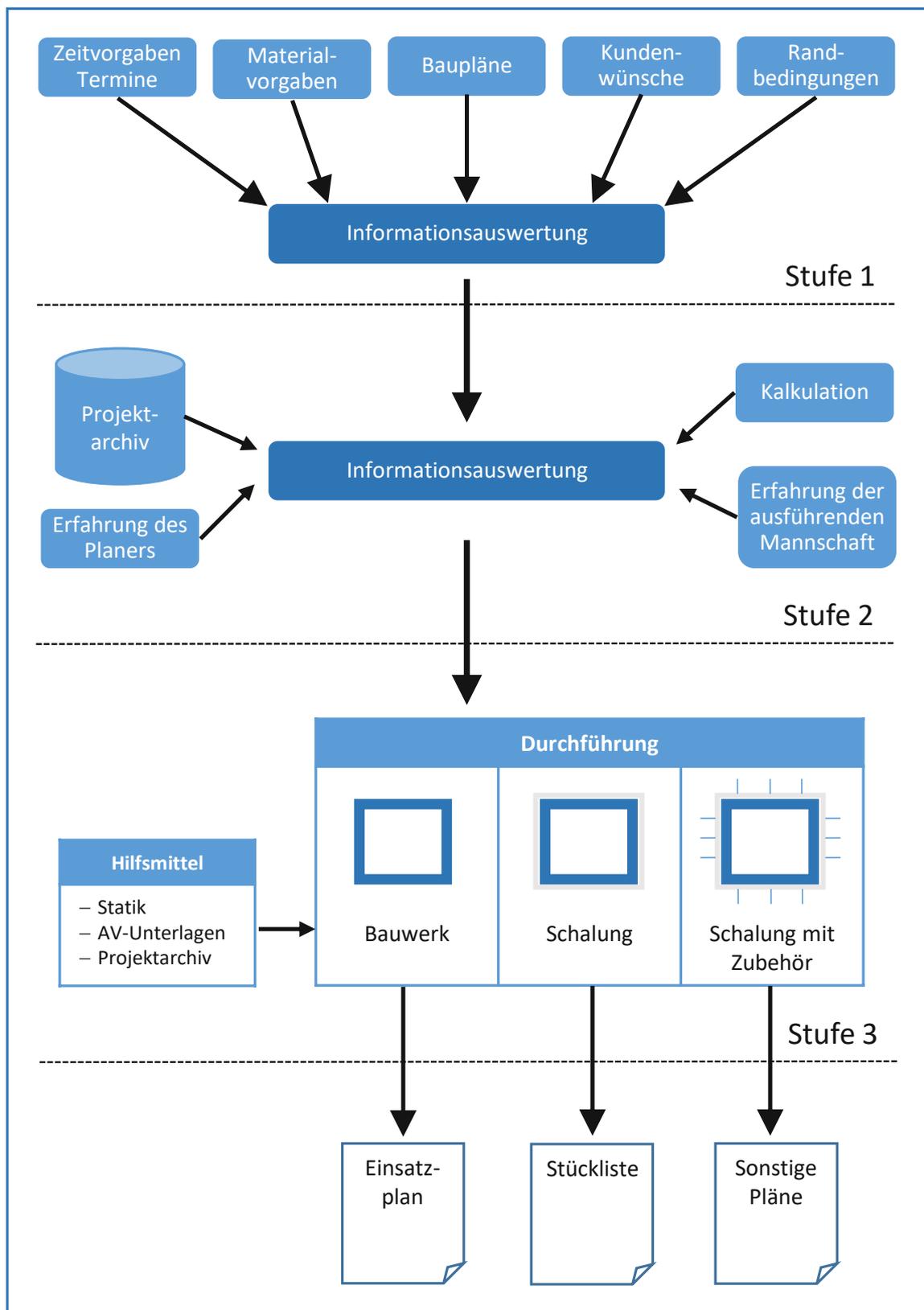


Abb. 2.14: Planungsprozess für den Schalungseinsatz (adaptiert nach [13, S. 228])

2.4.3 Gerätschaften

Durch den vermehrten Einsatz von Geräten im Bauwesen wird die Produktivität enorm gesteigert. In der Bauplanung und Arbeitsvorbereitung wird darauf geachtet, mithilfe von Geräten eine optimale Ausführung in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht anzustreben. Vorteile, die durch die Verwendung von Geräten entstehen, sind im Folgenden beschrieben [13, S. 256]:

- „Höhere Produktivität der einzelnen Prozessteilnehmer
- Kürzere Bauzeiten
- Fortschreitende Standardisierung von Prozessen
- Höhere Verrichtungspräzision
- Sachgerechter Produktionsmitteleinsatz
- Zusammenfassung von Einzelvorgängen in Maschinensystemen“

In der *ÖNORM B 2061: 2020 05 01: Preisermittlung für Bauleistungen* [43] werden verschiedene Begriffe von Geräten, wie Baugeräte, Kleingeräte, Vorhaltegeräte usw. beschrieben. Für ein besseres Verständnis wird im Folgenden auf wichtige Gerätearten eingegangen.

Baugerät: Die *ÖNORM B 2061: 2020 05 01: Preisermittlung für Bauleistungen* [43] definiert Baugeräte folgendermaßen: „*Technisches Hilfsmittel, das zur Ausführung von Bauleistungen aller Art oder zur Gewinnung und Aufbereitung von Baumaterialien verwendet wird*“ [43, S. 5]. Dazu zählen Baugeräte wie z. B. Bagger, LKW, Kräne, Gerüste, Container, Schalung, Rüstung usw [43, S. 5].

Kleingerät: Sie werden als Geräte mit einem geringen Anschaffungswert bezeichnet. Diese können beispielsweise handgeführte Maschinen, Kleingerüste, Werkzeuge sowie die dazugehörigen Bestandteile sein [43, S. 6]. Dabei ist anzumerken, dass diese sowie Kleingerüste nicht zu den Baugeräten laut *ÖNORM B 2061: 2020 05 01: Preisermittlung für Bauleistungen* [43, S. 6] zählen. Üblich ist es, dass Kleingeräte als Zuschläge über den Mittellohnpreis in die Personalgemeinkosten hinzugerechnet werden [43, S. 10]. Jedoch ist unternehmensintern festzulegen, nach welchen Kriterien die Geräte abgegrenzt werden. In Unternehmen können sowohl teurere Geräte bis zu einem Anschaffungswert von 2.500€ als Kleingeräte definiert werden [33, S. 179].

Leistungsgerät: Als ein Leistungsgerät wird ein Baugerät definiert, dessen Kosten zur Gänze einer bestimmten Leistungsposition zugerechnet werden kann [43, S. 5]. Beispiel hierfür ist ein Bagger.

Vorhaltegerät: Ein Vorhaltegerät ist hingegen ein Baugerät, das keiner bestimmten Leistungsposition zugeordnet werden kann, da dieses Gerät dem allgemeinen Betrieb der Baustelle dient. Ein Beispiel hierfür wäre der Kran. Dieser wird für verschiedene Tätigkeiten auf der Baustelle verwendet [43, S. 5].

Die Baugeräteliste (BGL)

In der BGL sind verschiedene Baumaschinenarten und Baugeräte für die Bauausführung aufgezählt. Sie enthält keine Baustellenausstattung wie Werkzeuge. Die Geräte sind alle ohne Typenbezeichnungen von den verschiedenen namhaften Herstellerfirmen aufgelistet. Die Listen bieten technische und wirtschaftliche Durchschnittswerte für Baugeräte. Die aktuellste Ausgabe

der BGL ist aus dem Jahr 2020 [3]. Die vorherige Ausgabe, welche aus dem Jahr 2015 stammt, wurde als Österreichische Baugeräteliste (ÖBGL) bezeichnet. Die Bezeichnung hat sich mit der Neuveröffentlichung im Jahr 2020 zur BGL geändert. Der Inhalt ist dementsprechend gleich, es haben sich nur die Listenwerten der Geräte erneuert. Daher ist es leicht möglich, in älteren Literaturen, Berechnungsbeispielen ect. den Begriff ÖBGL noch zu finden.

Die BGL dient [3]:

- der innerbetrieblichen Verrechnung der Kosten für die Geräte bzw. zwischenbetrieblichen Verrechnung der Kosten für die Geräte bei Baustelle oder zwischen Arbeitsgemeinschaften und Partnerfirmen.
- der Disposition von Geräten.
- der Beurteilung der Geräte- und Maschinenkosten speziell beim Vergleich der Wirtschaftlichkeit.
- der Beurteilung von Geräteeinsätzen in der Arbeitsvorbereitung (AV).
- der Bilanzierung, Investitionsplanung und der steuerlichen Bewertung von Baugeräten.
- dem Sachverständigen für die Erstellung eines Gutachtens bei Versicherungsfällen und gerichtlichen Entscheidungen [3].

Die BGL ist in 21 Gerätehauptgruppen (A – Y) gegliedert. Der Geräteschlüssel beginnt jeweils mit einem Buchstaben. Im Folgenden ist die Zusammensetzung des Geräteschlüssels eines Krans aus der BGL dargestellt [3].

Tab. 2.2: Gliederung des Geräteschlüssels [3]

C	Gerätehauptgruppe	Hebezeuge
C.0	Gerätegruppe	Turmdrehkrane
C.0.1	Geräteuntergruppe	Turmdrehkrane, obendrehend, stationär oder fahrbar
C.0.10	Geräteart	Turmdrehkran mit Laufkatzausleger
C.0.10.0050	Gerätegröße	Turmdrehkran mit Laufkatzausleger und 50 tm Nennlastmoment

Zu einigen Geräten gibt es Zusatzausrüstungen oder ein Zusatzgeräte. Die Zusatzausrüstung wird durch das anhängen zweier Buchstaben beim Geräteschlüssel gekennzeichnet (z. B. C.0.10.0080-AA Turmdrehkran mit Laufkatzausleger, 80 tm Nennlastmoment und Verstell- und Hubwerk mit 1,15 – 1,4-facher Motorleistung). Die Zusatzausrüstung ist fest mit dem Grundgerät verbunden und ist in der Regel nicht auswechselbar. Das Zusatzgerät, welches nicht andauernd mit dem Hauptgerät verbunden ist, wird mit zwei zusätzlichen Ziffern am Ende des Geräteschlüssels beschrieben (z. B. C.0.10.0080-01 Funkfernsteuerung) [3].

Die Abb. 2.15 zeigt eine Liste von Turmdrehkränen mit Laufkatzausleger aus der BGL 2020. Dabei sind verschiedene Modelle von Turmdrehkrane aufgezählt. Diese unterscheiden sich hinsichtlich dem Nennlastmoment und der dazugehörigen Hubwerksleistung. Weiters sind der mittlere Neuwert, monatliche Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag sowie die monatlichen Reparaturkosten angegeben.

C.0.10 Turmdrehkran mit Laufkatzausleger
TURMKRAN LAUFKATZ

Beschreibung:

Maschinenrahmen, Drehkranz, Turmspitze, alle maschinentechnischen Einrichtungen wie Hub-, Dreh- und Katzfahrwerk mit FU- Antrieb und allen vorgeschriebenen Sicherheitseinrichtungen, SPS- bzw. BUS- Steuerung. Elektronische Traglaststeigerung durch Verminderung der Geschwindigkeiten. Elektronisches Anzeigedisplay, Kabine mit Heizung und Lüftung.

Mit: Seilrüstung, Gegengewichtsausleger, Winden, Lasthaken und notwendigem Gegengewichtsballast

Ohne: Ausleger, Turmstücke, Kletterrahmen, Führungsrahmen, Fahrwerk, Stromzuführung, Abspannvorrichtungen, Funkfernsteuerung und Zentralballast

Kenngröße(n): Nennlastmoment (tm) ohne erhöhte Traglastkurve

Nr.	Nennlastmoment	Hubwerksleistung normal	Gewicht ohne Ballast	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	tm	kW	kg	Euro	Euro	Euro
C.0.10.0050	50	16	13500	127500,00	2680,00	1400,00
C.0.10.0063	63	22	15000	184000,00	3870,00	2030,00
C.0.10.0080	80	24	16500	193000,00	4050,00	2120,00
C.0.10.0100	100	30	20000	218000,00	4580,00	2400,00
C.0.10.0112	112	30	22500	259000,00	5450,00	2850,00
C.0.10.0140	140	45	25000	293000,00	6150,00	3230,00
C.0.10.0180	180	45	29500	392500,00	8250,00	4320,00
C.0.10.0224	224	45	32000	434000,00	9100,00	4780,00
C.0.10.0250	250	45	34000	470500,00	9900,00	5150,00
C.0.10.0315	315	65	45500	543000,00	11400,00	6000,00
C.0.10.0400	400	65	56500	691500,00	14500,00	7600,00
C.0.10.0500	500	65	61000	698000,00	14700,00	7700,00
C.0.10.0560	560	110	65000	766500,00	16100,00	8450,00
C.0.10.0630	630	110	69000	803000,00	16900,00	8850,00
C.0.10.1000	100	110	90000	1052000,00	22100,00	11600,00
C.0.10.1250	125	110	93000	1290000,00	27100,00	14200,00

Abb. 2.15: Auszug aus der BGL 2020 eines Turmdrehkrans mit Laufkatzausleger (C.0.10) [17]

Die Abb. 2.16 zeigt Werte, die für die Berechnung des monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbetrags sowie Reparaturkosten anzusetzen sind. Ein Beispiel, wo diese Werte Verwendung finden, wird im Punkt „kalkulatorische Verzinsung“ auf Seite 48 gezeigt.

Nr.	Nutzungsjahre	Vorhaltemonate	Monatlicher Satz für Abschreibung und Verzinsung	Monatliche Satz für Reparaturkosten
C.0.10-C.0.12	8	60	2,1%	1,1%

Abb. 2.16: Auszug aus der BGL 2020 für Turmdrehkrane mit Laufkatzausleger (C.0.10–C.0.12) [17]

Gerätekostenermittlung

Unternehmensintern werden die eigenen Geräte über monatliche Verrechnungssätze den verschiedenen Projekten verrechnet. Bei Anmietung von Geräten von Subunternehmen werden die Geräte über monatliche Mietsätze abgerechnet. Wenn bei Subunternehmer noch zusätzlich ein Gerätefahrer oder das Bedienpersonal erforderlich ist, werden diese Kosten über die Stundensätze beglichen [13, S. 258]. Folgende Auflistung verschafft einen Überblick, welche Kosten für den Einsatz von Geräten auf Baustellen entstehen [13, S. 258]:

- Beistellkosten
 - An- und Abtransport des Geräts bzw. der Maschine
 - Montage des Geräts (Inbetriebsetzung)
 - zeitgebundene Kosten (Vorhaltekosten)
 - Materialkosten für Wartung und Reparatur
- Betriebsstoffkosten (Diesel und Öl)
- Personalkosten für Instandhaltung und Betrieb
- Sonstige Kosten
 - Versicherungen
 - Kosten für den Standortwechsel auf der Baustelle selbst

Die Vorhalte- und Betriebskosten werden unter anderem in Fixkosten und variable Kosten geteilt. Zu den Fixkosten zählen der Anschaffungspreis, Transportkosten, Wiederverkaufswert, Abschreibungszeitraum und aktuelle Zinssätze. Die Kosten für das Bedienpersonal des Geräts, die Kraftstoffkosten, die Wartungskosten sowie die Reparaturkosten werden den variablen Kosten angerechnet [13, S. 259].

Für die Gerätekosten bildet der Neuwert des Gerätes, der voraussichtliche Abschreibungszeitraum, die kalkulatorische Verzinsung sowie die Instandhaltungs- und Reparaturkosten den Grundstein. In der BGL befinden sich diese genannten Kosten tabellarisch für etliche Geräte wie in Abb. 2.15 zu sehen ist. Wenn ein Baugerät nicht in der Baugeräteliste Liste angeführt ist, können anhand der Neuwertmethode die Kosten ermittelt werden [13, S. 259].

Die in der BGL 2020 angeführten mittleren Neuwerte sind in Zukunft auf Basis entsprechender Umrechnungsfaktoren anzupassen. Dieser Umrechnungsfaktor wird Großhandelspreisindex (GHPI) genannt. Da die BGL 2020 gerade erst erschienen ist, ist für das Jahr 2020 keine Umrechnung notwendig. Wäre das Jahr 2021, so müsste aufgrund des GHPI die mittleren Neuwerte der BGL angepasst werden. Wie der GHPI der einzelnen Jahre für die Vorgängerversion ÖBGL 2015 aussieht, ist im Folgenden geschildert.

Die angeführten mittleren Neuwerte der ÖBGL 2015 sind auf der Preisbasis des Jahres 2014 ermittelt worden. Die Anschaffungskosten von Baumaschinen sind von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Diese können steigen und sinken. Es muss daher eine Umrechnung von dem geltenden Neuwert auf den Neuwert der Preisbasis stattfinden. Hilfestellung bietet hierbei der GHPI für Baumaschinen. Dieser ist auf der Homepage der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) (Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbandes der Bauindustrie), dem österreichischen Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO) oder der Statistik Austria einzusehen [15, S. 22]. In Tab. 2.3 sind die Werte des GHPI vom Jahr 2014 bis 2020 chronologisch aufgezählt.

Es ist daher von Bedeutung, den mittlere Neuwert jährlich zu aktualisieren, sodass in der Kostenrechnung am Ende der Nutzungsjahre die Kosten für die Wiederbeschaffung verfügbar sind. Die mittleren Neuwerte der Geräte beziehen sich auf komplett ausgestattete, betriebsbereite Geräte ohne jegliche Ersatzteile und ohne vollen Kraftstofftank. Bei Geräten die eine kostenmäßig höhere Ausrüstung als die Standardausrüstung besitzen, wie beispielsweise eine andere Bereifung des Geräts, muss der Neuwert angepasst werden [13, S. 259].

Tab. 2.3: Großhandelspreisindex der ÖBGL 2015 [64]

Jahr	GHPI (Basis 2014)
2020	108,00 %
2019	105,90 %
2018	103,70 %
2017	102,30 %
2016	101,50 %
2015	100,80 %
2014	100,00 %

kalkulatorische Abschreibung: Jedes Baugerät wird in der Kostenrechnung kalkulatorisch abgeschrieben. Die *ÖNORM B 2061: 2020 05 01: Preisermittlung für Bauleistungen* [43] definiert kalkulatorische Abschreibung als eine Wertminderung des Betriebsmittels (Gerät, Maschine) aufgrund von Abnutzung oder technischer Überalterung.

Der Abschreibungsbetrag ergibt sich aus Beschaffungskosten, Wiederbeschaffungsneuwert, Nutzungsdauer und Beschäftigungsgrad. Zu den Beschaffungskosten zählen neben dem Neuwert, genauso die Kosten für den Beschaffungsvorgang wie Zölle, Transport oder Versicherung. Hauptsächlich erfolgt die Abschreibung in der Praxis linear, d. h. in jeder Zeiteinheit wird der gleiche Betrag abgeschrieben [43, S. 12]. Der monatliche Abschreibungssatz (a) (siehe Formel 2.8) ergibt sich aus der Division von 100 durch die vorgesehenen Vorhaltemonate [15, S. 23].

kalkulatorische Verzinsung: Neben der kalkulatorischen Abschreibung erfolgt genauso eine kalkulatorische Verzinsung. Dabei wird der tatsächliche Wert des Baugeräts unternehmensintern erfasst. Jodl und Oberndorfer [29] definieren die kalkulatorische Verzinsung als die rechnerische Verzinsung des in einem Gerät investierten Kapitals. In der ÖBGL erfolgt die kalkulatorische Verzinsung nach einem vorgegebenen kalkulatorischen Zinsfuß von 6,5 % p.a. Wie schon bei der kalkulatorischen Abschreibung angeführt, ist der Ausgangswert der kalkulatorischen Verzinsung der mittlere Neuwert [15, S. 23]. Man nimmt an, dass aufgrund der linearen Abschreibung das durchschnittlich verzinste Kapital 50 % des mittleren Neuwerts beträgt [17, S.19]. Somit errechnet sich die monatliche Verzinsung (z) mithilfe der Vorhaltemonate, der Nutzungsjahre und des kalkulatorischen Zinsfußes. Der monatliche Abschreibungs- und Verzinsungssatz wird durch die folgende Formel 2.8 berechnet [15, S. 24]:

$$k = a + z = \frac{100}{v} + \frac{p * n}{2 * v} \quad (2.8)$$

k monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungssatz in [%] vom mittleren Neuwert

a durchschnittliche monatliche Abschreibung in [%] vom mittleren Neuwert

z durchschnittliche monatliche Verzinsungssatz in [%] vom mittleren Neuwert

v Vorhaltemonate [Monat]

p kalkulatorischer Zinsfuß [%]; lt. BGL 2020 beträgt dieser 6,5 %

n Nutzungsjahre [Jahr]

Die Berechnung der monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbeträge errechnet sich aus dem monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungssatz in Prozent und dem mittleren Neuwert, wie in Formel 2.9 dargestellt [15, S. 24].

$$K = \frac{k * M}{100} \quad (2.9)$$

K monatliche Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag [€/Mo]

k monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungssatz in [%] vom mittleren Neuwert

M mittlerer Neuwert der BGL 2020 [€]

Im folgenden Berechnungsbeispiel wird der monatliche Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag (A&V-Betrag) berechnet. Das ausgewählte Gerät ist ein Turmdrehkran mit Laufkatzausleger (C.0.10.0063). Dieser hat einen mittleren Neuwert von 184 000 €. Die Nutzungsjahre und Vorhaltemonate sind aus der Baugeräteliste bzw. aus der Abb. 2.16 zu entnehmen. Der kalkulatorische Zinsfuß beträgt 6,5 %.

Ermittlung des monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag

$$k = a + z = \frac{100}{60} + \frac{6,5 * 8}{2 * 60} = 1,67\% + 0,43\% = 2,1\%$$

$$K = \frac{2,1 * 184\,000\,€}{100} = 3864\,€/Mo$$

Reparaturkosten: Die Reparaturkosten können in Abhängigkeit von der Art der Beanspruchung des Gerätes, der Wartung und Pflege, der Eignung des Gerätebedienpersonals und der Nutzungsdauer schwanken [33, S. 170]. Vergleichsweise sind die Kosten eines Gerätes in einer stationären Produktion geringer [13, S. 261]. Praxisgemäß nehmen die Reparaturkosten mit steigenden Einsatzstunden zu. In der BGL wird jedoch nur von einem gleichbleibenden Entgelt im Laufe der Nutzungsdauer ausgegangen. Das Reparaturentgelt je Vorhaltemonat berechnet sich, wie in der Formel 2.10 zu sehen, aus dem Prozentsatz vom mittleren Neuwert.

$$R = \frac{r * M}{100} \quad (2.10)$$

R monatliche Betrag für Reparatur [€/Mo]

r monatlicher Reparatursatz in [%] vom mittleren Neuwert

M mittlerer Neuwert der BGL 2020 [€]

Die Prozentsätze der BGL beziehen sich dabei auf langjährige Erfahrungswerte. Werden Geräte länger als die erfahrungsgemäße Nutzungsdauer verwendet, können die Reparaturkosten ins Unermessliche steigen, sodass das Gerät keinen wirtschaftlichen Nutzen mehr darstellt [13, S. 261].

Im diesem Beispiel wird, der monatliche Reparaturbetrag mithilfe der Formel 2.10 berechnet. Es knüpft an die Ermittlung des monatlichen A&V-Betrags an. Somit wird der mittlere Neuwert, wie zuvor, mit 184 000 € angenommen. Der Prozentsatz zur Bestimmung des

Reparaturbetrags ist aus der Baugeräteliste oder aus der Abb. 2.16 zu entnehmen und beträgt 1,1%/Mo.

Ermittlung des monatlichen Reparaturbetrags

$$R = \frac{1,1 * 184\,000\text{ €}}{100} = 2024\text{ €/Mo}$$

Geräteinsatzplan

Schon in der Angebotsphase ist es von Vorteil einen Geräteinsatzplan zu erstellen. Diesen Einsatzplan gilt es im Zuge der Arbeitsvorbereitung zu überarbeiten und auf die tatsächlichen Erfordernisse anzupassen. Dabei ist es das Ziel, die in der Angebotskalkulation kalkulierten Kosten für Gerätesätze und Betriebsmittelkosten in der Arbeitskalkulation zu unterschreiten, um sich einen wirtschaftlichen Vorteil zu schaffen. Zusätzlich ist während der Geräteplanung zu überprüfen, ob für das Bauprojekt die erforderlichen Eigengeräte zur Verfügbarkeit stehen. Wenn dies nicht so ist, müssen Mietgeräte angeschafft werden [13, S. 257].

Der Geräteinsatzplan wird mithilfe des Bauzeitplans erstellt. Dieser verschafft einen Überblick der in Anspruch genommenen Geräte. Dabei sollten folgende Daten in Anlehnung an die BGL für jedes Gerät angeführt werden [13, S. 298]:

- Geräteart und -typ
- Geräteanzahl
- Einsatzzeitraum
- Kennwerte
- Kosten

Die Abb. 2.17 zeigt einen Geräteinsatzplan. Dieser wird in Baumonate gegliedert. In den Zeilen sind die verwendeten Geräte aufgelistet. Wenn ein Gerät in einem Baumonate zur Anwendung kommt, so wird eine Eins eingetragen. Werden mehrere Geräte gleicher Art verwendet, so wird die Anzahl der Geräte eingetragen. Am Ende der Liste werden die Baumonate der Geräte addiert und mit den jeweiligen Kosten pro Monat des Geräts multipliziert. Dies ergibt die Gesamtkosten der Geräteart und in Folge die Gesamtkosten der verwendeten Großgeräte.

Baumonate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Summe Baumonate	Kosten des Geräts pro Monat inkl. Bedienung	Gesamtkosten Gerät
Geräteinsatz																
Bagger	1	1	1	1										4	15.300,00 €	61.200,00 €
Radlader	1	1	1	1	1									5	11.900,00 €	59.500,00 €
LKW 4-Achs	5	5	5	3										18	11.900,00 €	214.200,00 €
LKW mit Kran	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	12.750,00 €	165.750,00 €
Kran 1				1	1	1								3	16.500,00 €	49.500,00 €
Kran 2				1	1	1	1	1	1	1				8	16.500,00 €	132.000,00 €
Gesamtkosten Großgeräte																682.150,00 €

Abb. 2.17: Darstellung eines Geräteinsatzplans (adaptiert nach [13, S. 298])

2.4.4 Fremdleistung

In der Bauindustrie bzw. im Baugewerbe zeigen sich hinsichtlich der Einsatzform der Bauunternehmen zwei Richtungen. Die einen Unternehmen spezialisieren sich in Richtung einer bestimmten Kernkompetenz, hingegen entwickeln sich andere Unternehmen in Richtung von Baumanagementfirmen. Zu den Kompetenzen der Baumanagementfirmen zählen hauptsächlich Totalunternehmer oder Generalunternehmer.

Jodl und Oberndorfer [29] definieren Fremdleistungen als Leistungen, die zur Herstellung des Bauobjektes notwendig sind, aber nicht vom ausführenden Unternehmen selbst erstellt werden. Für den Einsatz von Fremdleistungen gibt es unterschiedliche Gründe. Das Unternehmen hat beispielsweise nicht das nötige Know-how für Spezialarbeiten bzw. Spezialgeräte, dem Unternehmen fehlen bestimmte Konzessionen oder aufgrund von Kapazitäts- oder Preisgründen [29, S. 102].



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.

Kapitel 3

Arbeitsvorbereitung bei einem Einfamilienhaus in Ort betonbauweise

Gegenstand dieses Kapitels ist die Arbeitsvorbereitung im Hochbau am Beispiel eines Einfamilienhauses, welches in Abb. 3.1 dargestellt ist. Mithilfe von originalgetreuen Plänen aus der österreichischen Bauwirtschaft, welche im Rahmen der Diplomarbeit erhoben worden sind, können sämtliche Prozesse der Arbeitsvorbereitung aus Sicht eines ausführenden Unternehmens dargestellt werden. Im Einzelnen werden für das betreffende Projekt die Mengen ermittelt, die Leistungen berechnet sowie Termin- und Ressourcenpläne erstellt.¹ Hierbei ist anzumerken, dass die Ausarbeitung der vorliegenden Arbeit lediglich spezifische Bauteile behandelt. Diese kalkulierten Leistungen werden so dargestellt, wie sie in der Lehre vermittelt werden sollen. Auf Ausführungsseite sind mehr Leistungen als angeführt zu kalkulieren. Es wird somit nur Augenmerk auf die in der Lehre behandelten Bauteile gelegt wie beispielsweise Erdarbeiten, Betonarbeiten, Schalungsarbeiten, Mauerwerksarbeiten und Zimmerertätigkeiten. Detailreiche Tätigkeiten wie Kanalarbeiten, Kaminerrichtung, Leerverrohrung für Elektroinstallationen, Gerüstarbeiten, Spenglerarbeiten etc. werden in der Kalkulation dieser Diplomarbeit nicht behandelt und sind somit von einer Kalkulation auf Ausführungsseite abzugrenzen.

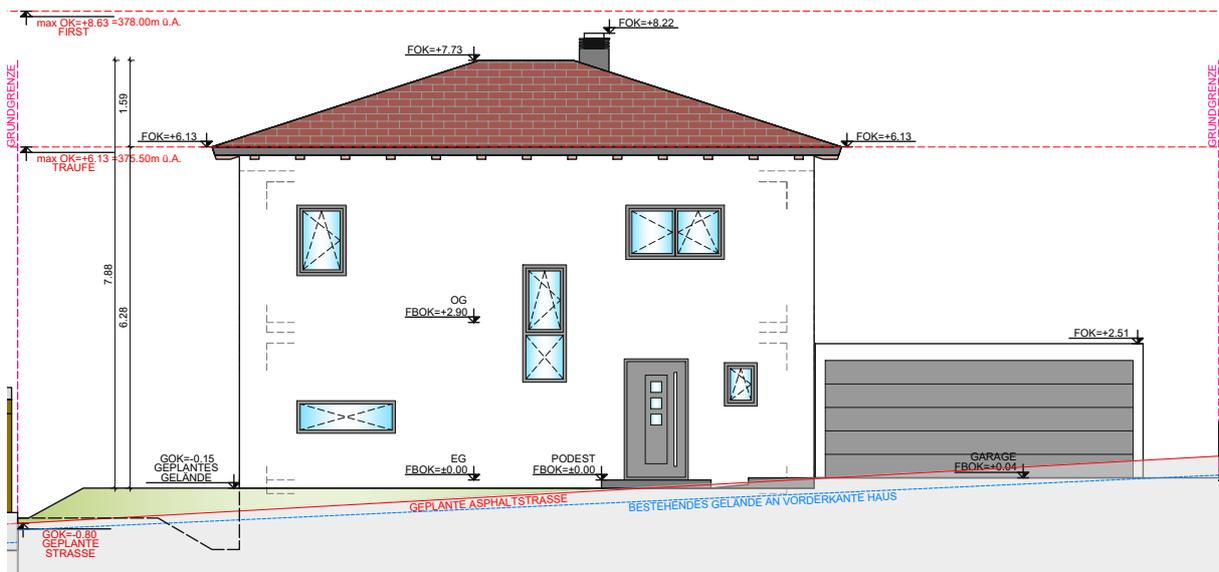


Abb. 3.1: Nordostansicht des Einfamilienhaus (EFH) [39]

¹Ausführungs- und Einreichpläne der gegenständliche Arbeit sind von *Ö-Baumanagement GmbH* [39] zur Verfügung gestellt worden.

In Abb. 3.1 ist das Einfamilienhaus (EFH) mit Garage in der Nord-Ost Ansicht dargestellt. Das Haus besitzt 3 Stockwerke – Kellergeschoss, Erdgeschoss und Obergeschoss. Neben dem Haus wird eine Garage und ein Schwimmbecken, das sich im Garten befindet, errichtet. Die Garage und das Schwimmbecken werden nicht in die Ausführungsvorbereitung einfließen, da diese bauseits errichtet werden.

Der Lageplanausschnitt in Abb. 3.2 zeigt das in grüner Farbe hinterlegte Grundstück. Innerhalb der Baufuchtlinie (blaue strichpunktierte Linie) wird das EFH mit einer Garage und einem Schwimmbecken geplant. Das bestehende Nachbargebäude ist südlich der Baufäche in grau gekennzeichnet.

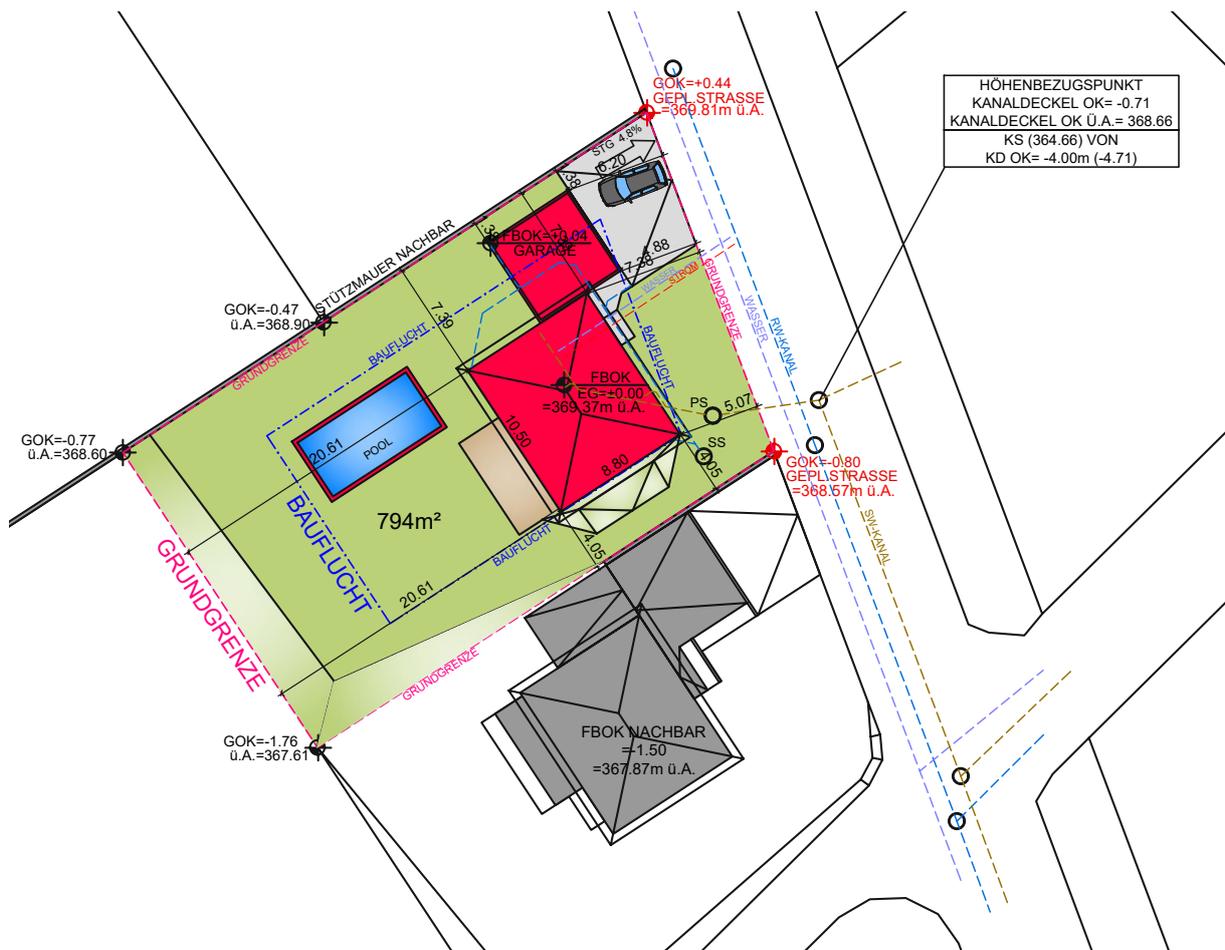


Abb. 3.2: Lageplan des Einfamilienhauses [39]

Wie aus der Schnittdarstellung in Abb. 3.3 zu entnehmen ist, bestehen die Kellergeschosswände aus Beton und die Außenwände im Erdgeschoss und Obergeschoss aus 50 cm dicken Mauerziegeln. Das Fundament wird als Plattenfundament ausgeführt, welches auf einer 10 cm dicken Sauberkeitsschicht liegt. Das Haus ist 7,88 m hoch und wird mit einem Walmdach aus Holz abgedeckt. Der Dachraum ist durch eine Stahlbetondecke zum ersten Obergeschoss abgegrenzt und nur für Wartungszwecke begehbar. Die Geschosse werden mittels Fertigteiltreppen erschlossen und sind aufgrund der unterschiedlichen Geschosshöhen nicht identisch.

Die Ausarbeitung der gegenständlichen Diplomarbeit gliedert sich im Wesentlichen analog der Bauwerkserstellung in die Unterkapitel Erdbau, Fundament, Kelleraußenwände – KG, Geschoss-

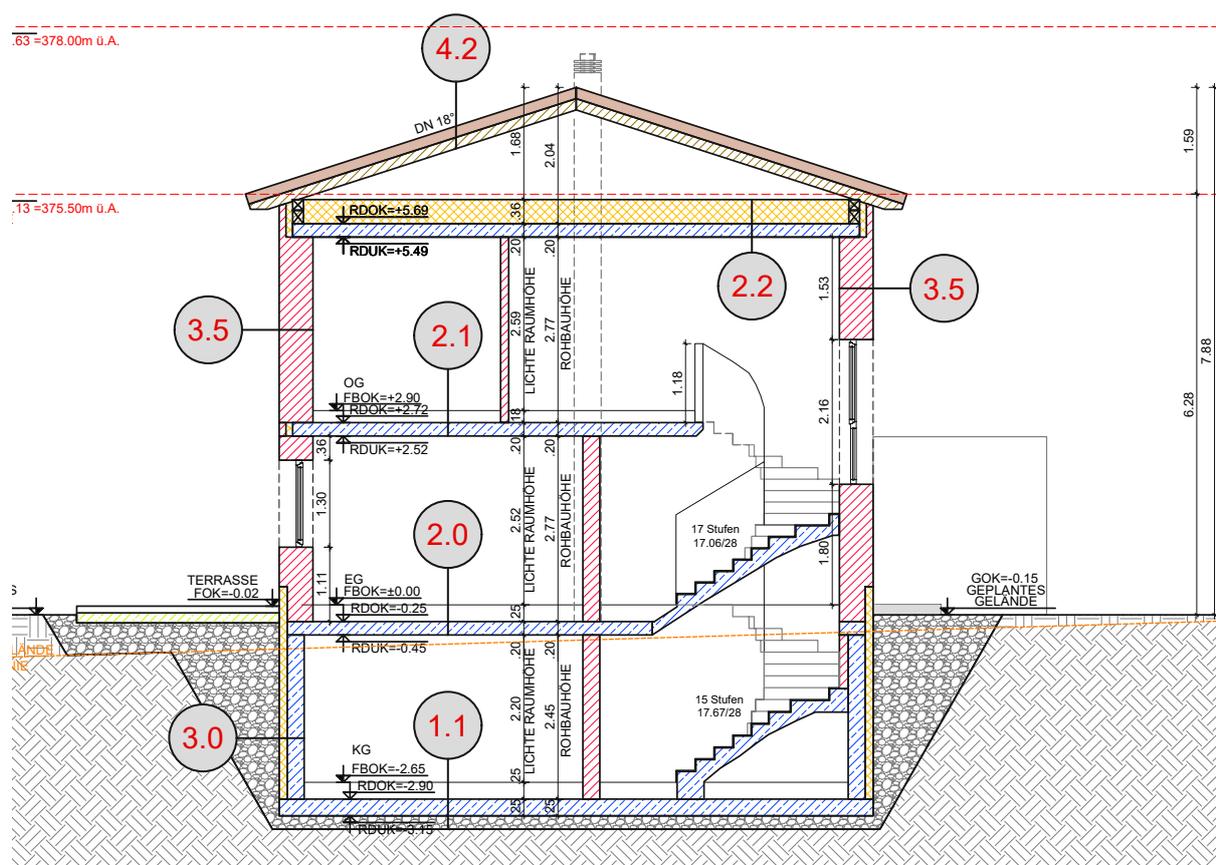


Abb. 3.3: Schnitt A-A durch das Einfamilienhaus [39]

decken, Außenwände – EG und OG, Innenwände und Walmdach. Zusätzlich dazu wird die Baustelleneinrichtung anfangs erläutert. Vom behandelten Bauteil werden, wie eingangs schon erwähnt, die Mengen ermittelt und anschließend eine Leistungsberechnung durchgeführt. Die Resultate der Berechnungen sind im Kapitel 5 in Bauzeit- und Ressourcenplänen zusammengeführt und in einer zusammenfassenden Grafik dargestellt. Zusätzlich werden Bauteile, welche durch Fertigteile ersetzbar sind, in Kapitel 4 behandelt. Für diese werden Leistungsberechnungen durchgeführt. Die Gegenüberstellung der zwei Ausführungsmethoden erfolgt in Kapitel 5.2.

Wie bei jedem Bauprojekt wird mit der Baustelleneinrichtung gestartet. Dabei werden notwendige Versorgungs- und Entsorgungsleitungen errichtet, Zufahrten zur Baustelle freigelegt und Mannschafts- und Magazincontainern am Bauplatz aufgestellt. Im Anschluss kann mit den Bauarbeiten begonnen werden. Bevor Container oder Kran auf der Baustelle abgestellt werden können, wird der Mutterboden (Humusschicht) durch einen Hydraulikbagger abgetragen. Das Humusmaterial kann dabei seitlich gelagert oder abtransportiert werden. Daraufhin folgt der Baugrubenaushub und die Herstellung der Böschung entsprechend der Bodenart. Der Erdaushub wird durch LKWs abtransportiert. Nach der Erstellung des Feinplanums und der Sauberkeitsschicht in der Baugrubensohle kann die Randschalung für das Betonfundament aufgestellt werden. Das Fundament wird bewehrt und betoniert. Nach Erhärtung und Einhaltung der Ausschallfrist kann mit dem Aufstellen der Kellerwände begonnen werden. Diese sind in Ortbeton oder mit Fertigteilen herstellbar. Infolgedessen wird die Decke, welche in Ortbetonbauweise oder Fertigteilbauweise errichtet werden kann, geschaffen. Die Abdichtung der Kelleraußenwände erfolgt durch Bitumenabdichtung, die im Flämmverfahren aufgebracht wird. Die Außenwände im Erd-

und Obergeschoss werden mit 50 cm starken Ziegelsteinen errichtet. Zum Schluss des Rohbaus wird das Dach gebaut. Das Dach kann in verschiedenen Arten, wie zum Beispiel als Flachdach, Sargdeckeldach, Sattel- oder Walmdach, ausgeführt werden. Nach Vollendung des Rohbaus folgt der Ausbau des Bauwerks. Hierbei werden Fenster eingesetzt, Elektro- und Sanitärleitungen verlegt, Wandputz angebracht, Estrich eingebracht, Sanitäreinrichtungen montiert, Türstöcke versetzt und der Fußboden verlegt.

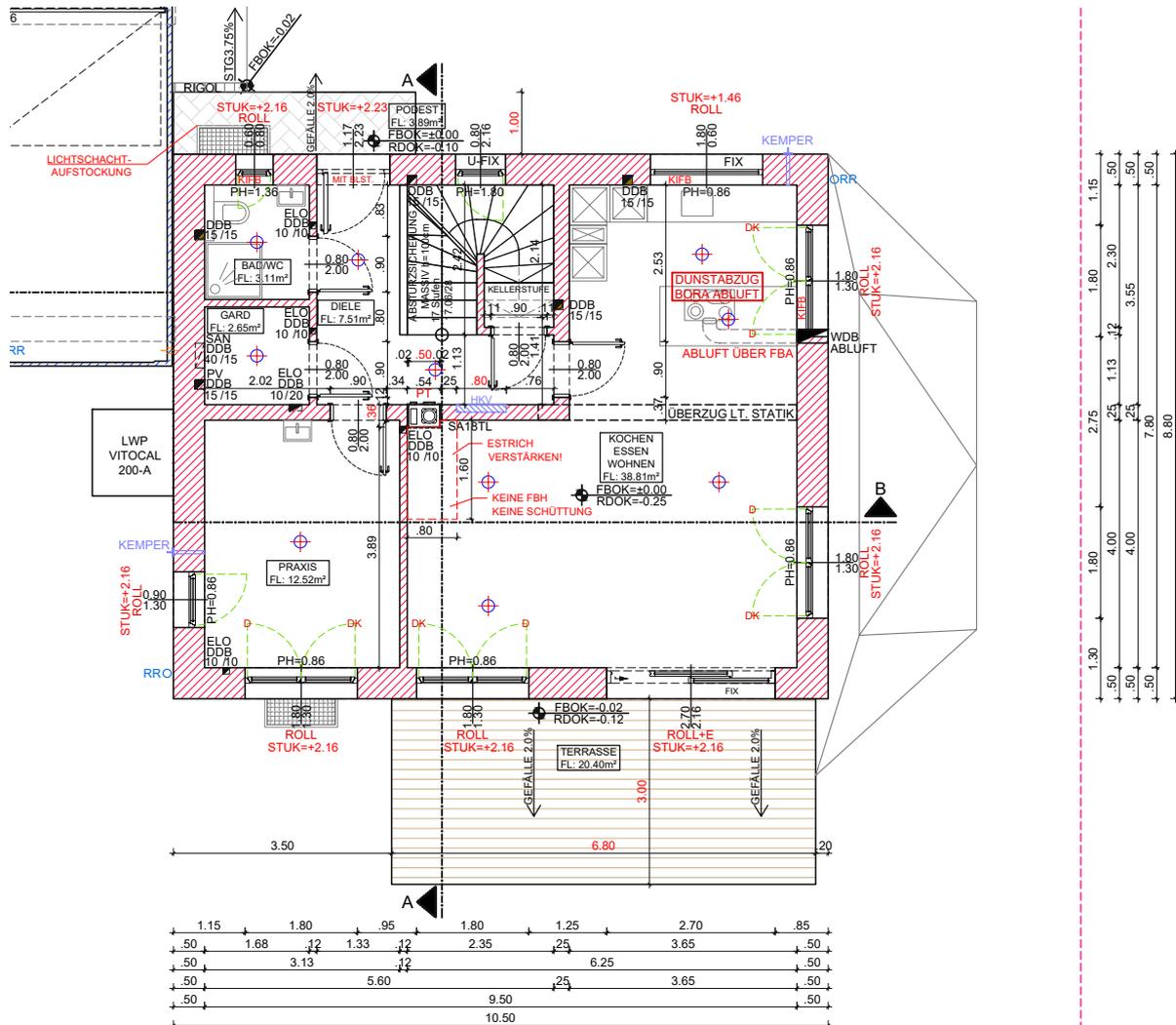


Abb. 3.4: Erdgeschoss – Ausführungsplan [39]

In Abb. 3.4 ist das Erdgeschoss mit den wesentlichen Abmessungen abgebildet. Die Außenabmessungen betragen 10,50 m und 8,80 m, die gesamte Wohnnutzfläche (Nettofläche²) ergibt 136,78 m². Im Kellergeschoss des Hauses befinden sich neben dem Haustechnikraum noch Hobbyräume und ein Vorratsraum. Die größte Fläche im Erdgeschoss nimmt das Wohnzimmer mit angrenzender, offen gestalteter Küche ein. Neben Wohn- und Esslandschaft befindet sich ein Praxisraum, welcher rund 13 m² groß ist und für jegliche Zwecke genutzt werden kann. Die ebenerdige Terrasse ist durch ein raumhohes Schiebefenster aus dem Wohnzimmer zu erreichen. Des Weiteren befindet

²Die Nettofläche stellt die Fläche dar, die sich ergibt, wenn alle Aufstandsflächen der Wände von der Gesamtfläche (Bruttofläche) des Gebäudes abgezogen werden.

sich ein Bad mit WC und ein Garderobenraum im Erdgeschoss (EG). Das Obergeschoss (in Abb. 3.31 auf Seite 123 zu sehen) bietet Platz für 3 Schlafzimmer und ein Badezimmer. Das ca. 11 m² große Badezimmer ist dabei von allen Familienmitgliedern des Hauses nutzbar. Der Dachraum wird über eine Zugtreppe erreicht und dient daher nur für Wartungszwecke. Alle weiteren Details und Abmessungen zu den anderen Geschossen des Einfamilienhauses sind in den weiteren Kapiteln oder in den Ausführungsplänen im Anhang ersichtlich.

3.1 Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung umfasst die betrieblichen Einrichtungen, die für die Erbringung der Bauleistung notwendig sind. Dazu zählen die Transporte von Gerät, Werkzeug, Container und Unterkünfte zur Baustelle. Die Errichtung der Versorgungs- und Entsorgungsleitungen sowie die Herstellung der Zufahrten der Baustelle werden ebenfalls zu den Tätigkeiten der Baustelleneinrichtung gezählt [13, S. 88].

Der Baustelleneinrichtungsplan des Einfamilienhauses ist in Abb. 3.5 dargestellt. Die Baustelle wird von der Straße, die nordöstlich des Grundstücks vorbeiläuft, erschlossen. Der Standort des Krans befindet sich dabei mehrheitlich am Grundstück und ein Teil auf öffentlichen Grund. Das Aufstellen des Krans auf öffentlichen Grund muss von der Behörde genehmigt werden. Es müssen im Zuge dessen Verkehrstafeln aufgestellt werden, welche die Baustelle kennzeichnen. Zu bedenken ist beim Thema Kranstandort, dass der Kran mindestens 2 m von der Baugrube entfernt stehen muss. Bei näherer Aufstellung besteht die Möglichkeit, dass der Boden nicht standfest genug ist, um den Kran mit angehängter Last zu halten. Zwischen Kran und Baugrube kann der Platz für die Lagerung von Kleinmaterial genutzt werden. Wie aus Abb. 3.5 zu entnehmen ist, werden Lagerflächen um die Baugrube angesiedelt. Diese sollen sich im besten Fall im Kranradius befinden um Baumaterialien, Schalung, Kleingeräte etc. in die Baugrube zu heben. Im hinteren Bereich des Grundstücks sind die Containeraufstellflächen und ein Parkplatz vorgesehen. Diese sind über eine einspurige Baustraße von der Straße erreichbar. Für die Abwicklung der Baustelle werden jeweils ein Aufenthaltscontainer, Magazincontainer und Sanitärcontainer aufgestellt. Im Sanitärcontainer befindet sich zusätzlich der Erste-Hilfe-Koffer. Die Container werden mit einem LKW angeliefert und mit dem Ladekran des LKWs an der geplanten Stelle am Grundstück abgesetzt. Das ganze Grundstück ist mittels Bauzaun eingegrenzt, welcher das Eindringen unbefugter Personen verhindert.

Dimensionierung des Krans

Für die Dimensionierung des Krans auf der Baustelle ist einerseits die maximal hebende Last und andererseits die Ausladungslänge wesentlich. Für das Einbringen des Betons wird ein praxisüblicher Silokübel (C.3.00.0750) aus der BGL ausgewählt worden. Die Größe des Kübelinhalts beträgt 750 l (= 0,75 m³). Des Weiteren wird neben dem Silokübel genauso Fertigteiltreppen, Bewehrungs- und Schalungsmaterial gehoben. Für die Ermittlung der Kranlast wird im Folgenden der mit Beton befüllte Silokübel und die Fertigteiltreppen verglichen. Die maximale Last ist für das Lastmoment des Krans maßgebend.

Die maßgebenden Kriterien für die Auswahl eines Krans sind die Traglast, die maximale Ausladung und das Lastmoment. Der mathematische Zusammenhang der Parameter ist in folgender Formel dargestellt.

$$LM = TL * AL \quad (3.1)$$

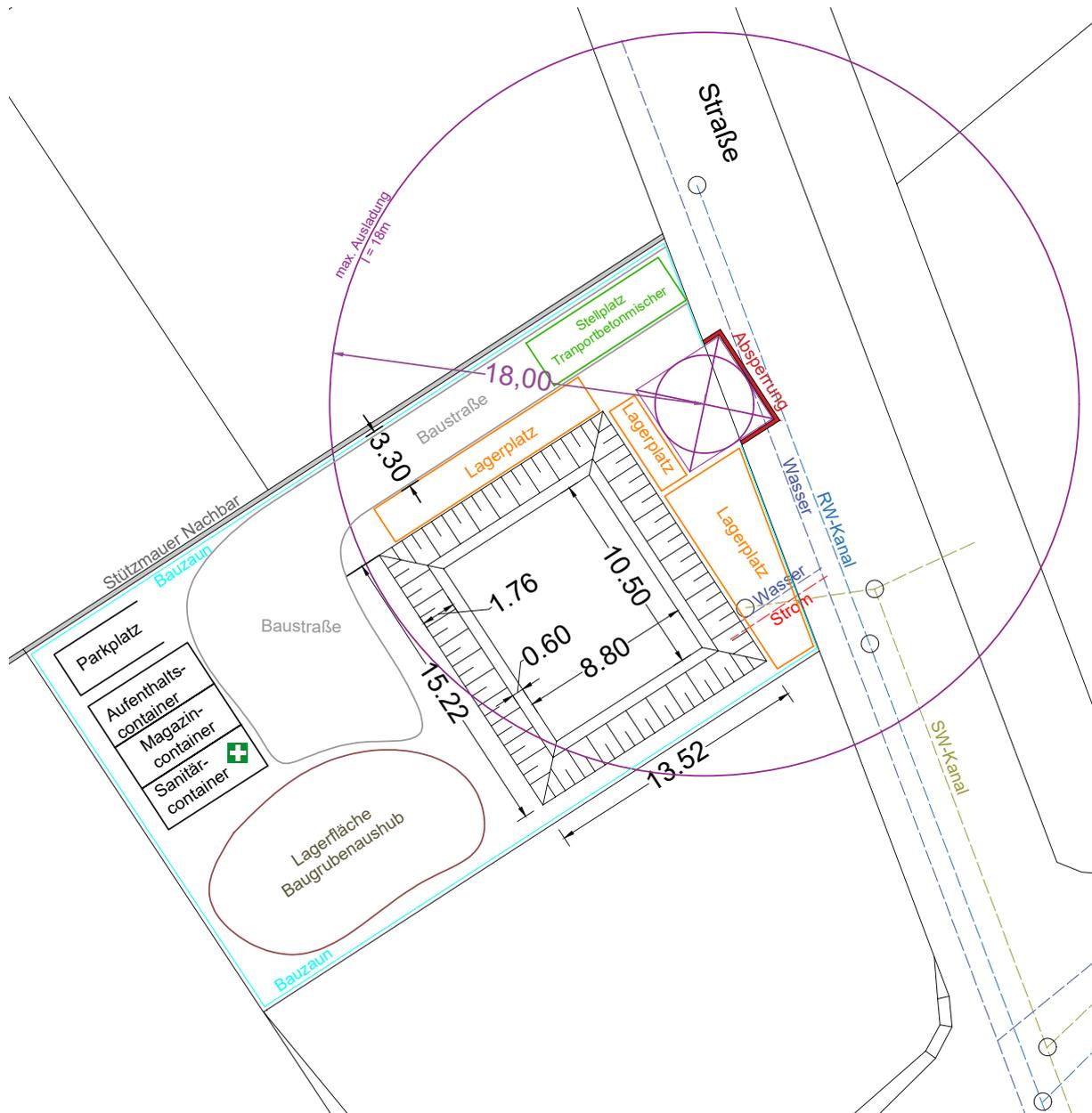


Abb. 3.5: Baustelleneinrichtungsplan [39]

LM Lastmoment [tm]

TL Traglast [t]

AL Ausladung [m]

Die Berechnung des Lastmoments des Krans mit dem Silokübel ist im Anschluss erläutert. Dabei wird das Eigengewicht des Kübels und die darin mögliche Betonmenge berechnet. Um das Lastmoment zu ermitteln, muss die maximal notwendige Ausladung mithilfe des BE-Plans ermittelt werden. Diese ergibt sich durch den Aufstellort des Krans und der Stelle, wohin der Silokübel reichen muss. Im Baustelleneinrichtungsplan (Abb. 3.5 auf Seite 58) ist der Standort des Krans ersichtlich.

Berechnung des Lastmoments – Silokübel

Die Traglast berechnet sich aus dem Eigengewicht des Silokübel (Abb. 3.12) und der möglichen Betonmenge im Kübel. Es wird angenommen, dass der Silokübel nur zu 90 % gefüllt sein wird. Das Betongewicht beträgt 2400 kg/m^3 .

$$TL = 270,00 \text{ kg} + 0,75 \text{ m}^3 * 90 \% * 2400 \text{ kg/m}^3 = 1890 \text{ kg} = 1,89 \text{ t}$$

Die Ausladung (AL) beträgt laut Messung des Abstands im Baustelleneinrichtungsplan (Abb. 3.5) zur am weitesten entfernte Stelle in der Baugrube $18,00 \text{ m}$. Das Lastmoment errechnet sich wie in Formel 3.1 beschrieben:

$$LM = 1,89 \text{ t} * 18,00 \text{ m} = 34,02 \text{ tm}$$

Neben dem Silokübel kann sowohl das Gewicht der Fertigteiltreppen maßgebend für die Krandidimensionierung sein. In den Ausführungsplänen [39] sind zur Fertigteiltreppe neben den Zeichnungen keine genaueren Angaben über das Gewicht der Treppe angegeben. Daher wird das Gewicht der Treppe laut Internetrecherche mit $3,30 \text{ t}$ je Treppe angenommen [54],[18].

Berechnung des Lastmoments – Fertigteiltreppe

Das Gewicht einer Fertigteiltreppe beträgt wie zu vor erwähnt

$$TL = 3,30 \text{ t}$$

Wie zuvor schon angegeben ist eine Ausladung von $18,00 \text{ m}$ notwendig. Das Lastmoment errechnet sich wie in Formel 3.1 beschrieben:

$$LM = 3,30 \text{ t} * 18,00 \text{ m} = 59,40 \text{ tm}$$

Der Vergleich der Berechnung des Lastmoments von Silokübel und Fertigteiltreppe zeigt, dass das Gewicht der Treppe maßgebend ist. Es kommt daher ein Schnellmontagekran, welcher größer ist als $59,40 \text{ tm}$, zum Einsatz. Aus der BGL wird daher der Schnellmontagekrans mit Laufkatzausleger mit einem Nennlastmoment von 60 (BGL – C.0.03.0060) ausgewählt. Die weiteren Kenngrößen wie Höhe und Länge des Krans sind in Tab. 3.1 aufgelistet.

Tab. 3.1: Kenngrößen – Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger C.0.03.0060

Gerätekenngroße	Wert
Lastmoment	60 tm
Ausleger	18 m
Turmhöhe	14 m

Die Turmhöhe des Krans (14 m) ergibt sich aus der Höhe des EFH (8 m) und dem erforderlichen Abstand zwischen Kran und Gebäudeoberkante (6 m). Dabei ist anzumerken, dass die gewählte Turmhöhe bis zur Grundhakenhöhe reicht. Die Höhe des Einfamilienhauses ist aus Abb. 3.3 auf Seite 55 einzusehen.

3.1.1 Auswahl der Vorhaltegeräte

Die Vorhaltegeräte, welche für die Baustelleneinrichtung verwendet werden, sind im Folgenden dargestellt. Diese Geräte werden für den gesamten Rohbauprozess auf der Baustelle benötigt. Erst nach Beendigung dieses Prozesses werden die Vorhaltegeräte abtransportiert.

Container

Die Anzahl der verschiedenen notwendigen Container auf der Baustelle werden laut der Bauarbeiterschutzverordnung (BauV) [14] geregelt. Die Tab. 3.2 bietet einen Einblick in den 4. Abschnitt des BauV. Dabei werden Regelungen beschreiben, wie viele Container ab welcher Mannschaftsstärke notwendig sind. Das Gesetz definiert zusätzlich zu den angeführten Punkten viele weitere Faktoren, welche im Zusammenhang mit der Containerwahl notwendig sind. Der folgende tabellarische Auszug stellt dabei nur einen kleinen überblicksmäßigen Teil dar. Für den Rohbauprozess wird im Schnitt eine Mannschaft von 4 Arbeitern angenommen. Genauer zur Arbeitermannschaft ist in Kapitel 5 angeführt.

Tab. 3.2: Bemessung der Sozialeinrichtungen [14]

Aufenthaltsräume §36 BauV	ein Aufenthaltsraum bei mehr als 5 AN
Aborte/Toiletten §35 BauV	eine Toilettenanlage je 20 männl. oder 15 weibl. AN
Waschgelegenheiten §34 BauV	eine Waschgelegenheit je 5 AN

Aufgrund der Bemessung der Sozialeinrichtungen nach der BauV [14] kommen ein Unterkunftscontainer (Abb. 3.6) und ein Wasch- und Toilettencontainer (Abb. 3.7) zu Anwendung. Zusätzlich dazu wird ein Magazincontainer (Abb. 3.8), welcher Kleingeräte und Kleinmaterialien beinhaltet, auf der Baustelle aufgestellt.

X.3.11 Unterkunftscontainer CONTAINER UNTERKUNFT

Beschreibung:

Stapelbare Stahlrahmenkonstruktion, Dach- und Außenwände mit Stahlblech verkleidet, voll isoliert, Fenster isolierverglast
Standardbreite 2,50m

Mit: Einrichtung lt. Arbeitsstättenrichtlinien (Tische, Stühle, Spinde, Trockenschrank), fest eingebaut

Kenngroße(n): Containerlänge (m)

Nr.	Container- länge	Breite	Innen- höhe	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Ab- schreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m	m	m	kg	Euro	Euro	Euro
X.3.11 .0006	6,00	2,50	2,30	2830	9450,00	123,00	170,00

Abb. 3.6: Aufenthaltscontainer X.3.11.0006– Auszug aus BGL 2020 [17]

X.3.18 **Wasch- und Toilettencontainer**
CONTAINER SANITAER

Beschreibung:

Fenster isolierverglast (Rauchglas), Wände und Bodenwanne feuchtigkeitsisoliert, Anschluss für Zu- und Abwasserleitung

Mit: Ausstattung als Erste-Hilfe-Container gemäß gesetzlichen Vorschriften, Einrichtung und Verbrauchsmaterial

Ohne: Einrichtung

Kenngröße(n): Containerlänge (m)

Nr.	Containerlänge	Breite	Innenhöhe	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m	m	m	kg	Euro	Euro	Euro
X.3.18.0003	3,00	2,50	2,30	1600	8300,00	108,00	149,00

Abb. 3.7: Wasch- und Toilettencontainer X.3.18.0003 – Auszug aus BGL 2020 [17]

X.3.01 **Magazincontainer**
CONTAINER MAGAZIN

Beschreibung:

Stapelbare Stahlrahmenkonstruktion, Dach- und Außenwände mit Stahlblech verkleidet, nicht isoliert, eine Stirnwand als zweiflügeliges Tor
Container Standardbreite 2,50m

Mit: Regaleinrichtung (3,0m Länge), einfache Elektroinstallation (CEE-Steckverbindung, Sicherungskasten mit Sicherungsautomaten und FI-Schutz 30mA, Raumbeleuchtung, Anschlusswert bis 3000W)

Ohne: Heizung

Kenngröße(n): Containerlänge (m)

Nr.	Containerlänge	Breite	Innenhöhe	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m	m	m	kg	Euro	Euro	Euro
X.3.01.0006	6,00	2,50	2,30	2200	7000,00	140,00	126,00

Abb. 3.8: Magazincontainer X.3.01.0006 – Auszug aus BGL 2020 [17]

Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger

Wie aus dem Beschreibungstext des Schnellmontagekrans aus der BGL (Abb. 3.9) zu entnehmen ist, fehlen für den vollständigen Einsatz des Krans die Turmstücke und der Ausleger. Die Auslegerlänge sowie die Höhe des Krans werden mithilfe des Baustelleneinrichtungsplans bzw. des Gebäudeschnitts bestimmt. In den Abb. 3.10 und 3.11 werden diese dargestellt.

C.0.03 Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger
SM KRAN

Beschreibung:

Untendrehend, selbstaufstellend, kletter- oder teleskopierbar, mit oder ohne Kabine im Turm. Ausführung schienenfahrbar oder luftbereift, nicht kurvengängig, alternativ auf Abstützspindeln und Abstützplatten. Gegen- und Zentralballast durch Betongewichte. Erhöhen oder vermindern der Kranhöhe erfolgt, ausgehend von der Grundhakenhöhe, durch Teleskopieren des Kranturms oder durch den Einbau von Turmzwischenstücken bzw. eine Kombination aus beiden. Alle maschinentechnischen Einrichtungen wie Hub-, Dreh- und Katzfahrwerk mit FU-Antrieb und allen vorgeschriebenen Sicherheitseinrichtungen, SPS- bzw. Bus- Steuerung, Elektronische Traglaststeigerung durch Verminderung der Geschwindigkeit

Mit: Abstützplatten, Spindeln, Gegen- bzw. Zentralballast für maximale Ausladung, Seilaustrüstung für die
Ohne: Ausleger, Turm und Turmzwischenstücke (siehe Zusatzausrüstung oder -gerät), Stromzuführungskabel, Schienen- oder sonstige Fahrwerke, Kabeltrommel.

Kenngröße(n): Nennlastmoment (tm) ohne erhöhte Traglastkurve

Nr.	Nennlastmoment	Hubleistung normal	Gewicht ohne Ballast	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	tm	kW	kg	Euro	Euro	Euro
C.0.03.0060	60	15-18	22000	136000,00	2850,00	1490,00

Abb. 3.9: Schnellmontagekran C.0.03.0060 – Auszug aus BGL 2020 [17]

Zusatzausrüstung(en):

C.0.03.**-AA** zugehörige Grundausrüstung je m, fest oder teleskopierbar, mit Haltevorrichtungen, Verbindungsmittel, Gegen- und Zentralballast
AUSLEGER

	Gewicht ohne Ballast	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	kg	Euro	Euro	Euro
Werterhöhung Nr. ≤ 0045	180	515,00	11,00	5,70

Abb. 3.10: Ausleger zum Schnellmontagekran C.0.03.0060 – Auszug aus BGL 2020 [17]

Zusatzausrüstung(en):

C.0.03.**-BA** Turm zugehörig der Grundhakenhöhe je m
TURMSTUECK

	Gewicht ohne Ballast	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	kg	Euro	Euro	Euro
Werterhöhung Nr. ≤ 0050	180	2260,00	47,50	25,00

Abb. 3.11: Turmstück zum Schnellmontagekran C.0.03.0060 – Auszug aus BGL 2020 [17]

Für die Betonförderung wird ein Silokübel mit einer Größe von 750 Litern gewählt. Der Auszug des Silokübel der BGL ist in folgender Abb. 3.12 dargestellt.

C.3.00 Silokübel mit Bodenentleerung, Segmentverschluss
SILOK SEGMENTV HEBEL

Beschreibung:

Gerät mit fest angebauten Tragmitteln , wie Bügel oder Ketten,
ohne Anschlagmittel, wie Seil- oder Kettengehänge
Ausführung in konischer oder zylindrisqh-konischer Form, mit rundem Auslauf und Hebel zur
Betätigung des Verschlusses

Kenngroße(n): Kübelinhalt (l)

Nr.	Kübelinhalt	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Ab- schreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	l	kg	Euro	Euro	Euro
C.3.00.0750	750	270	700,00	31,50	22,50

Abb. 3.12: Silokübel C.3.00.0750 – Auszug aus BGL 2020 [17]

3.1.2 Leistungsberechnung

Um ein Gefühl dafür zu entwickeln, wie lange die wesentlichen Tätigkeiten der Baustelleneinrichtung dauern sind in Tab. 3.3 einige Aufwandswerte angegeben. Die Tabelle bezieht sich auf das Einrichten und Abbauen der Baustelleneinrichtung. Da kein exakter Wert für die folgenden Tätigkeiten bekannt ist, wird eine Bandbreite nach Kropik [30] angegeben.

Tab. 3.3: Aufwandswerte zur Baustelleneinrichtung nach Kropik [30]

	AW	
	von	bis
Baustelleneinrichtung – Aufbau		
Container aufstellen	1 h/Stk	3 h/Stk
Baustrom, Anschlusschrank, Verteilerschränke	1 h/Stk	3 h/Stk
Bauzaun	0,05 h/m	0,10 h/m
Kran aufstellen	5 h/Stk	15 h/Stk
Baustelleneinrichtung – Abbau		
Container aufstellen	2 h/Stk	3 h/Stk
Kran aufstellen	7 h/Stk	20 h/Stk

Mit den Aufwandswerten können die Vorgangsdauern der Tätigkeit berechnet werden. Es kommen je nach Tätigkeit 2 bis 3 Arbeiter (Arb.) zum Einsatz. Die Containeranzahl und Bauzaunlänge sind aus dem BE-Plan entnommen bzw. gemessen.

Berechnung der Dauer für die Baustelleneinrichtung

Baustelleneinrichtung – Aufbau

Container aufstellen	2 h/Stk	*	3 Stk	= 6 h	*	2 Arb.	= 12,0 h
Baustrom installieren	2 h/Stk	*	3 Stk	= 6 h	/	2 Arb.	= 3,0 h
Bauzaun errichten	0,05 h/m	*	110 m	= 5,5 h	/	2 Arb.	= 2,8 h

Kran aufstellen	5 h/Stk	*	1 Stk	= 8 h	*	3 Arb.	= 15,0 h
Baustelleneinrichtung – Abbau							
Container aufstellen	3 h/Stk	*	3 Stk	= 9 h	*	2 Arb.	= 18 h
Kran abbauen	7 h/Stk	*	1 Stk	= 7 h	*	3 Arb.	= 21,0 h

Die gewonnene Information der Arbeitsdauer wird für den Terminplan, welcher im Kapitel 5 angeführt ist, benötigt. Da die Tätigkeiten nur wenige Stunden in Anspruch nehmen, werden einige davon an einem Arbeitstag erledigt. Die Anlieferung und das Aufstellen des Kran erfolgt einen Tag bevor er benötigt wird. Die genaue Darstellung und Abhängigkeiten der Tätigkeitsvorgänge sind im Terminplan auf Seite 164 ersichtlich.

Berechnung der Personalkosten für Einrichten und Räumen der Baustelle			
Die Mittelohnkosten werden mit 39,00 €/h angenommen.			
Baustelleneinrichtung – Aufbau			
Container aufstellen	12,0 h	*	39 €/h = 468,00 €
Baustrom installieren	3,0 h	*	39 €/h = 117,00 €
Bauzaun errichten	2,8 h	*	39 €/h = 109,20 €
Kran aufstellen	15,0 h	*	39 €/h = 585,00 €
Baustelleneinrichtung – Abbau			
Container aufstellen	18,0 h	*	39 €/h = 702,00 €
Kran abbauen	21,0 h	*	39 €/h = 819,00 €
Personalkosten gesamt			2800,20 €

Alle im Anschluss dargestellten Berechnungen der Vorhaltekosten basieren auf den Berechnungen aus Kapitel 3 und Kapitel 4. Weiters können die Einsatzdauern aus den Terminplänen in Kapitel 5 entnommen werden.

Geräte, welche für die gesamte Baudauer auf der Baustelle benötigt werden und nicht einer Tätigkeit zugeordnet werden, sind als Vorhaltegeräte zu bezeichnen. Die Kosten für das Vorhalten der Geräte werden mithilfe der BGL berechnet. Dazu werden zuerst die Kosten je Stunde berechnet und im Anschluss mit der Arbeitsdauer von 8 Stunden pro Arbeitstag multipliziert. Die Vorhaltekosten errechnen sich somit aus den Kosten pro Arbeitstag und der Dauer des Arbeitseinsatzes. Die Arbeitstage sind aus dem Terminplan in Kapitel 5 zu entnehmen oder in den Kapitel 3 und Kapitel 4 einsehbar.

Anzumerken ist, dass bei bestimmten Berechnungen von Tätigkeiten, wie dem Betoniervorgang bei Fundament, Wänden und Decken, die Kosten für das Vorhaltegerät miteinbezogen worden sind. Dabei handelt es sich um die Vorhaltegeräte wie Schnellmontagekran und Silokübel. Diese Einsatzdauern, welche bereits verrechnet sind, werden in folgender Kostenaufstellung von der gesamten Vorhaltedauer des Geräts abgezogen. Somit ergeben sich keine Überschneidungen der Kosten bzw. Doppelverrechnungen. Die Stromkosten für den Kran werden mit 0,20 €/kWh und einer durchschnittlichen Kranauslastung von 70 % angenommen. Für den An- und Abtransport bzw. für das Auf- und Abbauen des Schnellmontagekrans werden 700 € angenommen.

Da die Einsatzdauern von Containern, Kran und Silokübel bei Fertigteilbauweise und Ortbetonbauweise unterschiedlich sind, werden einerseits die Kosten für das Vorhalten der Geräte und Container in Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise separat berechnet und dargestellt.

Berechnung der Kosten für die Baustelleneinrichtung – Ortbetonbauweise						
	€/h		h/AT	€/AT	AT	€
Aufenthaltscontainer	1,21	*	8,00	= 9,68	/ 63	= 609,84
Magazincontainer	1,10	*	8,00	= 8,80	/ 63	= 554,40
Wasch- und Toilettencontainer	1,22	*	8,00	= 9,76	/ 296	= 2888,96
Schnellmontagekran	20,28	*	8,00	= 162,24	/ 58	= 9409,92
abzgl. Einsatzdauer Kran	20,28	*	8,00	= 162,24	/ -1,8	= -292,03
Stromkosten Schnellmontagekran	2,24	*	8,00	= 17,92	/ 56,2	= 1007,10
Silokübel	0,24	*	8,00	= 1,92	/ 50	= 96,00
abzgl. Einsatzdauer Silokübel	0,24	*	8,00	= 1,92	/ -1,3	= -2,50
<hr/>						
Gesamtkosten für das Vorhalten						13 264,59 €
<hr/>						
zuzgl. Transportkosten Kran						700,00 €
<hr/>						
Gesamtkosten inkl. Transportkosten						13 964,59 €

Die Berechnung der Vorhaltekosten für Kran, Silokübel und Container erfolgt bei Betrachtung der Fertigteilbauweise auf gleicher Weise. Es werden zuerst alle Vorhaltekosten angeführt und Abzüge beim Schnellmontagekran und Silokübel getätigt. Die Kosten, die von den Kran-Vorhaltekosten abgezogen werden stellen die Betoniervorgänge und Einheben der Fertigteile dar. Die Krankosten wurden dabei schon in den jeweiligen Tätigkeitskosten berücksichtigt. Gleiches gilt für die Abzüge der Arbeitseinsatzdauer vom Silokübel. Die abgezogenen Kosten sind bei Betrachtung der Fertigteilbauweise geringer, da bei den Fertigteilen auf der Baustelle weniger betoniert werden muss.

Berechnung der Kosten für die Baustelleneinrichtung – Fertigteilbauweise						
	€/h		h/AT	€/AT	AT	€
Aufenthaltscontainer	1,21	*	8,00	= 9,68	/ 53	= 513,04
Magazincontainer	1,10	*	8,00	= 8,80	/ 53	= 466,40
Wasch- und Toilettencontainer	1,22	*	8,00	= 9,76	/ 288	= 2810,88
Schnellmontagekran	20,28	*	8,00	= 162,24	/ 50	= 8112,00
abzgl. Einsatzdauer Kran	20,28	*	8,00	= 162,24	/ -3,7	= -600,29
Stromkosten Schnellmontagekran	2,24	*	8,00	= 17,92	/ 46,3	= 829,70
Silokübel	0,24	*	8,00	= 1,92	/ 40	= 76,80
abzgl. Einsatzdauer Silokübel	0,24	*	8,00	= 1,92	/ -0,9	= -1,73
<hr/>						
Gesamtkosten für das Vorhalten						11 377,10 €
<hr/>						
zuzgl. Transportkosten Kran						700,00 €
<hr/>						
Gesamtkosten inkl. Transportkosten						12 077,10 €

Wie zu erkennen ist, entstehen aufgrund der kürzeren Bauzeit bei der Fertigteilbauweise geringere Vorhaltekosten. Die Kostenersparnis gegenüber der Ortbetonbauweise beträgt rund 1887 €.

3.2 Erdbau

Nach dem Einrichten der Baustelle stellt der Erdaushub den nächste Arbeitsvorgang dar. Erst nach Aushub des Erdmaterials beginnen die Baumaßnahmen.

Ziel in der Arbeitsvorbereitung ist es, Ladegerät und Transportgerät für den Baugrubenaushub auszuwählen, um eine optimale Ausnutzung der Geräte zu erzielen. Folgende Punkte werden in der Berechnung behandelt:

- Abschätzung der Bauzeit
- Kosten für das Lösen und Laden durch ein Ladegerät
- Kosten für das Verführen mit entsprechenden Transportfahrzeugen

3.2.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Bevor eine Baugrube ausgehoben werden kann, muss der Mutterboden³ abgetragen werden. Meist wird die ca. 10 cm–20 cm starke Humusschicht am Grundstück des Bauobjekts gelagert und kann nach Fertigstellung des Bauobjekts zur Geländemodellierung verwendet werden. Im nächsten Schritt beginnt der Baugrubenaushub. Die Baugrube wird aufgrund des steifen bis halbfesten, bindigen Bodens (z. B. Lehm/Mergel) in einem 60° Winkel geböscht. Das Abtragen des Mutterbodens sowie der Baugrubenaushub geschieht mittels Hydraulikbagger. Das Aushubmaterial wird dabei ständig von mehreren im Umlauf befindlichen LKWs abtransportiert und auf einer Deponie eingelagert.

3.2.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 3.4 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

³Humusschicht; fruchtbarer Boden

Tab. 3.4: Parameter zur Kostenkalkulation – Erdbau

Abminderungsfaktor der monatlichen Sätze für:		
Abschreibung und Verzinsung:	0,70	
Reparaturentgelt:	0,80	
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Dieselskosten	1,10	€/l
Dieserverbrauch (Transportgerät)	0,15	l/kWh
Dieserverbrauch (Hydraulikbagger)	0,20	l/kWh
Mittellohnkosten	39,00	€/h
Auflockerungsfaktor (1 m ³ fest entspricht 1,16 m ³ lose)	16	%
Dichte des Bodens ρ_{fest}	1,75	t/m ³
Dichte aufgelockerter Boden: $\rho_{lose} = 1,75 \text{ t/m}^3 \div 1,16 \approx$	1,51	t/m ³
Ladevolumen des LKWs	17,70	t
Ladevolumen lose LKW: $V_{lose} = 17,70 \text{ t} \div 1,51 \text{ t/m}^3 \approx$	11,72	m ³ /LKW

Das Ladevolumen des LKWs, welches angegeben ist, stammt aus der BGL. Ein BGL-Ausschnitt für den LKW ist im folgenden Kapitel in Abb. 3.15 gegeben. Die Tab. 3.4 fasst somit alle Parameter für die baubetrieblichen Berechnungen der Erdbauarbeiten zusammen und hat beim Punkt Ladevolumen des LKWs vorgegriffen.

3.2.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Für die Abwicklung der Baustelle werden Erdbau- und Transportgeräte benötigt. Dafür sind im Folgenden ein Ladegerät (Hydraulikbagger) mit Tieflöffel und ein Transportgerät (LKW) aus der BGL 2020 ausgewählt worden. Es handelt sich dabei um typische Größen von Hydraulikbaggern mit Tieflöffeln, wie sie in ausführenden Bauunternehmen vorhanden sind.

Ladegerät Für das Ausheben des Erdmaterials kommt ein Bagger zur Anwendung. Dafür wird ein Hydraulikbagger auf einem Raupenfahrwerk (D.1.03.0080) und ein Tieflöffel ausgewählt. Das Zubehör, sprich der Tieflöffel (D.1.60.1200), ist in einer eigenen Position in der BGL zu finden. Das dient dazu, dass verschiedene Baggertypen bzw. -größen mit unterschiedlichen Löffelgrößen kombiniert werden können. Zu beachten ist immer der Beschreibungstext, der bei jeder Baugeräte-Position vorhanden ist. Dieser Text gibt die Ausstattung an, die für das Gerät notwendig ist, damit es komplett und einsatzfähig ist. In Abb. 3.13 und Abb. 3.14 ist der jeweilige Auszug der Geräte dargestellt.

D.1.03 Hydraulikbagger mit Raupenfahrwerk 36-150 kW
 RAUPENBAGGER 36-150

Beschreibung:

Grundgerät mit Standardlaufwerk, Ausleger (Monoblock), Löffelstiel, Fahrerkabine ROPS
 Grabgefäße siehe D.1.6 , Schutzbelüftung und Entstaubung siehe Hauptgruppe M

Mit: Sichtfeldüberwachung nach gesetzlichen Vorgaben

Ohne: Schnellwechsler, Arbeitswerkzeug, Abstützung

Kenngroße(n): Motorleistung (kW)

Nr.	Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Ab- schreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	kW	kg	Euro	Euro	Euro
D.1.03.0080	80	17000	145000,00	2900,00	2320,00

Abb. 3.13: Hydraulikbagger D.1.03.0080 – Auszug aus BGL 2020 [17]

D.1.60 Tieflöffel
 TIEFLOEFFEL

Beschreibung:

Mit oder ohne Lasthaken und Aufnahme für Schnellwechseleinrichtung

Verschleißteil(e): Auftragsschweißung, Zähne, Schneiden und Verschleißspitzen komplett mit Befestigungsmaterial

Kenngroße(n): Tieflöffelinhalt (l)

Nr.	Tieflöffelinhalt	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Ab- schreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	l	kg	Euro	Euro	Euro
D.1.60.1200	1200	845	9250,00	268,00	268,00

Abb. 3.14: Tieflöffel D.1.60.1200 – Auszug aus BGL 2020 [17]

Transportgerät: Dieses setzt sich aus einem Fahrgestell und dem Kippaufsatz zusammen. Für das Fahrgestell wird ein Lastkraftwagen Fahrgestell 6x4 mit 17,7 to Nutzlast und einer Motorleistung 280 kW (P.2.01.0260) gewählt. Hinzu kommt die Zusatzausrüstung in Form eines Kippaufbaus (Hinterkipper) für den LKW, um das Erdmaterial abzutransportieren. Die Zusatzausrüstung wirkt sich hinsichtlich der Kosten auf den mittleren Neuwert und auf das Gewicht aus. Dadurch ändern sich ebenfalls die monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbeträge bzw. monatlichen Reparaturkosten, welche für die Kostenkalkulation notwendig sind. In Abb. 3.15 ist der jeweilige Auszug des Geräts und der entsprechenden Zusatzausrüstung dargestellt.

P.2.01 Lastkraftwagen 6 x 4
LKW FAHRGEST 6 x 4

Beschreibung:

Fahrgestell mit Standard-Führerhaus, Dieselmotor, Motorbremse, Ausrüstung für Straßenzulassung, Anhängerkupplung, Anhänger-Bremsanlage, ABS, Luftfederung hinten, inkl. Klimaanlage und Radio

Mit: Bereifung

Kenngröße(n): techn. zul. Gesamtgewicht (t)

Nr.	techn. zul. Gesamtgewicht	max. Nutzlast	Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	t	t	kW	kg	Euro	Euro	Euro
P.2.01.0260	26	17,7	280	8300	125000,00	3630,00	2750,00
Zusatzrüstung:							
P.2.00.****-AD	Kippaufbau (Hinterkipper), komplett						
Werterhöhung	mittl. Neuwert 33%				41250,00	1197,90	907,50
Werterhöhung	Gewicht 25%			2075			
Summe inkl. Zusatzrüstung				10375	166250,00	4827,90	3657,50

Abb. 3.15: LKW P.2.01.0260 – Auszug aus BGL 2020 [17]

3.2.4 Mengenermittlung

Anfangs werden die Mengen berechnet, die im Zuge des Aushubs bewegt werden müssen. Dabei ist anzumerken, dass das Erdmaterial nicht nur dort ausgehoben wird, wo das Haus steht, sondern genauso im Bereich für Arbeitsraum und Böschung. Ein Arbeitsraum von 60 cm ist neben den Kelleraußenwänden notwendig. Dieser Raum wird beispielsweise für die Durchführung von Arbeiten, für den Materialtransport, für das Aufstellen der Schalung oder zum Abdichten der Außenwände genutzt. In Abhängigkeit von dem Böschungswinkel kann der Arbeitsraum kleiner als 60 cm betragen. Dies ist allerdings nur möglich, wenn die Böschung kleiner als 80° ausgeführt wird. In Abb. 3.16 ist ein Ausschnitt aus der Baumappte 2020 dargestellt. Hierbei ist zu sehen, dass das Schalungsmaterial maximal 20 cm des Arbeitsraums einnehmen darf [8, S. 211],[14].

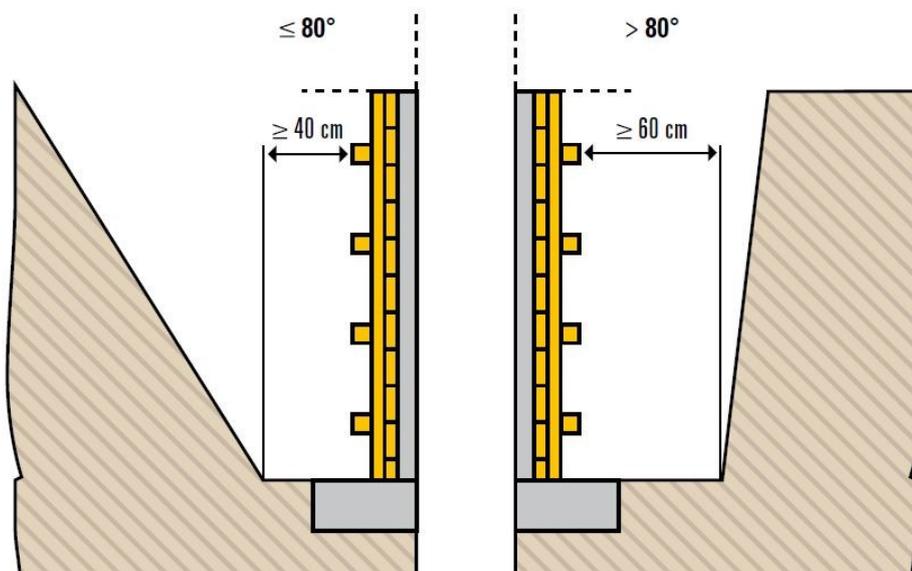


Abb. 3.16: Darstellung der Arbeitsraumbreite in Abhängigkeit des Böschungswinkels [8, S. 211]

Der Böschungswinkel ergibt sich aus der Bodenart. In diesem Fall befindet sich ein steifer bis halbfester bindiger Boden (z. B. Lehm/Mergel) am Grundstück, wobei diese Bodenart in einem Winkel von 60° geböscht werden kann. In Abb. 3.17 ist der Schnitt durch die Baugrube inkl. dem Haus zu sehen, in der die Abmessungen eingetragen sind. Die Böschungsbreite kann mithilfe der Winkelfunktion „Tangens“, dem 60° Winkel und der Böschungshöhe berechnet werden. Somit ergibt sich eine Böschungsbreite von 1,76 m, welche für die Berechnung der Aushubkubatur gebraucht wird.

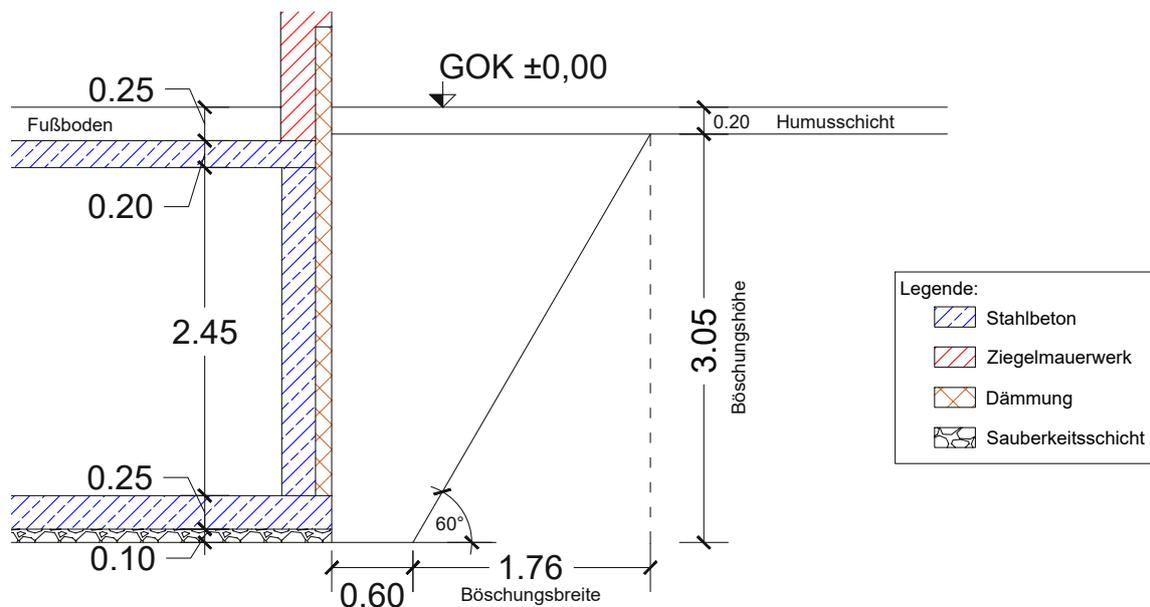


Abb. 3.17: Skizze des Kellergeschosses mit außenliegendem Arbeitsraum und Böschungsneigung

Bevor die Baugrube ausgehoben wird, muss die Humusschicht, sprich die ersten 20 cm, abgetragen werden. Im Folgenden wird das Volumen der ersten Bodenschicht berechnet.

Ermittlung des Volumens der Humusschicht

Das Volumen der Humusschicht ergibt sich aus der Multiplikation der Fläche, in der der Mutterboden abgetragen wird mit der Schichtdicke. Um die Größe der Fläche zu verdeutlichen, ist in Abb. 3.17 ein Schnitt des Hauses und der Böschung zu sehen. Die weiteren Abmessungen des Einfamilienhauses sind im Grundrissplan in Abb. 3.4 und Abb. 3.18 ersichtlich.

$$V = (11,70 \text{ m} + 2 * 1,76 \text{ m}) * (10,00 \text{ m} + 2 * 1,76 \text{ m}) * 0,20 \text{ m} = \\ = 15,22 \text{ m} * 13,52 \text{ m} * 0,20 \text{ m} = 41,15 \text{ m}^3$$

Für die Berechnung des Aushubvolumens wird die Pyramidenstumpfformel (Formel 3.2) herangezogen. Dazu werden die Flächen der Baugrubensohle, die Fläche der Baugrubenkronen und die Baugrubenhöhe verwendet.

$$V = \frac{h}{3} * (A_u + \sqrt{A_u * A_o} + A_o) \quad (3.2)$$

V Aushubvolumen [m^3]

h Böschungshöhe [m]

A_u Fläche der Baugrubensohle (Fläche unten) [m²]

A_o Fläche der Baugrubenkronen (Fläche oben) [m²]

Berechnung des Baugrubenaushubs

Alle Abmessungen, die für die Berechnung des Baugrubenvolumen benötigt werden, sind aus der Abb. 3.17 und Abb. 3.18 zu entnehmen. Eine übersichtliche Darstellung der Abmessungen bietet der Baustelleneinrichtungsplan in Abb. 3.5.

- h : Die Baugrubensohle liegt 3,25 m unter Geländeoberkante (GOK). Die Humusschicht mit 20 cm muss allerdings abgezogen werden, um auf die Höhe der Böschung zu kommen. Es ergibt sich somit eine Böschungshöhe von 3,05 m. Unter dem Fundament ist eine Sauberkeitsschicht mit 10 cm angenommen.

- A_u : Die Fläche der Baugrubensohle ergibt sich durch die Hinzurechnung von 60 cm für den Arbeitsraum zu den Außenabmessungen des EFH.

Außenabmessungen: 10,50 m x 8,80 m, 60 cm Arbeitsraum je Seite

$$A_u = (10,50 \text{ m} + 2 * 0,60 \text{ m}) * (8,80 \text{ m} + 2 * 0,60 \text{ m}) =$$

$$A_u = 11,70 \text{ m} * 10,00 \text{ m} = 117,00 \text{ m}^2$$

- A_o : Die obere Fläche der Baugrube berechnet sich durch Addition der Böschungsbreite von 1,76 m an jeder Seite zu den Außenabmessungen inklusive dem Arbeitsraum (11,70 m x 10,00 m).

$$A_o = (11,70 \text{ m} + 2 * 1,76 \text{ m}) * (10,00 \text{ m} + 2 * 1,76 \text{ m}) =$$

$$= 15,22 \text{ m} * 13,52 \text{ m} = 205,77 \text{ m}^2$$

- Volumen der Baugrube: Die Kubatur, die im Folgenden berechnet wird, ist das Erdvolumen im eingebauten Zustand. Somit wird vom festen Volumen gesprochen.

$$V_{fest} = \frac{3,05 \text{ m}}{3} * (117,00 \text{ m}^2 + \sqrt{117,00 \text{ m}^2 * 205,77 \text{ m}^2} + 205,77 \text{ m}^2) = 485,90 \text{ m}^3$$

Das berechnete Aushubvolumen entspricht dem festen Volumen (V_{fest}). Beim Aushub wird das Material aufgelockert, wodurch sich ein größeres Volumen ergibt. Um das Volumen des aufgelockerten Materials (V_{lose}) zu ermitteln, wird ein Auflockerungsfaktor von 16 % herangezogen. Somit ergibt sich V_{lose} zu:

$$V_{lose} = V_{fest} * (1 + 0,16) = 485,90 \text{ m}^3 * (1 + 0,16) = 563,64 \text{ m}^3.$$

Für das Verfüllen der Baugrube nach Errichtung des EFH wird Hinterfüllungsmaterial benötigt. Um Kosten zu sparen, wird ein Teil des Aushubmaterials an der Baustelle gelagert, welches zum Hinterfüllen verwendet wird. Das Volumen des Hinterfüllungsmaterials ergibt sich aus dem gesamten Volumen der Baugrube abzüglich der EFH-Kubatur bis 20 cm unter Geländeoberkante (GOK).

Ermittlung des Hinterfüllungsvolumens

Die Höhe der Baugrube ist aus Abb. 3.17 zu entnehmen. Sie beträgt 3,05 m, da die restlichen 20 cm wieder mit Humusmaterial verfüllt werden.

$$V = (485,90 \text{ m}^3 - (3,05 \text{ m} * 10,50 \text{ m} * 8,80 \text{ m})) = 204,08 \text{ m}^3$$

Somit werden $281,82 \text{ m}^3 (= 485,90 \text{ m}^3 - 204,08 \text{ m}^3)$ Baugrubenaushub abtransportiert. Das entspricht bei einem Auflockerungsfaktor von 16 %, einem aufgelockerten Volumen von $326,91 \text{ m}^3$. Dieses Material wird zu einer Deponie gebracht. Das Material, welches auf der Baustelle gelagert wird, beträgt im aufgelockerten Zustand $236,73 \text{ m}^3 (= 204,08 \text{ m}^3 * (1 + 0,16))$. Anzumerken ist, dass das feste Volumen, wie es aus der Berechnung hervor geht, in dieser Mengen nicht mehr so exakt einzubauen ist. Das bedeutet, dass durch das Verdichten des Hinterfüllungsmaterials nie das eingebaute ursprüngliche Bodenvolumen erreicht wird. Dies ist beispielsweise auf Lufteinschlüsse im Bodenmaterial zurückzuführen, die sich durch sorgfältiges Verdichten nicht vermeiden lassen.

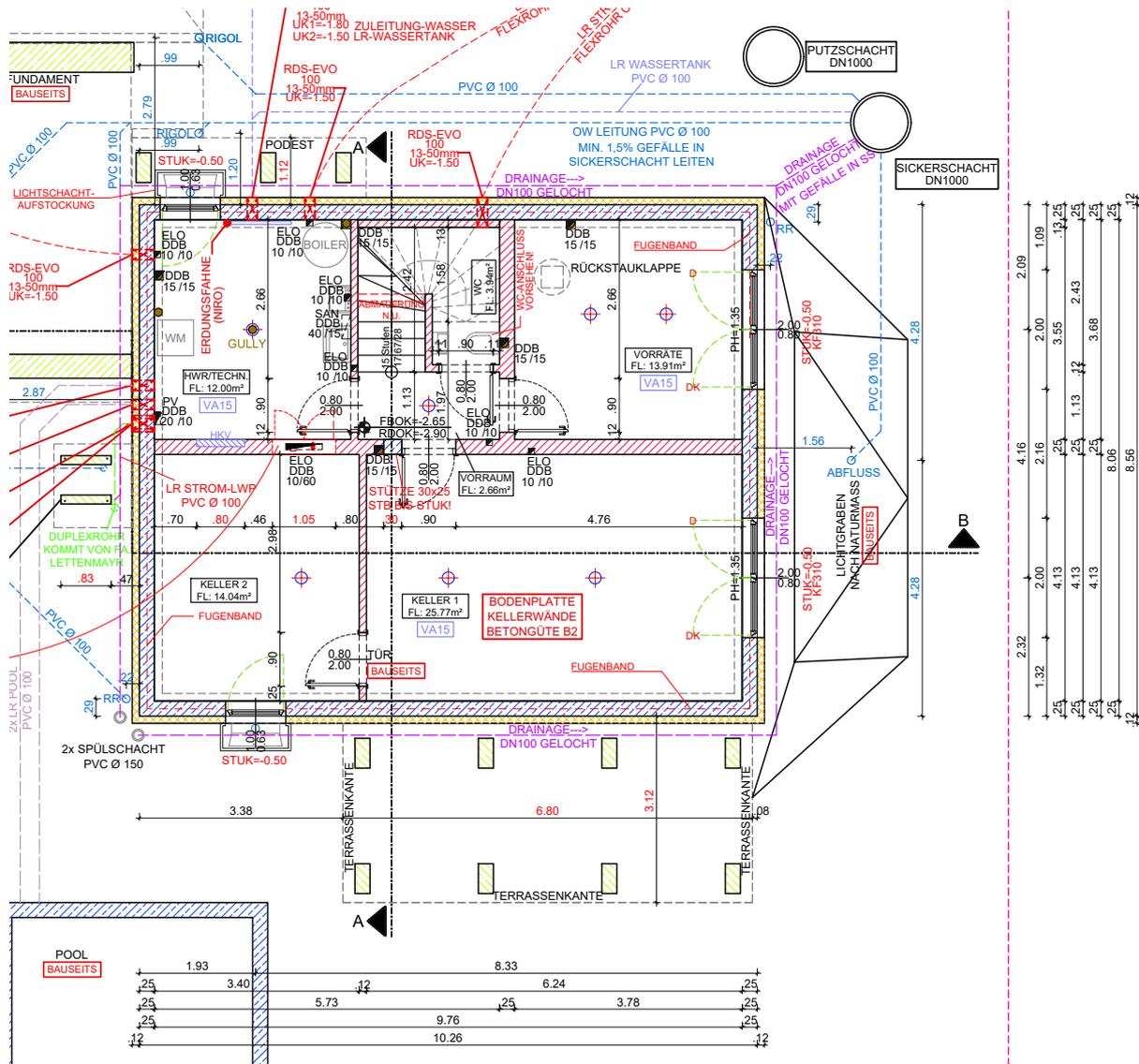


Abb. 3.18: Kellergeschoss aus den Ausführungsplänen [39]

3.2.5 Leistungsberechnung

In der Leistungsberechnung des Erdbaus wird die Ladeleistung des Baggers und die Umlaufzeit des Transportgeräts berechnet. Zur Berechnung sind Annahmen zu den Ladespielen des Hydraulikbaggers, der Fahrgeschwindigkeit des Lastkraftwagens und der Entfernung des Deponieplatzes von dem Bauplatz zu treffen.

Ladeleistung des Hydraulikbaggers

Die Ladeleistung in m³/h (loses Volumen) ergibt sich aus dem Produkt der Anzahl an Ladespielen pro Stunde und dem Tieflöffelinhalt des Baggers. Zu erwähnen ist, dass der Tieflöffelinhalt abgemindert werden muss, da dieser beim Aushub nicht zu 100 % gefüllt werden kann. Es wird daher ein Schauffüllfaktor von 96 % angenommen.

Berechnung der Ladeleistung des Hydraulikbaggers

- Ladespiele pro Stunde laut Kalkulationsannahme: 75 LS/h

- Ladespiele pro Minute:

$$\frac{75 \text{ LS/h}}{60 \text{ min/h}} = 1,25 \text{ LS/h}$$

- Minuten pro Ladespiel:

$$\frac{1}{1,25 \text{ LS/h}} = 0,80 \text{ min/LS}$$

- Tieföffelinhalt (BGL – D.1.60.1200): 1,20 m³
- Schaufelfüllfaktor wird mit 96 % angenommen.

Daraus ergibt sich eine Ladeleistung des Baggers von:

$$V_{lose} = 75 \text{ LS/h} * 1,20 \text{ m}^3/\text{LS} * 0,96 = 86,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{fest} = \frac{86,40 \text{ m}^3/\text{h}}{1 + 0,16} = 74,48 \text{ m}^3/\text{h}$$

In einer Stunde kann der Bagger somit 86,40 m³/h Erdmaterial im losen Zustand bzw. 74,48 m³/h im festen Zustand ausheben.

Verfuhrleistung – Umlaufzeit des Transportgeräts

Die Durchschnittsgeschwindigkeit wird mit 35 km/h des leeren LKWs angenommen. Bei einem voll beladenen LKW wird mit einer Geschwindigkeit von 25 km/h gerechnet. Die Strecke zwischen Bauplatz und Ablegeplatz des Aushubmaterials wird mit 5 km angenommen.

Berechnung der Umlaufzeit eines LKWs

Die Umlaufzeit wird mithilfe der Lastspiele des Baggers bestimmt. Der Bagger stellt das Schlüsselgerät in dieser Berechnung dar. Das bedeutet, dass die LKWs immer parat stehen müssen, um beladen zu werden. Der Bagger sollte dabei niemals still stehen. Wertvolle Zeit würde dabei verschwendet werden.

Die Umlaufzeit, die anschließend berechnet wird, teilt sich in Be- und Entladezeit und die Zeit für Hin- und Rückfahrt von der Baustelle zum Deponieplatz.

Beladezeit:	$\frac{11,72 \text{ m}^3/\text{LKW}}{1,20 \text{ m}^3/\text{LS} * 0,96}$	→ ≈ 11 LS/LKW * 0,80 min/LS	= 8,80 min
Hinfahrt (voll)	v = 25 km/h	→ $\frac{5 \text{ km}}{25 \text{ km/h}} * 60 \text{ min/h}$	= 12,00 min
Entladezeit:		→ Annahme	= 2,00 min
Rückfahrt (leer):	v = 35 km/h	→ $\frac{5 \text{ km}}{35 \text{ km/h}} * 60 \text{ min/h}$	= 8,57 min

Umlaufzeit eines LKWs: Σ 31,37 min

Als Nächstes folgt die Berechnung bzw. die Bestimmung der erforderlichen Anzahl an LKWs. In die Berechnungsformel gehen Fahrzeit (besteht aus Hinfahrt und Rückfahrt), Entladezeit und

Beladezeit ein. Weiters muss ein LKW aus logistischen Überlegungen hinzugezählt werden, um keine Stillstandszeiten des Schlüsselgeräts zu provozieren. Die dafür benötigte Formel lautet:

$$LKW \text{ Anzahl} = \frac{Fahrzeit + Entladezeit}{Beladezeit} + 1 = \frac{Umlaufzeit}{Beladezeit} + 1 \quad (3.3)$$

Bestimmung der erforderlichen Anzahl an LKW

- Fahrzeit: 20,57 min
- Entladezeit: 2,00 min
- Beladezeit: 8,80 min

$$LKW \text{ Anzahl} = \frac{20,57 \text{ min} + 2,00 \text{ min}}{8,80 \text{ min}} + 1 = 3,56 \text{ LKW} \approx 4 \text{ LKW}$$

Mithilfe der ermittelten LKW Anzahl kann der Nachweis der Stehzeitbedienung (Formel 3.4) für das Schlüsselgerät, also den Hydraulikbagger, nachgewiesen werden. Dabei muss die Leistung der Transportfahrzeuge mit der Anzahl der ermittelten LKW multipliziert werden und diese in Summe größer sein als die Leistung des einzelnen Ladegeräts. Wenn dieser Nachweis jedoch nicht erfüllt wird, ist zu erkennen, dass der Bagger nicht mehr das Schlüsselgerät ist, sondern die LKWs, die das Material abtransportieren. Dies gilt es zu vermeiden, wenn der Bagger das Schlüsselgerät darstellen soll. Wenn dieser Fall eintreten sollte, dann müssen Maßnahmen getroffen werden. Beispiele dafür sind die LKW Anzahl zu erhöhen oder das Ladevolumen der angenommenen LKWs zu vergrößern.

Mittels folgender Formel ist der Nachweis der Stehzeitbedienung zu ermitteln:

$$n * Q_{tr} \geq Q_{la} \quad (3.4)$$

n Anzahl der Transportfahrzeuge

Q_{tr} Leistung des Transportfahrzeuges

Q_{la} Leistung des Ladegerätes

Nachweis der Stehzeitbedienung des Schlüsselgerätes – Bagger

$$n = 4 \text{ LKW}$$

$$Q_{tr} = \frac{60 \text{ min/h}}{31,37 \text{ min/Umlauf}} * 11 \text{ LS/LKW} * 1,20 \text{ m}^3/\text{LS} * 96 \% = 24,24 \text{ m}^3/\text{h/LKW}$$

$$Q_{la} = 86,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$4 \text{ LKW} * 24,24 \text{ m}^3/\text{h/LKW} \geq 86,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$96,96 \text{ m}^3/\text{h} \geq 86,40 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nachweis erfüllt ✓

Der Nachweis der Stehzeitbedienung für das Schlüsselgerät ist somit erfüllt. Im nächsten Schritt wird die Zeit des Aushubs unter Berücksichtigung der Aushubmenge des Einfamilienhauses berechnet. Im Anschluss erfolgt die Kostenermittlung.

3.2.6 Bauzeitberechnung

Bevor mit dem Ausheben der Baugrube begonnen werden kann, muss der Mutterboden abgetragen werden. Die Mengenermittlung der Humusschicht ergibt: $41,15 \text{ m}^3$. Um von der ermittelten Masse zur Dauer der Arbeit zu kommen, wird ein Leistungswert herangezogen. Nach Kropik und Szkopecz [34] wird für den Humusabtrag mit dem Bagger ein Leistungswert (LW) von $40 \text{ m}^3/\text{h}$ angenommen. Somit werden

$$\frac{41,15 \text{ m}^3}{40 \text{ m}^3/\text{h}} = 1,03 \text{ h} \approx 1,1 \text{ Arbeitsstunden}$$

benötigt, um die ersten 20 cm Humusschicht abzutragen. Das Humusmaterial wird seitlich am Grundstück gelagert, wodurch ein Abtransport durch LKWs nicht notwendig ist. Nach dem Abtrag des Mutterbodens kann mit dem Baugrubenaushub begonnen werden. Aus der Ladeleistungsberechnung des Hydraulikbaggers und der Aushubmasse ergibt sich die Aushubzeit des Baggers wie folgt:

$$\frac{563,64 \text{ m}^3}{86,40 \text{ m}^3/\text{h}} = 6,52 \text{ h} \approx 7 \text{ Arbeitsstunden}$$

Rechnerisch werden für den Aushub 6,52 h benötigt, jedoch muss Zeit für das Tanken des Baggers, das Nachfüllen des Schmiermittels, ggf. für das Umstecken des Tieflöffels etc. mit einberechnet werden. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Arbeitsschritte werden die berechneten Arbeitsstunden auf 7 h aufgerundet.

Für das Wegbringen des Materials sind 4 Lastkraftwagen angenommen worden. Jeder LKW hat ein Ladevolumen von $V_{lose} \approx 11,72 \text{ m}^3/\text{LKW}$. In Summe müssen die LKWs $326,91 \text{ m}^3$ Aushubmaterial abtransportiert werden. Da ein Teil am Bauplatz gelagert wird, muss nicht das gesamte Aushubmaterial abtransportiert werden. Es ergeben sich somit

$$\frac{326,91 \text{ m}^3}{11,72 \text{ m}^3/\text{LKW}} = 27,89 \text{ LKW} \approx 28 \text{ LKW} - \text{Ladungen},$$

die benötigt werden um das Erdmaterial wegzuschaffen. Jeder der LKW benötigt ca. 31 min für einen Umlauf, dabei fahren vier LKW gleichzeitig. Somit ergeben sich für die 28 benötigten LKW-Fahren rund 3,70 h.

Nach dem Baugrubenaushub muss an der Baugrubensohle ein Feinplanum für die Sauberkeitsschicht hergestellt werden. Dies geschieht mittels handgeführter Rüttelplatte. Die Rüttelplatte wird als Kleingerät gehandhabt, da sie einen geringen Anschaffungswert besitzt. Sie wird daher nicht in die Kostenermittlung der Baugeräten aufgenommen. Es ist üblich, dass Kleingeräte als Zuschläge über den Mittellohnpreis in die Personalgemeinkosten hinzugerechnet werden [43, S. 10]. Für die Tätigkeit der Herstellung des Feinplanums wird eine Dauer von einer Arbeitsstunde ($39,00 \text{ €/h}$) angenommen.

3.2.7 Kostenermittlung

In der Kostenermittlung werden die Kosten pro Stunde für den Hydraulikbagger und das Transportgerät separat berechnet. Des Weiteren werden Kosten für An- und Abtransport des Baggers gewählt. In der Gesamtkostenübersicht erfolgt die Kostenzusammenstellung und Multiplikation der Kosten pro Stunde mit der Arbeitseinsatzdauer.

Ladegerät – Hydraulikbagger auf Raupenfahrwerk (D.1.03.0080)

Aus der BGL (Fassung 2020) wird, wie bereits angeführt, ein Hydraulikbagger (D.1.03.0080) inkl. Tieflöffel mit einem Löffelinhalt von 12001 (D.1.60.1200) ausgewählt.

Berechnung der Kosten für den Hydraulikbagger und Tieflöffel		
AV/h:	$(268 \text{ €/Mo} + 2900 \text{ €/Mo}) \times 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	= 13,02 €/h
Rep/h:	$(268 \text{ €/Mo} + 2320 \text{ €/Mo}) \times 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	= 12,18 €/h
Diesel:	$80 \text{ kW} * 0,201/\text{kWh} * 1,1 \text{ €/l}$	= 17,60 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 1,76 €/h
Fahrer:	$39,00 \text{ €/h} * 1,1 \text{ (Schmierstunde)}$	= 42,90 €/h
		$\Sigma 87,48 \text{ €/h}$

Kosten für den An- und Abtransport werden vom Bauhof pro Stunde mit 90 €/h verrechnet. Daher ergeben sich bei Annahme von je 2 h für An- und Abtransport Einmalkosten von $2 * 2 * 90 \text{ €/h} = 360 \text{ €}$.

Besitzt der Hydraulikbagger eine Zusatzausrüstung, wie beispielsweise einen Grabenräumlöffel, Profillöffel oder Tieflöffel für den Felseinsatz, so muss dieser bei der Berechnung des Abschreibungs- und Verzinsungsbetrags und der Reparaturkosten mit berücksichtigt werden.

Transportgerät – Lastkraftwagen P.2.01.0260

Die Kosten des Transportgerät werden analog zum Hydraulikbagger berechnet.

Berechnung der Kosten für den Lastkraftwagen		
AV/h:	$4827,90 \text{ €/Mo} * 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	= 19,88 €/h
Rep/h:	$3657,50 \text{ €/Mo} * 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	= 17,21 €/h
Diesel:	$280 \text{ kW} * 0,151/\text{kWh} * 1,1 \text{ €/l}$	= 46,20 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 4,62 €/h
Fahrer:	$39,00 \text{ €/h} * 1,1 \text{ (Schmierstunde)}$	= 42,90 €/h
		$\Sigma 130,81 \text{ €/h}$

Die LKW-Kosten je Betriebsstunde (pro LKW) betragen 130,81 €/h. Die Kosten für 4 LKWs pro Betriebsstunde, die gleichzeitig im Umlauf fahren, ergeben somit 523,24 €/h.

Deponiekosten

Das Erdaushubmaterial, welches nicht für das spätere Hinterfüllen der Baugrube verwendet wird, muss deponiert werden. Wenn das Material auf einem unternehmenseigenen Deponieplatz abgeladen wird, fallen keine Kosten an. Allerdings fallen Deponiekosten an, wenn diese auf einem externen Deponieplatz abgeladen und gelagert werden. Dabei entstehen in etwa Kosten von $5,50 \text{ €/m}^3$ [50].

Berechnung der Deponiekosten des Aushubmaterials

Für die Ermittlung der Deponiekosten werden das Material, welches abtransportiert wird, mit den Deponiekosten multipliziert.

$$326,91 \text{ m}^3 * 5,50 \text{ €/m}^3 = 1798,01 \text{ €}$$

Gesamtkosten des Erdbaus

In folgender Auflistung sind die Gesamtkosten für den Erdaushub aufgelistet. Die ermittelten Gerätekosten pro Stunde werden mit der Einsatzdauer multipliziert. Für den An- und Abtransport des Baggers fallen Kosten in der Höhe von 360 € an. Ein Zuarbeiter für den Hydraulikbagger wird in folgender Tabelle mit einberechnet. Dieser unterstützt den Baggerfahrer beim Erdaushub. In Summe fallen Kosten für den Erdbau von $5114,59 \text{ €}$ an.

Ermittlung der Gesamtkosten des Erdbaus

An- und Abtransport des Hydraulikbaggers			= 360,00 €
Hydraulikbagger für Mutterbodenabtrag	87,48 €/h	* 1,10 h	= 96,23 €
Hydraulikbagger für Erdaushub	87,48 €/h	* 7,00 h	= 612,36 €
Zuarbeiter Hydraulikbagger	39,00 €/h	* 7,00 h	= 273,00 €
4 Lastkraftwagen	523,24 €/h	* 3,70 h	= 1935,99 €
Feinplanum herstellen	39,00 €/h	* 1,00 h	= 39,00 €
Deponiekosten			= 1798,01 €
Gesamtkosten			Σ 5114,59 €

3.3 Fundament

Nach dem Aushub der Baugrube und Herstellen des Feinplanums können die Fundamentarbeiten beginnen. Das Fundament wird aus Stahlbeton hergestellt. Dazu wird neben dem Bewehrungsstahl (Stabstahl, Mattenbewehrung) und Beton genauso Schalungsmaterialien benötigt.

3.3.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Das Feinplanum, welches am Ende des Erdaushubs hergestellt wird, dient in weiterer Folge als Basis für das Fundament. Die Sauberkeitsschicht wird auf das Feinplanum aufgebracht. Zweck dieser Schicht ist es, dass eine ebene, trockene und saubere Arbeitsfläche für die Fundamentarbeiten entsteht. Sie besteht aus unbewehrtem Magerbeton, welcher eine niedrige Festigkeitsklasse

(z. B. C 8/10) aufweist und zumeist 5–10 cm dick ist [6]. Für die folgenden Berechnungen wird eine Dicke von 10 cm angenommen.

Im Anschluss an die Sauberkeitsschicht wird ein Trennfolie angebracht. Diese soll das Aufsteigen von Feuchtigkeit in das Betonfundament verhindern. Da das Bauobjekt nicht im Grundwasser errichtet wird, ist somit kein spezieller wasserundurchlässiger Beton für das Fundament zu verwenden. Die unterirdischen Bauteile sind daher nur gegen erdfeuchten Boden zu schützen.

Bei Errichtung der Kellergeschosse in Grundwasser sind spezielle Bauvarianten, wie schwarze oder weiße Wanne zu wählen. Bei der schwarzen Wanne werden die Außenseiten der Kellerwände und des Fundaments mittels Bitumenbahnen im Flämmverfahren abgedichtet. Im Gegensatz zur schwarzen Wanne, werden bei der weißen Wanne hochwertige Betone, welche wasserdicht sind, verwendet. Zusätzlich ist ein Fugenband zwischen Fundamentplatte und Kellerwände einzusetzen.

Nach Erstellung der notwendigen Unterkonstruktion für das Fundament, können die Fundamentarbeiten beginnen. Damit das Fundament in eine Form gebracht wird, muss eine Randschalung bzw. Seitenschalung um das Fundament aufgestellt werden. Dies geschieht mit Holzlatten, die seitlich abgestützt und vernagelt werden, um dem Betondruck standzuhalten. Die Holzlatten der Randschalung sollten dabei höher sein als die fertige Fundamenthöhe.

Nach Fertigstellung der Schalung kann mit dem Einlegen der Bewehrung begonnen werden. Diese wird nach einem Bewehrungsplan, welcher vom Statiker bzw. Prüferingenieur stammt, verlegt. Im Anschluss muss die eingelegte Bewehrung von den genannten Ingenieuren überprüft und abgenommen werden. Erst dann darf mit dem Betonieren begonnen werden. Mittels Transportbetonmischer wird der Beton angeliefert und anschließend mit einer der folgenden Varianten eingebracht:

- **Variante 1:** Betoneinbringung mittels Autobetonpumpe
- **Variante 2:** Betoneinbringung mittels Kran und Silokübel

Im Abschnitt 3.3.5 „Leistungsberechnung“ werden diese zwei Varianten gegenübergestellt wobei Kosten und Einbringzeit verglichen werden.

Im Anschluss an das Einbringen des Betons muss dieser noch verdichtet und glatt gezogen werden. Daraufhin muss der Beton nachbehandelt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass der Beton vor äußeren Einflüssen geschützt wird, bis er genügend Festigkeit erreicht. Besonders zu beachten sind die Betonrandzonen, denn hier trocknet der Beton schneller aus als in der Mitte der Platte. Des Weiteren muss der Beton vor zu schnellem Austrocknen durch Sonneneinstrahlung und vor Auswaschung durch Niederschläge geschützt werden. Nach ein paar Tagen ist der Beton bereits soweit ausgehärtet, dass die Randschalung entfernt werden kann.

3.3.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 3.5 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 3.5: Parameter zur Kostenkalkulation – Fundament

Abminderungsfaktor der monatlichen Sätze für:		
Abschreibung und Verzinsung:		0,70
Reparaturentgelt:		0,80
Personal:		
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Mittelohnkosten	39,00	€/h
Gerät – Diesel		
Dieselskosten	1,10	€/l
Dieserverbrauch	0,20	l/kWh
Schmierstoffe 10 % der Treibstoffkosten	10	%
Gerät – Strom:		
Stromkosten	0,20	€/kWh
Auslastungsgrad Kran (Betonvorgang)	50	%
Füllgrad Silokübel	90	%
Material – Beton C 25/30:		
Druckfestigkeit		C 25/30
Expositionsklasse		XC1 (PB)
Konsistenzklasse		F 45
Verdichtungsmaß ($\frac{V_{unverdichtet}}{V_{verdichtet}}$) =		1,10
Größtkorn		GK 22
Kosten (Lieferung frei Bau) ($V_{verd.}$)	98,00	€/m ³
Material – Beton C 8/10:		
Druckfestigkeit		C 8/10
Kosten (Lieferung frei Bau) ($V_{verd.}$)	99,66	€/m ³

3.3.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Für den Prozess des Einbringens von Beton in das Fundament werden Leistungsgeräte benötigt. Zumal wird ein Transportbetonmischer benötigt, der den Frischbeton anliefert. Des Weiteren sind Geräte für die Förderung des Frischbetons vom Standpunkt des Transportbetonmischers zur Einbaustelle im Fundament notwendig. Dazu wird je nach Variante eine Autobetonpumpe oder ein Kran mit Silokübel verwendet. Die Geräte werden aus der BGL 2020 [17] ausgewählt.

Transportbetonmischer

Der Transportbetonmischer setzt sich aus Mischertrommel (Transportbetonmischer zum Aufbau auf LKW-Fahrgestell) und Fahrgestell (Lastkraftwagen) zusammen. Diese müssen jeweils aus der BGL 2020 entnommen werden. Die ausgewählten Geräte sind in Abb. 3.19 und 3.20 dargestellt.

Nach Wahl der Bestandteile des Transportbetonmischer muss überprüft werden, ob die maximal zulässige Nutzlast des Lastkraftwagens eingehalten wird. Dabei werden das Gewicht der Mischertrommel, das Betongewicht in der Trommel und das Fahrgestellgewicht addiert. Die Summe darf nicht größer sein als das zugelassene Gesamtgewicht des Transportbetonmischer von 32 Tonnen. Das Betongewicht wird mit 2400 kg/m³ angenommen.

B.4.60 Transportbetonmischer zum Aufbau auf LKW-Fahrgestell
 MISCHER TRANSP LKW
Beschreibung:

Kennzeichnender Begriff ist der Nenninhalt = Volumen des mit einem Arbeitsspiel herstellbaren Frischbetons in verdichtetem Zustand (Verdichtungsmaß 1,45); wird die Mischergröße mit Trockenfüllmenge angegeben, so gilt: Trockenfüllmenge = Nenninhalt x 1,5

Trommelmischer (Umkehrmischer) auf Rahmen, zum Aufbau auf LKW-Fahrgestell; hydraulischer Antrieb vom Fahrzeugmotor; Wassertank mit elektronisch gesteuerter Wasserzuführ- und Dosiereinrichtung; Fülltrichter (wahlweise Toplader); Auslaufschurre mit Verlängerungsrohr; Fernbedienung vom Fahrerhaus

Mit: Kosten für Montage auf LKW-Fahrgestell

Ohne: LKW-Fahrgestell

Verschleißteil(e): Schleißbleche der Mischarme und Abstreifer, Beschau felung oder Mischwendel, Trogauskleidung incl. Seitenbleche

KenngroÙe(n): Nenninhalt (m³)

Nr.	Nenninhalt	Leistungsbedarf	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m ³	kW	kg	Euro	Euro	Euro
B.4.60.0700	7	50 - 56	3350	35700,00	965,00	645,00

Abb. 3.19: Transportbetonmischer B.4.60.0700 – Auszug aus BGL 2020 [17]

P.2.02 Lastkraftwagen 8 x 4
 LKW FAHRGEST 8 x 4
Beschreibung:

Fahrgestell mit Standard-Führerhaus, Dieselmotor, Motorbremse, Ausrüstung für StraÙenzulassung, Anhängerkupplung, Anhänger-Bremsanlage, ABS, Luftfederung hinten, inkl. Klimaanlage und Radio

Mit: Bereifung

KenngroÙe(n): techn. zul. Gesamtgewicht (t)

Nr.	techn. zul. Gesamtgewicht	max. Nutzlast	Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	t	t	kW	kg	Euro	Euro	Euro
P.2.02.0320	32,0	22,5	330	9500	137000,00	3980,00	3020,00

Abb. 3.20: LKW P.2.02.0320 — Auszug aus BGL 2020 [17]

Mischertrommelgewicht + Betongewicht(verdichtet) + Fahrgestellgewicht < 32 000 kg

$$3350 \text{ kg} + 7,00 \text{ m}^3 * 2400 \text{ kg/m}^3 + 9500 \text{ kg} = 29 650 \text{ kg} < 32 000 \text{ kg}$$

Autobetonpumpe

Für das Einbringen des Betons wird, wie in Variante 1 beschrieben eine Autobetonpumpe herangezogen. Diese besteht aus der Pumpe und dem Fahrgestell. Für die Ermittlung des Verteilmastes der Pumpe ist der am weitesten entfernte Punkt, welcher betoniert wird, maßgebend. Dieser ist ca. 14 m in horizontaler Richtung und ca. 3 m in vertikaler Richtung vom Aufstellungsort der Autobetonpumpe entfernt. Somit wird eine Pumpe mit einer maximalen Reichweite von 28 m ausgewählt. Ein Modell mit geringerer Ausladung ist in der BGL 2020 nicht angeführt. Die Abb. 3.20 stellt das LKW-Fahrgestell dar und in Abb. 3.21 ist die Pumpe zu finden.

B.7.60 Autobetonpumpe mit Zweizylinder-Kolbenpumpe
 AUTOBETONPU ZWEIZYL

Beschreibung:

Betonpumpe und Verteilermast auf LKW-Fahrgestell betriebsbereit montiert;
 Fahrgestelle sind entsprechend den Angaben des Autobetonpumpen-Herstellers zu dimensionieren

Mit: Abstützung, Fernsteuerung, Ausblaseeinrichtung, zusätzlicher Ölkühler, Endschlauch

Ohne: Fahrgestell

Verschleißteil(e): Manschetten bzw. gummierte Förderkolben, Schieber komplett

Kenngröße(n): Volumenstrom (m³/h) und max. Reichweite (m) bei DN 125

Nr.	Volumenstrom	Max. Reichweite bei DN 125	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Ab- schreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	m ³ /h	m	kg	Euro	Euro	Euro
B.7.60.0728	70	28	15500	223500,00	6050,00	4690,00

Abb. 3.21: Autobetonpumpe B.7.60.0728 – Auszug aus der BGL 2020 [17]

Schnellmontagekran und Silokübel

Für das Betoneinbringen nach Variante 2 wird ein Kran und Silokübel benötigt. Die Dimensionierung des Krans, welche in Kapitel 3.1 vorgenommen wurde, ergibt sich aus der Ausladungslänge und der zu hebenden Last. In Abb. 3.6 sind die Elemente für den Schnellmontagekran und Silokübel aus der BGL 2020 angegeben. Der Schnellmontagekran befindet sich dabei während der gesamten Rohbauzeit auf der Baustelle.

Tab. 3.6: Darstellung des ausgewählten Krans und Silokübel aus der BGL 2020

Kran:	
Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger	C.0.03.0060
Ausleger	C.0.03.****-AA
Turmstücke	C.0.03.****-BA
Silokübel:	
Silokübel mit Bodenentleerung, Segmentverschluss	C.3.00.0750

Kleingeräte

Die Auflistung der Kleingeräte sollte rein informativ betrachtet werden. Die Kleingeräte werden nicht in die Kalkulation mitaufgenommen, da sie meist über die Baustellengemeinkosten oder Nebenkosten der Personalkosten miteinkalkuliert werden. Für das Betonieren werden ein Innenrüttler, Spannungswandler und Rotationslaser herangezogen. Die Abb. 3.22, Abb. 3.23 und Abb. 3.24 zeigen die Positionen aus der Baugeräteliste für die genannten Kleingeräte.

B.9.31 Elektrischer Innenrüttler mit Einbaumotor, Schutzschlauch Serie
RUETTLERIE 42V

Beschreibung:

Für Spannungen von 42-48 Volt, die über Frequenz- und Spannungswandler erzeugt werden; mit in der Flasche eingebautem Elektromotor, Schwingzahl 9000 - 12000 1/min

Mit: Schutzschlauch in Serienlänge, Anschlusskabel und Stecker

Ohne: Frequenz- und Spannungswandler (siehe B.9.50)

KenngroÙe(n): Flaschendurchmesser (mm)

Nr.	Flaschen-	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Ab-	Monatliche
	durchmesser			schreibungs- und	
	mm	kg	Euro	Euro	Euro
B.9.31.0038	38	10	925,00	40,50	31,50

Abb. 3.22: Innenrüttler B.9.31.0038 – Auszug aus BGL 2020 [17]

B.9.53 Elektronischer Frequenz- und Spannungswandler für Innenrüttler
FR SP WAND ELTRON IR

Beschreibung:

Gerät zum Anschluß von Elektro-Innenrüttlern

Primär: 230/400 V, 50 Hz

Sekundär: 42 V, 200 Hz oder 250 V, 200 Hz

Mit: Tragrahmen, Anschlußkabel und Stecker

KenngroÙe(n): Leistungsabgabe (kVA)

Nr.	Leistungs-	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Ab-	Monatliche
	abgabe			schreibungs- und	
	kVA	kg	Euro	Euro	Euro
B.9.53.0015	1,5	13	1280,00	37,00	27,00

Abb. 3.23: Spannungswandler für Innenrüttler B.9.53.0015 – Auszug aus BGL 2020 [17]

Y.0.51 Rotationslaser LASER ROT

Beschreibung:

Nr. 0003-0004: für den horizontalen Einsatz

Nr. 0006-0007: Diodenlaser für den horizontalen Einsatz

Mit: Akku, Ladegerät

Kenngroße(n): Lfd. Nr.

Nr.	Bezeichnung	Lfd. Nr.	Messbereich	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Mona schreil Verzins
			Radius			
Y.0.51.0003	Rotationslaser mit sichtbarem Strahl 03	0003	30/100	6	450,00	

Abb. 3.24: Rotationslaser Y.0.51.0003 – Auszug aus BGL 2020 [17]

Der Rotationslaser dient dazu, die Fundament- oder Deckenoberkante während des Glättens des Frischbetons auf planliche Übereinstimmung zu prüfen. Mittels dem Handgerät des Rotationslasers wird die Fundamenthöhe an verschiedenen Stellen gemessen.

3.3.4 Mengenermittlung

Die benötigten Abmessungen, welche für die Ermittlung der Mengen essenziell sind, werden in Abb. 3.18 (Seite 73) dargestellt. Zuerst wird die Masse der Sauberkeitsschicht ermittelt. Diese Schicht weist eine Höhe von 10 cm auf. Weiters wird die Fläche des Fundaments herangezogen und mit dieser Dicke multipliziert, um das Betonvolumen zu ermitteln. Zusätzlich dazu wird die Fläche der Rand- bzw. Seitenschalung berechnet.

Ermittlung der Flächen und Kubaturen des Fundaments

Volumen der Sauberkeitsschicht:

$$V = 10,50 \text{ m} * 8,80 \text{ m} * 0,10 \text{ m} = 9,24 \text{ m}^3$$

Fläche der Randschalung bzw. Seitenschalung:

$$F = (10,50 \text{ m} * 2 + 8,80 \text{ m} * 2) * 0,25 \text{ m} = 9,65 \text{ m}^2$$

Betonvolumen verdichtet:

$$V_{verd.} = 10,50 \text{ m} * 8,80 \text{ m} * 0,25 \text{ m} = 23,10 \text{ m}^3$$

3.3.5 Leistungsberechnung

Bevor die Betonförderung auf zwei Varianten berechnet wird, erfolgen Berechnungen hinsichtlich Kosten und Arbeitsdauer zur Sauberkeitsschicht, Seitenschalung bzw. Randschalung sowie

Bewehrungsarbeiten. Die Kosten für die Materialien sind aus der Literatur bzw. Preisliste von Herstellern entnommen.

Sauberkeitsschicht

Die Sauberkeitsschicht stellt die erste Tätigkeit zur Fundamentherstellung dar. Die Arbeitszeit zur Erstellung einer Sauberkeitsschicht wird mittels einem Aufwandswert (AW) eruiert.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für die Sauberkeitsschicht

Zeitaufwand: Der AW wird laut Literatur mit $0,60 \text{ h/m}^3$ angenommen [13, S, 185],[48, S. 54]. Die Multiplikation des AW mit dem Volumen der Sauberkeitsschicht ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit.

$$9,24 \text{ m}^3 * 0,60 \text{ h/m}^3 = 5,54 \text{ h} \approx 5,60 \text{ h}$$

Personalkosten: Die Mittelohnkosten werden aus der Kalkulationsannahme von Seite 79 entnommen.

$$5,60 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 218,40 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Kosten für 1 m^3 Magerbeton (Beton C 8/10) belaufen sich auf $99,60 \text{ €}$ inkl. Ust. (frei Bau) [4]. Es werden noch zusätzlich Betonverluste von 2% angenommen.

$$99,60 \text{ €/m}^3 * 9,24 \text{ m}^3 * 1,02 \% = 938,71 \text{ €}$$

Randschalung / Seitenschalung des Fundaments

Nach der Sauberkeitsschicht wird die Randschalung bzw. Seitenschalung des Fundaments aufgestellt. Die benötigte Zeit wird wieder mittels einem AW berechnet. Die Kosten werden einerseits mithilfe Mittelohnkosten und andererseits mittels Materialpreise ermittelt.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für die Randschalung

Zeitaufwand: Der AW wird laut Literatur mit $0,70 \text{ h/m}^2$ angenommen und mit der Fläche der Randschalung multipliziert [13, S, 185],[48, S. 54].

$$9,65 \text{ m}^2 * 0,70 \text{ h/m}^2 = 6,76 \text{ h} \approx 6,80 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$6,80 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 265,20 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten ergeben sich zu $10,00 \text{ €/m}^2$ [9]. Die Multiplikation der Randschalungsfläche mit dem Referenzwert ergibt die Materialkosten.

$$10,00 \text{ €/m}^2 * 9,65 \text{ m}^2 = 96,50 \text{ €}$$

Die Hölzer der Schalung sind nach der Verwendung für das Fundament zu reinigen. Diese Schalungselemente können im Anschluss für andere Bauteile verwendet werden.

Bewehrung einbringen

Bevor die Bewehrung eingebaut werden kann, ist eine Trennlage einzulegen. Die notwendige Bewehrungsmenge wird mithilfe des Bewehrungsgrads der Bodenplatte geschätzt, da keine Bewehrungspläne vorliegen. Somit werden Zeit und Kosten für das Einlegen der Bewehrung berechnet. Das Herstellen von Durchführungen und Durchlässen in die Fundamentplatte wird während dem Einlegen der Bewehrung vollbracht.

Für die kraftschlüssige Verbindung von Fundament und Kellerwände muss ausreichend Anschlussbewehrung in die Betonplatte eingebracht werden. Bei Errichtung von Ziegelmauerwerk auf einer Fundamentplatte ist keine Anschlussbewehrung notwendig. Ein Fugenband, welches bei einer weißen Wanne verwendet wird, ist im Zuge des Betonierens zwischen der Anschlussbewehrung einzubringen. Da in diesem Beispiel nur eine Abdichtung gegen erdfeuchten Boden erfolgt, ist ausschließlich die Abdichtung an der Außenseite der Kellerwände mittels Bitumenbahnen anzubringen.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Einlegen der Bewehrung

Zeitaufwand: Der Bewehrungswert für Fundamente wird laut Hofstadler [20, S. 146] mit 45 kg/m^3 ($= 0,045 \text{ t/m}^3$) angenommen. Der AW für Bewehrungsarbeiten entspricht nach Weiss [58, S. 85] $22,00 \text{ h/t}$. Es ergeben sich somit:

$$22,00 \text{ h/t} * 0,045 \text{ t/m}^3 * 23,10 \text{ m}^3 = 22,87 \text{ h} \approx 23,00 \text{ h}$$

Personalkosten: Die Personalkosten berechnen sich aus der Arbeitszeit, die für das Einlegen der Bewehrung benötigt werden und den Mittelohnkosten aus den Kalkulationsannahmen. Es werden 3 Arbeiter für die Tätigkeit eingesetzt.

$$23,00 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 897,00 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Bewehrungskosten sind aufgrund nicht vorhandener Bewehrungspläne mittels dem Bewehrungsgrad (45 kg/m^3) abzuschätzen. Die Bewehrung besteht dabei nicht nur aus einer Sorte an Bewehrungsstäben oder Matten. Es werden unterschiedlichste Durchmesserarten von Stabstählen und Mattenbewehrungen eingesetzt. Für die Bewehrungskosten wird, um mit einem aussagekräftigen Wert rechnen zu können, eine Mittelung aus Betonrippenstahl und Bewehrungsmatten durchgeführt. Diese Kosten belaufen sich auf $511,5 \text{ €/t}$ [48, S. 53]. Die für die Materialkosten nötige Bewehrungsmenge errechnet sich anhand des Bewehrungsgrades und Betonvolumens.

$$45 \text{ kg/m}^3 * 23,10 \text{ m}^3 = 1039,5 \text{ kg} = 1,04 \text{ t}$$

Demnach können die Materialkosten berechnet werden:

$$1,04 \text{ t} * 511,5 \text{ €/t} = 531,96 \text{ €}$$

Nach abgeschlossener Bewehrungsarbeit wird diese von einem Statiker bzw. Prüfingenieur abgenommen. Erst nach Abnahme darf mit dem betonieren gestartet werden. Die Betoneinbringung erfolgt, wie schon erwähnt auf zwei Varianten. Nachfolgend wird auf diese spezifischen Varianten eingegangen wobei Kosten und Einsatzzeitdauer gegenüber gestellt werden.

Variante 1: Betoneinbringung mittels Transportbetonmischer und Autobetonpumpe

Bei dieser Variante kommt eine Autobetonpumpe mit einer Zweizylinder-Kolbenpumpe zum Einsatz. Zuerst werden die Betonförderkosten je Stunde berechnet und im Anschluss die praktische Umschlagzeit und Förderleistung der Transportbetonmischer. Die Betonförderkosten, Personalkosten und Materialkosten werden im Anschluss berechnet. Eine zusammenfassende Kostenübersicht wird die Leistungsberechnung der Autobetonpumpe beenden.

Gerätekalkulation – Betonförderkosten pro Stunde

Für die Berechnung der Betonförderkosten pro Stunde sind aus der BGL eine Autobetonpumpe und ein LKW-Fahrgestell auszuwählen. Die monatlichen Abschreibungs- und Verzinsungsbeträge bzw. monatlichen Reparaturkosten stellen dabei die wichtigen Faktoren bei der Berechnung dar.

Berechnung der Kosten pro Stunde für die Autobetonpumpe

Neben der Betonpumpe muss das LKW-Fahrgestell mit einberechnet werden, dies geschieht im Folgenden:

AV/h:	$(6050 \text{ €/Mo} + 3980 \text{ €/Mo}) * 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	= 41,30 €/h
Rep/h:	$(4690 \text{ €/Mo} + 3020 \text{ €/Mo}) * 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	= 31,75 €/h
Diesel:	$330 \text{ kW} * 0,201 \text{ kWh} * 1,1 \text{ €/l}$	= 72,60 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 7,26 €/h
Fahrer:	$39,00 \text{ €/h} * 1,1 \text{ (Schmierstunde)}$	= 42,90 €/h

Betonförderkosten pro Stunde: $\Sigma 195,81 \text{ €/h}$

Im nächsten Schritt wird die Umschlagzeit des Transportbetonmischer berechnet. Diese Zeit stellt die Dauer dar, die für das Positionieren des Transportbetonmischer hinter der Autobetonpumpe und das Entladen des Frischbetons benötigt wird.

Betonförderkosten je m³

Die theoretische Förderleistung der Autobetonpumpe laut BGL beträgt 70 m³/h. Das Betonvolumen ist dabei unverdichtet. Die verdichtete Förderleistung beträgt $\frac{70 \text{ m}^3/\text{h}}{1,1} = 63,64 \text{ m}^3/\text{h}$.

Berechnung der praktischen Umschlagzeit

Die praktische Umschlagzeit berechnet sich aus der Entladezeit des Fahrmischer, dem Wagenwechsel und der Stehzeit. Es ist, wie im vorherigem Punkt angeführt, ein Transportbetonmischer mit 7,00 m³ ausgewählt worden.

Die Dauer, die für das Wechseln der Transportbetonmischer angesetzt wird, ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und wird mit 1,50 min abgeschätzt. Die Zeit, die der Fahrer benötigt, um Vorbereitungen für das Ausgießen des Frischbeton aus der Trommel zu treffen, wird als Stehzeit bezeichnet. Diese ist mit 1 min angenommen.

Entladezeit:	$\frac{7,00 \text{ m}^3/\text{Fahrer}}{63,64 \text{ m}^3/\text{h}} * 60 \text{ min/h}$	= 6,60 min
Wagenwechsel:	Annahme	= 1,50 min
Stehzeit:	Annahme	= 1,00 min

Praktische Umschlagzeit:

 Σ 9,10 min

Mit der Umschlagzeit eines Transportbetonmischers kann die praktische Förderleistung berechnet werden. Dabei ist die Größe des Trommelinhalts des Transportbetonmischers von Bedeutung.

Berechnung der praktischen Förderleistung

Es wird der Trommelinhalt und die praktische Förderleistung, welche zuvor berechnet wurde, herangezogen. Des Weiteren erfolgt die Umrechnungen von m^3/min auf m^3/h .

$$\text{Praktische Förderleistung: } \frac{7,00 \text{ m}^3}{9,10 \text{ min}} * 60 \text{ min/h} = 46,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der Vergleich der praktischen Förderleistung und der Förderleistung der Autobetonpumpe zeigt, dass aufgrund des Transportbetonmischers $46,15 \text{ m}^3/\text{h}$ gefördert werden können. Die Autobetonpumpe schafft eine Förderleistung von $63,64 \text{ m}^3/\text{h}$, somit stellt der Transportbetonmischer das Schlüsselgerät dar. Anzumerken ist, dass mehr Beton pro Stunde gefördert werden kann, wenn der Inhalt der Trommel des Mischers vergrößert werden würde, denn dadurch ist weniger Zeitbedarf für Wagenwechsel und Stehzeit notwendig.

Im Anschluss erfolgt die Ermittlung der Betonförderkosten. Dabei wird das Betonvolumen der Fundamentplatte, die praktische Förderleistung und die Beförderungskosten der Autobetonpumpe für die Berechnung benötigt.

Berechnung der Betonförderkosten

Bevor die Betonförderkosten berechnet werden können, sind die Zeiten für Betonförderung und dem An- und Abtransport bzw. Auf- und Abbau der Autobetonpumpe zu ermitteln.

$$\begin{array}{l} \text{Förderdauer:} \\ \text{An- \& Abtransport und Auf- \& Abbau:} \end{array} \quad \frac{\text{Betonvolumen}}{\text{prakt. Förderleistung}} = \frac{23,10 \text{ m}^3}{46,15 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,50 \text{ h}$$

$$\text{Annahme} = 2,00 \text{ h}$$

$$\text{Förderdauer gesamt:} \quad \Sigma 2,50 \text{ h}$$

Die Betonförderkosten setzen sich aus der gesamten Förderdauer und den Betonförderkosten der Autobetonpumpe pro Stunde zusammen. Die Betonförderkosten der Autobetonpumpe je Stunde sind auf Seite 87 berechnet worden.

Betonförderkosten gesamt:

$$2,50 \text{ h} * 195,81 \text{ €/h} = 489,53 \text{ €}$$

Betonförderkosten pro Betonvolumen m^3 (verd.):

$$\frac{489,53 \text{ €}}{23,10 \text{ m}^3} = 21,19 \text{ €/m}^3$$

Betoneinbaukosten – Personalkosten

In diesem Unterpunkt werden die Kosten für den Betoneinbau berechnet. Dazu zählen hauptsächlich die Personalkosten. Für ein besseres Verständnis der Betoneinbringung mit Autobetonpumpe wird diese im Folgenden beschrieben:

1. Der Transportbetonmischer wird neben bzw. hinter der Autobetonpumpe positioniert. Mittels der Betonrutsche des Transportbetonmischers wird der Betonaufgabetrichter der Betonpumpe stetig befüllt. Der Mischerfahrer übernimmt dabei die Aufgabe des Befüllens des Betonaufgabetrichters.
2. Der Beton wird stetig bzw. nach Anweisung der Betoniermannschaft über den Verteilermast der Betonpumpe an die Einbaustelle gepumpt. Der Verteilermast ist beweglich und kann durch den Pumpenfahrer geschwenkt und weiterbewegt werden, damit der Beton gleichmäßig in der Fundamentalschalung verteilt wird. Der Endschlauch des Verteilermastes kann für die Feinverteilung des Betons vom Arbeiter verwendet werden.
3. Nach dem Einbringen bzw. während ein Teil des Betons eingebracht wurde, muss der Beton mittels Innenvibratoren (= Flaschenrüttler) verdichtet werden. Für diese Tätigkeiten werden zumeist 1 – 2 Arbeiter eingesetzt.
4. Nach dem Verdichten wird der Beton mittels einer Abziehbohle geglättet. Dabei sind die Höhen der Fundamentoberkante mittels Rotationslaser und dem dazugehörigem Handempfangsgerät auf die planliche Übereinstimmung zu überprüfen.

Die Personalkosten, die durch den Mischerfahrer entstehen, sind im Betonpreis enthalten. Die Betonkosten und der Transport zur Baustelle sind durch den vereinbarten Betonpreis (frei Bau) gedeckt sind.

Berechnung der Personalstunden

Für das Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln des Betons in die Schlaung muss eine Mannschaftsstärke gewählt werden. Es wird angenommen, dass ein Arbeiter (Arb.) den Pumpschlauch bedient, zwei Arbeiter für die Betonverdichtung zuständig sind sowie ein Arbeiter den Beton glättet und die Ebenheit der Oberfläche kontrolliert. Für das Glätten und Abziehen des Betons wird ein Aufwandswert von $0,05 \text{ h/m}^2$ angenommen [30]. Die Fläche des Fundaments beträgt laut Mengenermittlung $92,40 \text{ m}^2$.

Die gewählte Arbeiteranzahl für die verschiedenen Tätigkeiten werden mit der ermittelten Förderdauer von Seite 88 multipliziert.

Bedienung Pumpschlauch:	1 Arb. * 0,50 h	= 0,50 h
Betonverdichtung (Flaschenrüttler):	2 Arb. * 0,50 h	= 1,00 h
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1 Arb. * 4,62 h	= 4,62 h
Personalstunden gesamt		$\Sigma 6,12 \text{ h}$

Mithilfe der Personalstunden und der Mittellohnkosten werden die gesamten Personalkosten berechnet. Die Division der gesamten Personalkosten durch die benötigte Betonkubatur ergeben die Personalkosten je m^3 verdichtetem Beton.

Ermittlung der Personalkosten sowie Personalkosten pro m^3

Personalkosten gesamt:

$$6,12 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 238,68 \text{ €}$$

Personalkosten pro Betonvolumen m³ (verd.):

$$\frac{238,68 \text{ €}}{23,10 \text{ m}^3} = 10,33 \text{ €/m}^3$$

Betoneinbaukosten – Kosten für Kleingeräte

Wie schon erwähnt, ist es üblich, dass Kleingeräte als Zuschläge über den Mittellohnpreis in die Personalgemeinkosten hinzugerechnet werden [43, S. 10]. Die Kosten der Kleingeräte sind bei Berechnung pro m³ sehr gering ($\approx 0,09 \text{ €/m}^3$). Aufgrund dessen werden sie in diesem Beispiel nicht in die Kalkulation aufgenommen. Rein informativ werden folgende Kleingeräte verwendet: Innenrüttler (BGL – B.9.31.0038), Spannungswandler (BGL – B.9.53.0015), Rotationslaser (BGL – Y.0.51.0003). Diese sind im Abschnitt Kleingeräte auf Seite 82 dargestellt.

Materialkosten

Für die Berechnung der Betonkosten müssen Verluste berücksichtigt werden. Der Betonverlust kann mit 1–3 % der Gesamtbetonmenge angenommen werden. Die Betonverluste können sowohl beim Pumpvorgang und bei der Ausgabe aus dem Transportbetonmischer entstehen. Für die Ermittlung der Materialkosten pro m³ darf jedoch nur die planliche Betonmenge in die Kalkulation eingehen. An das Betonwerk ist die tatsächlich verbrauchte Betonmenge, also die Betonmenge inkl. Verluste zu bezahlen. Die Kosten für den Transportbeton betragen laut Betonwerk 98 €/m³ [51].

Ermittlung der Materialkosten sowie Materialkosten pro m³

Tatsächliche verbrauchte Betonmenge:

$$23,10 \text{ m}^3 * 1,02 = 23,56 \text{ m}^3$$

Materialkosten gesamt:

$$23,56 \text{ m}^3 * 98,00 \text{ €/m}^3 = 2308,88 \text{ €}$$

Materialkosten pro m³ verdichtetem Betonvolumen :

$$\frac{2308,88 \text{ €}}{23,10 \text{ m}^3} = 99,95 \text{ €/m}^3$$

Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Autobetonpumpe

Die Kostenübersicht in Tab. 3.7 fasst Betonförderungs-, Betoneinbau- und Materialkosten zusammen. Es werden einerseits die Gesamtkosten und die Einheitskosten pro Kubikmeter Beton ausgewiesen. Es ist zu erkennen, dass die Materialkosten den größten Teil ausmacht. Aufgrund der hohen Pumpleistung die mittels Autobetonpumpe erzielt werden können, fallen die Einsatzstunden und Betoneinbaukosten gering aus.

Tab. 3.7: Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Autobetonpumpe

	Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³
Betonförderung	489,53	21,19
Betoneinbau	238,68	10,33
Material – Beton	2308,88	99,95
Summe:	3037,09	131,47

Variante 2: Betoneinbringung mittels Kran und Silokübel

Bei dieser Variante wird, wie bereits erwähnt, der Beton mittels einem Kran und Silokübel eingebracht. Die Dimensionieren des Krans hinsichtlich der maximalen Last und Ausladungslänge ist bereits in Kapitel 3.1 vorgenommen worden. Die Kosten für den Schnellmontagekran wird im folgenden berechnet. Zusätzlich dazu werden die Personal- und Materialkosten der Tätigkeit ermittelt.

Geräte kalkulation – Betonförderkosten pro Stunde

Für die Berechnung der Betonförderkosten pro Stunde werden die Abschreibungs- und Verzinsungsbeträge sowie die Reparaturkosten des Schnellmontagekrans mit dazugehörigen Ausleger, Turmstücken und Silokübel benötigt.

Berechnung der Kosten pro Stunde für den Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger inkl. Silokübel

AV/h:	$(2850 \text{ €/Mo} + 11,00 \text{ €/Mo} * 18,00 \text{ m} + 47,50 \text{ €/Mo} * 14,00 \text{ m} + 31,50 \text{ €/Mo}) * 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	= 15,42 €/h
Rep/h:	$(1490 \text{ €/Mo} + 5,70 \text{ €/Mo} * 18,00 \text{ m} + 25,00 \text{ €/Mo} * 14,00 \text{ m} + 22,50 \text{ €/Mo}) * 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	= 9,27 €/h
Strom:	$16,00 \text{ kW} * 0,20 \text{ €/kWh} * 50 \%$	= 1,60 €/h
Fahrer:	$39,00 \text{ €/h}$	= 39,00 €/h
Betonförderkosten pro Stunde:		$\Sigma 65,27 \text{ €/h}$

Im nächsten Schritt werden die Betonförderkosten gesamt und je m³ Beton berechnet. Vor Ermittlung der Betonförderkosten, müssen der tatsächliche (tats.) Kübelinhalt, die mögliche Spielanzahl pro Stunde sowie Förderleistung und -dauer berechnet werden.

Berechnung des tatsächlichen Kübelinhalts

Für den tatsächlichen Kübelinhalt ($V_{unverd.}$) wird angenommen, dass der Kübel beim Befüllen durch den Transportmischer immer nur zu 90 % ausgenutzt wird.
tatsächlicher Kübelinhalt ($V_{unverd.}$):

$$\text{Silokübelinhalt} * \text{Füllgrad Silokübel} = 7501 * 90 \% = 6751 = 0,675 \text{ m}^3$$

tatsächlicher Kübelinhalt ($V_{verd.}$):

$$\frac{\text{tats. Kübelinhalt } (V_{unverd.})}{\text{Verdichtungsmaß}} = \frac{0,675 \text{ m}^3}{1,10} = 0,61 \text{ m}^3$$

Für die Spielzeit des Silokübelns werden 4 Minuten pro Spiel angenommen. Zur Spielzeit zählt das Anfüllen des Kübels, die Fahrzeit des Krans mit dem gefüllten Kübel zum Einbringort, die Zeit für das Entladen und die Rückfahrt zum Transportbetonmischer.

Berechnung der Förderdauer

Umrechnung auf die Spielanzahl pro Stunde:

$$\frac{60 \text{ min/h}}{4,00 \text{ min/Spiel}} = 15 \text{ Spiele/h}$$

Förderleistung ($V_{verd.}$):

$$\begin{aligned} \text{Spielanzahl pro Stunde} * \text{tats. Kübelinhalt } (V_{verd.}) &= \\ &= 15 \text{ Spiel/h} * 0,61 \text{ m}^3 = 9,15 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Förderdauer:

$$\frac{\text{Betonvolumen}}{\text{Förderleistung}(V_{verd.})} = \frac{23,10 \text{ m}^3}{9,15 \text{ m}^3/\text{h}} = 2,52 \text{ h}$$

Schlussendlich können mittels der Förderdauer die gesamten Betonförderkosten und Betonförderkosten je m^3 berechnet werden. Die Betonförderkosten je Stunde (65,33 €/h) sind bereits auf der Seite zuvor berechnet worden.

Berechnung der Betonförderkosten

gesamte Betonförderkosten des Schnellmontagekrans:

$$\begin{aligned} \text{Förderdauer} * \text{Betonförderkosten je Stunde} &= \\ &= 2,52 \text{ h} * 65,27 \text{ €/h} = 164,48 \text{ €} \end{aligned}$$

Betonförderkosten je m^3 :

$$\frac{\text{Betonförderkosten gesamt}}{\text{Betonvolumen}} = \frac{164,48 \text{ €}}{23,10 \text{ m}^3} = 7,12 \text{ €/m}^3$$

Betoneinbau – Personalkosten

Die Berechnung der Kosten für den Betoneinbau, d. h. die Personalkosten erfolgt im Anschluss. Zuvor wird jedoch der Einbauvorgang mittels Kran und Silokübel in den folgenden Aufzählungspunkten beschrieben:

1. Der Silokübel wird neben bzw. hinter dem Transportbetonmischer abgestellt und über die Rutsche des Mixers befüllt. Für diese Arbeit sind der Fahrer des Transportbetonmischer und ein Arbeiter aus der Betoniermannschaft zuständig.

2. Nun kann der befüllte Silokübel mit dem Kran angehoben und zur Einbaustelle geschwenkt werden. Der Einweiser gibt dem Kranführer Anweisungen zur richtigen Positionierung des Kübels. An der Einbaustelle angekommen, sollte der Kübel in einer geringen Höhe über der Bewehrung zum Stehen kommen.
3. Nun wird der Silokübel von zwei Arbeitern übernommen. Mittels einem Drehrad oder einem Hebel wird die Segmentöffnung des Kübels geöffnet und der Beton tritt aus. Durch das weiter schwenken des Kübels über die Decke wird der Beton verteilt.
4. Sobald der Kübel leer ist, verschließt ein Arbeiter die Segmentöffnung und der Kübel wird zurück zum Fahrmischer geschwenkt. Dieser beschriebene Vorgang wiederholt sich einige Male, bis das Fundament oder die Decke mit Beton ausgefüllt ist.
5. Während dessen kann an Bereichen, wo bereits der Beton eingefüllt wurde, verdichtet werden. Das Verdichten geschieht mittels Innenvibratoren (= Flaschenrüttler). Für diese Tätigkeit werden zumeist ein bis zwei Arbeiter eingeteilt.
6. Sowie schon beim Betoneinbau mittels Autobetonpumpe beschreiben, wird nach Einbringen und Verdichten des Betons dieser glatt gezogen und die Höhe der Fundament- bzw. Deckenoberkante überprüft.

Für das Einbringen, Verdichten und Nachbehandeln des Betons muss eine Mannschaftsstärke gewählt werden. Dies geschieht im folgenden Berechnungspunkt.

Berechnung der Personalstunden

Es wird angenommen, dass ein Arbeiter (Arb.) für die Befüllung des Silokübels zuständige ist, zwei Arbeiter für die Kübelentleerung und das Betonverdichten übernehmen. Des Weiteren glättet ein Arbeiter den Beton und kontrolliert die Ebenheit der Oberfläche. Für das Glätten und Abziehen des Betons wird ein Aufwandswert von $0,05 \text{ h/m}^2$ angenommen [30]. Die Fundamentfläche beträgt laut Mengenermittlung $92,40 \text{ m}^2$.

Befüllen des Silokübels:	1 Arb. * 2,52 h	= 2,52 h
Entleerung des Silokübels und Betonverdichtung:	2 Arb. * 2,52 h	= 5,04 h
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1 Arb. * 4,62 h	= 4,62 h
Personalstunden gesamt		Σ 12,18 h

Mithilfe der Personalstunden und der Mittellohnkosten werden die gesamten Personalkosten berechnet. Die Division der gesamten Personalkosten durch die benötigte Betonkubatur ergeben die Personalkosten je m^3 verdichtetem Beton.

Ermittlung der Personalkosten sowie Personalkosten pro m^3

Personalkosten gesamt:

$$12,18 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 475,02 \text{ €}$$

Personalkosten pro Betonvolumen m³ (verd.):

$$\frac{475,02 \text{ €}}{23,10 \text{ m}^3} = 20,56 \text{ €/m}^3$$

Betoneinbaukosten – Kosten für Kleingeräte

Wie zuvor schon erwähnt, ist es üblich, dass Kleingeräte als Zuschläge über den Mittellohnpreis in die Personalgemeinkosten hinzugerechnet werden [43, S. 10]. Das heißt sie fließen in diese Berechnung nicht ein.

Materialkosten

Die Materialkosten setzen sich wie bereits in Variante 1 erwähnt aus den Betonkosten „frei Bau“ und den Betonverlusten zusammen. Die Betonkosten können daher aus der Berechnung der vorherigen Variante entnommen werden. Sie betragen 2308,88 €, das entspricht 99,95 €/m³.

Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Kran und Silokübel

Die Kostenübersicht fasst die Betonförderungs-, Betoneinbau- und Materialkosten zusammen. Es werden einerseits die Gesamtkosten und die Einheitskosten pro Kubikmeter Beton ausgewiesen.

Tab. 3.8: Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Kran und Silokübel

	Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³
Betonförderung	164,48	7,12
Betoneinbau	475,02	20,56
Material – Beton	2308,88	99,95
Summe:	2948,38	127,63

Es ist zu erkennen, dass die Materialkosten den größten Teil der Gesamtkosten ausmachen. Aufgrund der geringen Pumpleistung die mittels Kran und Silokübel erzielt werden kann, fallen die Einsatzstunden und Betoneinbaukosten höher aus, als bei Variante 1.

3.3.6 Zusammenfassung

Im Folgenden werden die beiden Varianten, sprich die Betoneinbringung mittels Autobetonpumpe und Kran mit Silokübel verglichen. Dabei werden neben der Gegenüberstellung der Kenngrößen der Varianten genauso die absoluten Kosten verglichen. Der letzte Punkt fasst alle Kosten für die Fundamentarbeiten zusammen.

Vergleich der Parameter

Tab. 3.9 stellt Gerätekosten pro Stunde, Förderleistung und Förderdauer gegenüber. Zu sehen ist, dass die Gerätekosten pro Stunde (Betonförderungskosten pro Stunde) der Autobetonpumpe um einiges teurer sind als mittels Kran und Silokübel. Jedoch ist die Förderleistung um ein Vielfaches höher. Der Vergleich der Förderdauer zeigt, dass diese ungefähr gleich ist.

Tab. 3.9: Gegenüberstellung der Parameter – Variante 1 und 2

	Autobetonpumpe	Kran + Silokübel
Gerätekosten pro Stunde:	195,81 €/h	65,27 €/h
Förderleistung:	46,15 m ³ /h	9,15 m ³ /h
Förderdauer:	2,50 h	2,52 h

Es ist zu ergänzen, dass in der Förderdauer der Autobetonpumpe der An- und Abtransport sowie der Auf- und Abbau der Pumpe mit eingerechnet wird. Da die Autobetonpumpe vom unternehmenseigenen Bauhof gebracht wird, ist hier die An- und Abfahrt mit einzuberechnen. Wenn der Silokübel vom unternehmenseigenen Bauhof stammt, wird dieser im Zuge der Baustelleneinrichtung mitgeliefert. Somit sind für den An- und Abtransport des Silokübel keine weiteren Kosten anzusetzen.

Kostenübersicht

In Tab. 3.10 sind die Gesamtkosten und Einheitskosten der zwei Betonförderungsmethoden gegenübergestellt. Einerseits ist die Förderung mit Autobetonpumpe und andererseits mittels Schnellmontagekran inkl. Silokübel dargestellt.

Tab. 3.10: Gegenüberstellung der Kosten – Variante 1 und 2

	Autobetonpumpe		Kran + Silokübel	
	Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³	Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³
Förderung	489,53	21,19	164,48	7,12
Einbau	238,68	10,33	475,02	20,56
Material	2308,88	99,95	2308,88	99,95
Summe:	3037,09	131,47	2948,38	127,63

Der Vergleich zeigt, dass die Betonförderung mittels Autobetonpumpe teurer ist als mit Kran und Silokübel. Des Weiteren ist zu erkennen, dass mit der Autobetonpumpe mehr und schneller Betonvolumina gefördert werden kann. Somit entstehen geringere Personalkosten für den Betoneinbau. Die Zeit, die benötigt wird um 1 m³ Beton mittels Kübel und Kran einzubringen, ist um ein Vielfaches höher. Für kleine Betonmengen, wie für das EFH gebraucht werden, ist der Unterschied nur marginal.

Gesamtkosten

Die Gesamtkosten der Fundamentarbeiten setzen sich aus den Kosten der Sauberkeitsschicht, Randschalung, Bewehrung sowie der Betoneinbringungsart zusammen. Beim Kostenvergleich der beiden Varianten in Tab. 3.11 ist zu sehen, dass die Einbringung mit Kran und Silokübel kostengünstiger ist. Dies kann auf die niedrigeren Betonförderungskosten, die für den Betoneinbau erforderlich sind, zurückgeführt werden. Die übrigen Kosten, sprich alle Kosten bis auf die Betonförderung bzw. -einbringung, sind bei beiden Varianten exakt gleich. In Summe betragen die Kosten der Fundamentarbeiten bei Betrachtung der Variante 1 5984,86 € und bei Variante 2 5896,15 €.

Tab. 3.11: Darstellung der Gesamtkosten – Fundament

	Autobetonpumpe €	Kran + Silokübel €
Sauberkeitsschicht	1157,11	1157,11
Randschalung	361,70	361,70
Bewehrung	1428,96	1428,96
Betonförderung	489,53	164,48
Betoneinbau	238,68	475,02
Material – Beton	2308,88	2308,88
Summe:	5984,86	5896,15

3.4 Kelleraußenwände aus Ortbeton

Nach dem Herstellen des Fundaments können die Arbeiten für die Kelleraußenwände beginnen. Diese werden in Ortbeton hergestellt. Dazu wird Material für Schalung, Bewehrung (Stabstahl, Mattenbewehrung) und Beton benötigt.

3.4.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Den Wesentlichsten Teil für die Herstellung von Wänden in Ortbetonbauweise stellen die Schalungselemente dar. Die Schalung wird vom unternehmenseigenen Bauhof angeliefert oder von externen Lieferanten an die Baustelle transportiert. Es wird eine Alu-Rahmenschalung ausgewählt, welche mit dem Kran leicht einzuheben und aufzustellen ist.

Nach der Aufstellung einer Schalungsseite müssen die Einbauteile und Durchlässe eingebaut werden. Dies geschieht mittels Holzbretter oder Einbauteilen, die so angebracht werden, dass eine Aussparung entsteht. Die Bewehrung wird um diese Aussparung verlegt. Die Größen, Breiten und Höhen der Aussparungen sind aus den zugehörigen Schalungsplänen zu entnehmen. Alle Durchbrüche, die später benötigt werden, müssen auf selbe Art angebracht werden.

Die Bewehrung und Bewehrungskörbe sind im nächsten Arbeitsschritt einzulegen. Nach Erledigung dieser Arbeiten, wird die zweite Schalungsseite eingehoben und angebracht. Es ist darauf zu achten, dass genügend Anker die beiden Schalungsseiten verbinden. Diese dienen dazu, dass die Schalung beim Betonieren den Druck standhält und nicht ausbeult.

Nach Erledigung entsprechender Vorarbeit kann mit dem Betonieren begonnen werden. Die Berechnung der Betoneinbringungsvarianten erfolgt analog wie die Betonförderung im Kapitel 3.3, mit den beiden Varianten:

- **Variante 1:** Betoneinbringung mittels Autobetonpumpe
- **Variante 2:** Betoneinbringung mittels Kran und Silokübel

Während des Einbringens von Beton in die Kellerwandschalung muss dieser mittels Innenrüttler verdichtet werden. Es ist darauf zu achten, dass der Beton schichtweise in geringen Höhen eingebracht wird. Weiters darf der Beton nur aus kleiner Höhe über der Einbringstelle eingefüllt werden. Bei größeren Fallhöhen droht die Entmischung des Betons. Im Anschluss an das Einbringen des Betons wird dieser mittels Flaschenrüttler verdichtet.

Nach dem Aushärten des Betons kann die Schalung entfernt werden. Dies geschieht praxisgemäß nach 2 – 3 Tagen. Je nach Witterung kann diese nach den genannten Tagen ausgeschalen werden. Die Endfestigkeit erreicht der Stahlbeton jedoch erst nach 28 Tagen. Die Schalungsteile müssen nach dem Einsatz gereinigt und mit Schalöl eingefettet werden.

Für den Schutz der Betonwände gegen erdfeuchten Boden, wird eine Abdichtung an die Außenseite der Kellerwände angebracht. Dazu wird zuerst ein Voranstrich aus Bitumen angebracht und im Anschluss die Abdichtung aus Polymerbitumen im Flämmverfahren. Nach Aushärten der Abdichtungsschicht ist eine Perimeterdämmung anzubringen. Zm Schutz der Dämmung vor dem Hinterfüllungsmaterial wird zusätzlich eine Noppenbahn angebracht.

3.4.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 3.12 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 3.12: Parameter zur Kostenkalkulation – Kelleraußenwände

Abminderungsfaktor der monatlichen Sätze für:	
Abschreibung und Verzinsung:	0,70
Reparaturentgelt:	0,80
Personal:	
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8 h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170 h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21 AT/Mo
Mittellohnkosten	39,00 €/h
Gerät – Diesel	
Dieselposten	1,10 €/l
Dieserverbrauch	0,20 l/kWh
Schmierstoffe 10 % der Treibstoffkosten	10 %
Gerät – Strom:	
Stromkosten	0,20 €/kWh
Auslastungsgrad Kran (Betonvorgang)	50 %
Füllgrad Silokübel	90 %
Material – Beton:	
Druckfestigkeit	C 25/30
Expositionsklasse	XC1 (PB)
Konsistenzklasse	F 45
Verdichtungsmaß ($\frac{V_{unverdichtet}}{V_{verdichtet}}$) =	1,10
Größtkorn	GK 22
Kosten (Lieferung frei Bau) ($V_{verd.}$)	98,00 €/m ³

3.4.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Es werden dieselben Leistungsgeräte angenommen wie im Kapitel 3.3. Die verwendeten Geräte sind in Tab. 3.13 überblicksmäßig dargestellt. Die detaillierten Informationen zu den Leistungsgeräten sind im Kapitel 3.3.2 auf Seite 79 zu finden.

Tab. 3.13: Gewählte Leistungsgeräte für die Errichtung der Kelleraußenwände in Ortbeton

Transportbetonmischer:	
Transportbetonmischer zum Aufbau auf LKW-Fahrgestell	B.4.60.0700
Lastkraftwagen 8 x 4	P.2.02.0320
Autobetonpumpe:	
Autobetonpumpe mit Zweizylinder-Kolbenpumpe	B.7.60.0728
Lastkraftwagen 8 x 4	P.2.02.0320
Kran:	
Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger	C.0.03.0060
Ausleger	C.0.03.****-AA
Turmstücke	C.0.03.****-BA
Silokübel:	
Silokübel mit Bodenentleerung, Segmentverschluss	C.3.00.0750

Zusätzlich zu den aufgezählten Leistungsgeräten wird ein 4 Tonnen Bagger für das Hinterfüllen der Baugrube und eine Vibrationswalze angenommen. In Abb. 3.25, Abb. 3.26 und Abb. 3.27 werden der ausgewählte Bagger, Tieflöffel und die Vibrationswalze dargestellt.

D.1.02 **Hydraulikbagger mit Raupenfahrwerk < 36 kW** RAUPENBAGGER < 36

Beschreibung:

Tunnelbagger siehe H.5.0

Maschinensteuerung siehe Y.9

Grundgerät mit Standardlaufwerk, Ausleger (Monoblock), Löffelstiel, Fahrerkabine ROPS

Grabgefäße siehe D.1.6 , Schutzbelüftung und Entstaubung siehe Hauptgruppe M

Mit: Sichtfeldüberwachung nach gesetzlichen Vorschriften, Schildabstützung, Einrichtung zum seitl. Schwenken

Ohne: Schnellwechsler, Arbeitswerkzeug

Kenngroße(n): Motorleistung (kW)

Nr.	Motorleistung	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	kW	kg	Euro	Euro	Euro
D.1.02.0030	30	4000	57000,00	1650,00	1030,00

Abb. 3.25: Hydraulikbagger D.1.02.0030 – Auszug aus BGL 2020 [17]

- D.1.60 Tieflöffel**
TIEFLOEFFEL
- Beschreibung:**
Mit oder ohne Lasthaken und Aufnahme für Schnellwechseleinrichtung
Verschleißteil(e): Auftragsschweißung, Zähne, Schneiden und Verschleißspitzen komplett mit Befestigungsmaterial
Kenngroße(n): Tieflöffelinhalt (l)

Nr.	Tieflöffelinhalt	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	l	kg	Euro	Euro	Euro
D.1.60.0050	50	62	940,00	27,50	27,50

Abb. 3.26: Tieflöffel D.1.60.0050 – Auszug aus BGL 2020 [17]

- D.8.40 Vibrationsgrabenwalze**
VIBRO GRABENWALZE
- Beschreibung:**
Mit Stampf- oder Schafffüßen
Grundgerät mit Dieselmotor, handgeführt, Antrieb auf beiden Bandagen, Vibration abschaltbar
Ab Nr. 0230: Mit Fahrerschutzdach ROPS
Kenngroße(n): Betriebsgewicht (kg) ohne Anbaugeräte/Ballastierung

Nr.	Betriebsgewicht	Motorleistung	Walzenbreite	Gewicht	Mittlerer Neuwert	Monatlicher Abschreibungs- und Verzinsungsbetrag	Monatliche Reparaturkosten
	kg	kW	mm	kg	Euro	Euro	Euro
D.8.40.0070	700	10	560	700	22700,00	865,00	590,00

Abb. 3.27: Vibrationsgrabenwalze D.8.40.0070 – Auszug aus BGL 2020 [17]

3.4.4 Mengenermittlung

In diesem Punkt werden die Mengen, welche für die Berechnung notwendig sind, ermittelt. Die erforderlichen Abmessungen sind aus der Abb 3.18 auf Seite 73 zu entnehmen. Des Weiteren werden Regelungen laut ÖNORM B 2204 definiert, welche die Mengenermittlung hinsichtlich Abzug von Öffnungen, Schlitzten oder Nischen vereinheitlicht.

Betonkubatur – Kelleraußenwände

Für die Mengenermittlung von Stahlbetonkubaturen ist es wichtig zu wissen, ob Öffnungen, Schlitzte oder Nischen mit einer bestimmten Abmessung von der Gesamtmasse subtrahiert werden müssen. Die *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen* [45] gibt Aufschluss darüber, ab welcher Größe Flächen oder Kubaturen abzuziehen sind. Das Vorgängerdokument dieser Norm war die *ÖNORM B 2211: 2009 06 01 Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten* [46], welche vom Normungsinstitut zurückgezogen wurde.

In der *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen* [45] wird zum Thema Raummaßermittlung von Stahlbetonarbeiten Folgendes verlautbart [45, S. 9]:

„[...] Die durch die Bewehrung und durch Einbauteile (z. B. Stabstähle, Profilstähle, Spannbetonbewehrung mit Zubehör, Ankerschienen) verdrängten Betonmengen sind vom Raummaß nicht abzuziehen.

Es gelten folgende Vereinfachungen für die Ausmaßfeststellung der Betonmenge:

a) Nicht abzuziehen sind Nischen, Einbindungen von Werkstücken, Fertigteilen (z. B. Überlagen) bis zu einer Einzelgröße von $0,10 \text{ m}^3$ oder verdrängte Betonmenge sowie Schlitzte u. dgl. bis $0,01 \text{ m}^2$ je Meter Länge. [...]“

Mit gewonnener Information aus der ÖNORM werden im Folgenden die Mengen der Kelleraußenwände ermittelt. Bei Betrachtung des EFH werden unter Berücksichtigung der angeführten Regelungen aus der Norm nur die Fenster abgezogen.

Mengenermittlung – Kubatur Kelleraußenwände

Für die Ermittlung der Kellerwandkubaturen sind die Längen der Wände zu addieren und mit der Höhe (2,45 m) und Dicke (0,25 m) der Wand zu multiplizieren. Im Anschluss werden die erforderlichen Kubaturen der Fenster und Öffnungen abgezogen.

Kubatur der gesamten Außenwände:

$$(10,26 \text{ m} * 2 + 8,06 \text{ m} * 2) * 0,25 \text{ m} * 2,45 \text{ m} = 22,44 \text{ m}^3$$

Fenster – Größe $1,00 \text{ m} * 0,63 \text{ m}$ (b x h):

$$1,00 \text{ m} * 0,63 \text{ m} * 0,25 \text{ m} = 0,16 \text{ m}^3 > 0,10 \text{ m}^3$$

→ Fensterkubatur wird abgezogen

Fenster – Größe $2,00 \text{ m} * 0,80 \text{ m}$ (b x h):

$$2,00 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 0,25 \text{ m} = 0,40 \text{ m}^3 > 0,10 \text{ m}^3$$

→ Fensterkubatur wird abgezogen

Wanddurchführungen, wie RDS-EVO D100, welche in Abb. 3.18 (Seite 73) ersichtlich sind, werden nicht von der gesamten Betonkubatur abgezogen. Sie erfüllen nicht die Bedingungen aus der *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen* [45].

Es ergibt sich unter Berücksichtigung der Fensteranzahl somit eine Kubatur (V_{gesamt}) der Kelleraußenwand von:

$$V_{ges.} = 22,44 \text{ m}^3 - 2 * 0,16 \text{ m}^3 - 2 * 0,40 \text{ m}^3 = 21,32 \text{ m}^3$$

Betonkubatur – Stütze

Laut Statik bzw. Prüfingenieur ist eine Stütze in mitten des Kellergeschosses notwendig. Die Abmessungen der Stütze im KG betragen $30 \text{ cm} * 25 \text{ cm}$. Die Stütze im Obergeschoss besitzt Abmessungen von $25 \text{ cm} * 25 \text{ cm}$. Der Vollständigkeit halber wird die Ermittlung der Kubatur und anschließende Leistungsberechnung in diesem Kapitel vorgenommen.

Ermittlung der Betonkubatur der Stütze

Stütze im KG: Die Höhe der Stütze im Kellergeschoss beträgt 2,25 m. Dies ergibt sich aus dem Plan, worin beschrieben ist, dass die Stütze bis Sturzunterkante (STUK) reicht. Somit wird die Sturzhöhe der anschließenden Tür (2,00 m) mit der Höhe des Fußbodenaufbaus (0,25 m) addiert.

$$0,30 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,25 \text{ m} = 0,17 \text{ m}^3$$

Stütze im OG: Die Höhe der Stütze ist ident zu der im Kellergeschoss (2,25 m). Somit ergibt sich eine Betonkubatur von:

$$0,25 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2,25 \text{ m} = 0,14 \text{ m}^3$$

In Summe beträgt die Betonkubatur der beiden Stützen $0,31 \text{ m}^3$.

Schalungsfläche – Kelleraußenwände

Die Schalungsfläche stellt die abgewinkelte Fläche der Betonwand dar. Öffnungen, Aussparungen und Bauteile bis $0,50 \text{ m}^2$ sind nicht zu berücksichtigen und somit nicht abzuziehen. Bei größeren Öffnungen ($> 0,50 \text{ m}^2$) muss die Fläche von der Schalungsfläche abgezogen werden und die Leibungsfläche der Öffnung zur Schalungsfläche addiert werden [45].

Mengenermittlung – Schalungsfläche Kelleraußenwände

Für die Ermittlung der Schalungsflächen sind die Längen der Wände zu addieren und diese mit Höhe der Wand (2,45 m) zu multiplizieren. Im Anschluss sind die Fensteröffnungen abzuziehen und die Leibungsflächen hinzu zuzählen.

Schalungsfläche der Kelleraußenwand – Außenfläche:

$$(10,26 \text{ m} * 2 + 8,56 \text{ m} * 2) * 2,45 \text{ m} = 92,22 \text{ m}^2$$

Schalungsfläche der Kelleraußenwand – Innenfläche:

$$(8,06 \text{ m} * 2 + 9,76 \text{ m} * 2) * 2,45 \text{ m} = 87,32 \text{ m}^2$$

Fenster – Größe $1,00 \text{ m} * 0,63 \text{ m}$ (b x h):

Ermittlung der Fensterfläche:

$$1,00 \text{ m} * 0,63 \text{ m} = 0,63 \text{ m}^2 > 0,50 \text{ m}^2$$

→ Fensterfläche wird abgezogen

Hinzurechnung der Leibungsfläche:

$$1,00 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 + 0,63 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 = 0,82 \text{ m}^2$$

Fenster – Größe 2,00 m * 0,80 m (b x h):

Ermittlung der Fensterfläche:

$$2,00 \text{ m} * 0,80 \text{ m} = 1,60 \text{ m}^2 > 0,50 \text{ m}^2$$

→ Fensterfläche wird abgezogen

Hinzurechnung der Leibungsfläche:

$$2,00 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 + 0,80 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 = 1,40 \text{ m}^2$$

Es ergibt sich unter Berücksichtigung der Fensteranzahl somit eine Schalungsfläche (F_{gesamt}) der Kelleraußenwand von:

$$F_{ges.} = 92,22 \text{ m}^2 + 87,32 \text{ m}^2 - 2 * 0,63 \text{ m}^2 + 2 * 0,82 \text{ m}^2 - 2 * 1,60 \text{ m}^2 + 2 * 1,40 \text{ m}^2 = 179,52 \text{ m}^2$$

Schalungsfläche – Stütze

Die Schalungsfläche stellt die abgewinkelte Fläche der Stütze dar. In folgender Berechnung werden die Flächen für die Schalung im Keller- und Obergeschoss berechnet.

Ermittlung der Schalungsfläche der Stütze

Stütze im KG: Die Höhe der Stütze im Kellergeschoss beträgt wie zuvor beschrieben 2,25 m. Die Abmessungen betragen 0,30 m x 0,25 m.

$$(0,30 \text{ m} * 2,25 \text{ m}) * 2 + (0,25 \text{ m} * 2,25 \text{ m}) * 2 = 2,48 \text{ m}^2$$

Stütze im OG: Die Höhe der Stütze ist ident zu der im Kellergeschoss. Somit ergibt sich eine Schalungsfläche von:

$$(0,25 \text{ m} * 2,25 \text{ m}) * 2 + (0,25 \text{ m} * 2,25 \text{ m}) * 2 = 2,25 \text{ m}^2$$

In Summe beträgt die Schalungsfläche der beiden Stützen 4,73 m².

Abdichtungsfläche

Die Kelleraußenwände werden mittels Bitumenanstrich abgedichtet. Da die Kellerwände nicht im Grundwasser erbaut werden, muss ausschließlich eine Abdichtung gegen den erdfeuchten Boden hergestellt werden. Die Höhe der abzudichtenden Fläche reicht von der Fundamentunterkante bis 30 cm über GOK. Somit ergibt sich eine Höhe von 3,45 m. Es wird im Folgenden die gesamte Fläche, die abgedichtet werden muss, berechnet, obwohl die Decke und das Mauerwerk des Erdgeschosses theoretisch erst später errichtet werden. Zur Vervollständigung wird es in diesem Zuge der Berechnung miteinbezogen.

Ermittlung der Abdichtungsfläche

Es ergibt sich aus Höhe und Umfang des Kellergeschosses folgende Fläche:

$$F = (10,50 \text{ m} * 2 + 8,56 \text{ m} * 2) * 3,45 \text{ m} = 131,51 \text{ m}^2$$

Abzug der Fensterflächen:

$$1,00 \text{ m} * 0,63 \text{ m} * 2 + 2,00 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 2 = 4,46 \text{ m}^2$$

Abdichtungsfläche:

$$F_{ges.} = 131,51 \text{ m}^2 - 4,46 \text{ m}^2 = 127,05 \text{ m}^2$$

Dämmung

Nach dem Aufbringen der Abdichtung kann die Perimeterdämmung angebracht werden. Diese ist 12 cm dick und wird 50 cm über die Kellerrohdeckenoberkante verklebt. Somit ergibt sich eine Höhe, auf der die Dämmung verklebt wird, von 3,15 m.

Ermittlung der Dämmungsfläche

Mithilfe des Umfangs und der Höhe ergibt sich folgende Fläche:

$$F = (10,50 \text{ m} * 2 + 8,56 \text{ m} * 2) * 3,15 \text{ m} = 120,08 \text{ m}^2$$

Abzug der Fensterflächen:

$$1,00 \text{ m} * 0,63 \text{ m} * 2 + 2,00 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 2 = 4,46 \text{ m}^2$$

Dämmungsfläche:

$$F_{ges.} = 120,08 \text{ m}^2 - 4,46 \text{ m}^2 = 115,62 \text{ m}^2$$

Hinterfüllen der Baugrube

Die Baugrube wird nach Anbringen der Abdichtung und Perimeterdämmung verfüllt. Zum Schutz der Dämmung wird jedoch noch eine Noppenmatte davor angebracht. Für die Ermittlung des Hinterfüllungsvolumens sind von der gesamten Kubatur der Baugrube das Volumen des Hauses bis zur GOK abzuziehen.

Ermittlung des Hinterfüllungsvolumen

Dafür wird die Kubatur, welche aus Aushubberechnung hervorging, herangezogen. Die Kubatur des Bauwerks bis zur Humusschicht wird davon abgezogen. In Abb. 3.17 (Seite 70) ist die anzusetzende Höhe dargestellt.

$$V = (485,90 \text{ m}^3 - (3,05 \text{ m} * 10,50 \text{ m} * 8,80 \text{ m})) = 204,08 \text{ m}^3$$

3.4.5 Leistungsberechnung

Bevor die zwei Varianten der Betonförderung berechnet werden, müssen noch die Schalung aufgestellt und die Bewehrung eingebracht werden. Im folgender Berechnung werden die Kosten und Arbeitsdauern beider Schalungsseiten gleichzeitig berechnet. Es erfolgt keine Unterteilung der Berechnung in die zwei Schalungsseiten.

Schalung aufstellen – Kelleraußenwand

Anfangs wird eine Seite der Schalung aufgestellt. Die Alu-Rahmenelemente werden mittels Kran eingehoben und aufgestellt. Dabei sind sie mit Richtstützen abzustützen und so gegen umfallen gesichert. Mit Schnellspanner erfolgt eine kraftschlüssige Verbindung der Elemente miteinander. Nach dem Einlegen der Bewehrung wird die zweite Schalungsseite angebracht. In den Berechnung werden beide Seiten gleichzeitig berechnet.

Die Dauer für das Einheben, Abbauen und Reinigen der Schalung werden mittels Aufwandswerten abgeschätzt. Der angenommene Aufwandswert enthält bereits die aufgezählten Tätigkeiten. Demnach sind keine weiteren Berechnungen für das Abbauen und Reinigen mehr nötig.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Aufstellen der Schalung

Zeitaufwand: Der Aufwandswert (AW) wird laut Literatur mit $0,70 \text{ h/m}^2$ angenommen [30]. Die Multiplikation des AW mit der gesamten Fläche beider Schalungsseite ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit.

$$179,54 \text{ m}^2 * 0,70 \text{ h/m}^2 = 125,68 \text{ h} \approx 125,70 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung der Personalkosten werden die Mittellohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$125,70 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 4902,30 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten der Schalung werden zu $34,20 \text{ €/m}^2$ angenommen [27],[62]. Somit ergeben sich die Schalungsmaterialkosten zu:

$$34,20 \text{ €/m}^2 * 179,51 \text{ m}^2 = 6140,27 \text{ €}$$

Für die Darstellung der gesamten Schalungsarbeit im Terminplan (Abb. 5.1) wird angenommen, dass dreiviertel des berechneten Zeitaufwands für das Aufstellen der Schalung benötigt wird. Ein Viertel wird für das Ausschalen und Reinigen in Anspruch genommen.

Schalung aufstellen – Stütze

Die Berechnung der Arbeitszeit für das Aufstellen der Stützenschalung erfolgt mit einem Aufwandswert. Im Zuge der Schalungsarbeiten für die Stahlbetonkellerwände wird die Stütze mitgeschalen, dafür werden Rahmenschalungselemente verwendet.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Aufstellen der Stützenschalung

Zeitaufwand: ES wird ein AW laut Literatur mit $1,15 \text{ h/m}^2$ angenommen [13, S. 185].

$$4,73 \text{ m}^2 * 1,15 \text{ h/m}^2 = 5,44 \text{ h} \approx 5,50 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung der Personalkosten werden die Mittellohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$5,50 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 214,50 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten der Schalung werden $34,20\text{ €/m}^2$ angenommen [27],[62]. Somit ergeben sich die Schalungsmaterialkosten zu:

$$34,20\text{ €/m}^2 * 4,73\text{ m}^2 = 161,77\text{ €}$$

Bewehrung einbringen – Kellerwände

Zeit und Kosten, die für das Einbringen der Bewehrung benötigt werden, ergeben sich aus dem AW. Zusätzlich wird angenommen, dass der Zeitaufwand für eine Tonne Bewehrung einlegen $27,00\text{ h}$ beträgt [58, S. 86]. Des Weiteren muss eine Annahme über den Bewehrungsgrad getroffen werden. Da keine Bewehrungspläne vorliegen, ist nur eine Abschätzung über den Bewehrungsgrad möglich. Dieser wird mit 50 kg/m^3 ($= 0,05\text{ t/m}^3$) angenommen [20, S. 146]. Der Wert beziehen sich dabei auf einen Kubikmeter verdichteter Beton.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Einlegen der Bewehrung

Zeitaufwand: Es ergibt sich eine Arbeitszeit für das Einbringen der Bewehrung von

$$27,00\text{ h/t} * 0,05\text{ t/m}^3 * 21,32\text{ m}^3 = 28,78\text{ h} \approx 28,80\text{ h.}$$

Personalkosten: Für die Berechnung der Personalkosten werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$28,80\text{ h} * 39,00\text{ €/h} = 1123,20\text{ €}$$

Materialkosten: Die überschlagsmäßig ermittelten Kosten pro Tonne Bewehrung belaufen sich auf $511,50\text{ €/t}$ [48, S. 53]. Diese ergeben sich aus der Mittelung der Kosten von Betonstabstahl und Betonstahlmatten aus genannter Quelle.

Bevor die Kosten berechnet werden können ist zuerst das Bewehrungsgewicht, welches pro eingebauten m^3 Beton nötig ist, zu ermitteln.

$$50\text{ kg/m}^3 * 21,32\text{ m}^3 = 1066,00\text{ kg} = 1,07\text{ t}$$

Nun können die Materialkosten durch Multiplikation der Kosten pro Tonne Bewehrung und dem benötigten Bewehrungsgewicht berechnet werden.

$$1,07\text{ t} * 511,50\text{ €/t} = 547,31\text{ €}$$

Bewehrung einbringen – Stütze

Das Einlegen der Bewehrung in die Stütze nimmt im Vergleich zum Einlegen der Bewehrung in die Kellerwand mehr Zeit in Anspruch. Der Aufwandswert beträgt in diesem Fall $31,00\text{ h/t}$ [58, S. 86]. Der Bewehrungsgrad der Stütze ist dabei wesentlich höher als bei der Stahlbetonwand. Er wird mit 115 kg/m^3 ($= 0,115\text{ t/m}^3$) angenommen [20, S. 146].

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Einlegen der Stützenbewehrung

Zeitaufwand: Die Arbeitszeit für das Einbringen der Bewehrung berechnet sich folgendermaßen:

$$31,00 \text{ h/t} * 0,115 \text{ t/m}^3 * 0,31 \text{ m}^3 = 1,11 \text{ h} \approx 1,20 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung der Personalkosten werden die Mittellohncosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$1,20 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 46,80 \text{ €}$$

Materialkosten: So wie bei der Berechnung der Materialkosten für die Bewehrung der Kelleraußenwände, werden hier die selben Kosten angenommen. Um auf die endgültigen Bewehrungskosten für die Stütze zu kommen, muss zuerst das Bewehrungsgewicht errechnet werden.

Bewehrungsgewicht der Stütze:

$$115 \text{ kg/m}^3 * 0,31 \text{ m}^3 = 35,65 \text{ kg}$$

Materialkosten für die Bewehrung:

$$0,04 \text{ t} * 511,50 \text{ €/t} = 20,46 \text{ €}$$

Nach dem Einbringen der Bewehrung, wird die zweite Seite der werdenden Kelleraußenwand bzw. Stütze mit der Schalung abgedeckt. Dabei werden die beiden Schalseiten mit Ankern verbunden. Das Aufstellen der zweiten Schalungsseite ist bereits im verwendeten Aufwandswert für die Berechnung der Arbeitszeit der Schalungsarbeit miteinbezogen worden. Im Anschluss an die Schal- und Bewehrungsarbeiten kann der Beton eingebracht werden. Dies kann, wie zuvor schon erwähnt, auf zwei verschiedene Varianten geschehen.

Variante 1: Betoneinbringung mittels Transportbetonmischer und Autobetonpumpe

Bei dieser Variante kommt eine Autobetonpumpe mit einer Zweizylinder-Kolbenpumpe zum Einsatz. Die Berechnung Betoneinbringung mittels Transportbetonmischer und Autobetonpumpe erfolgt analog wie im Kapitel 3.3.5. Daher werden die Rechengänge in diesem Fall nicht mehr dargestellt. Es erfolgt eine tabellarische Darstellung (Tab. 3.14) der wichtigsten Zwischenergebnisse und Endergebnisse.

Tab. 3.14: Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Variante 1

Betonförderkosten pro Stunde	195,81	€/h
Praktische Umschlagzeit:	9,10	min
Praktische Förderleistung:	46,15	m ³ /h
Förderdauer:	0,47	h
An-, Abtransport, Auf- und Abbau (Annahme):	2,00	h
Betonförderkosten gesamt:	483,65	€
Betonförderkosten je m ³ verdichteten Beton:	22,36	€/m ³
Gewählte Mannschaft für Betoneinbau		
Bedienung Pumpenschlauch:	1	Arb.
Betonverdichtung (Innenrüttler):	2	Arb.
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1	Arb.
Gesamtstunden – Personal:	1,88	h
Personalkosten gesamt:	73,32	€
Personalkosten je m ³ verdichteten Beton:	3,39	€/m ³
Betonverlust:	2,00	%
Materialkosten gesamt:	2161,88	€
Materialkosten je m ³ verdichteten Beton:	99,95	€/m ³

Die Kostenübersicht in Tab. 3.15 fasst Betonförderungs-, Betoneinbau- und Materialkosten zusammen. Es werden einerseits die Gesamtkosten und andererseits die Einheitskosten pro Kubikmeter Beton von Variante 1 ausgewiesen.

Tab. 3.15: Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Autobetonpumpe (Variante 1)

	Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³
Betonförderung	483,65	22,36
Betoneinbau	73,32	3,39
Material	2161,88	99,95
Summe:	2718,85	125,70

Wie zu erkennen ist, tragen die Materialkosten den größten Teil zu den Gesamtkosten bei. Die Kosten für den Betoneinbau fallen gering im Gegensatz zur Betonförderung und zu den Materialkosten aus, da die Pumpleistung der Autobetonpumpe höher ist.

Variante 2: Betoneinbringung mittels Kran und Silokübel

Bei Variante 2 erfolgt die Betonförderung mittels einem Schnellmontagekran und Silokübel. Der Kran und Kübel sind bereits im Kapitel 3.4.3 ausgewählt worden. Wie bei Variante 1 (Betoneinbringung mittels Autobetonpumpe) wird der Rechenweg der Leistungsberechnung für die Betoneinbringung nicht mehr im Detail angeführt. Es erfolgt die Darstellung der Zwischen- und Endergebnisse. Der detaillierte Rechenverlauf ist in Kapitel 3.3.5 zu finden.

Tab. 3.16: Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Variante 2

Betonförderkosten pro Stunde	60,88	€/h
Spielanzahl pro Stunde:	15	Spiele/h
Förderleistung (verdichtetes Volumen):	9,15	m ³ /h
Förderdauer:	2,36	h
Betonförderkosten gesamt:	143,68	€
Betonförderkosten je m ³ verdichteten Beton:	6,64	€/m ³
Gewählte Mannschaft für Betoneinbau		
Befüllung – Silokübel:	1	Arb.
Entleerung – Kübel und Betonverdichtung:	2	Arb.
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1	Arb.
Gesamtstunden – Personal:	9,44	h
Personalkosten gesamt:	368,16	€
Personalkosten je m ³ verdichteten Beton	17,02	€/m ³
Betonverlust:	2,00	%
Materialkosten gesamt:	2161,88	€
Materialkosten je m ³ verdichteten Beton	99,95	€/m ³

So wie bereits in Tab. 3.15 zu erkennen war, tragen bei der Kostenübersicht in Tab. 3.17 die Materialkosten den größten Teil zu den Gesamtkosten bei. Die Kosten für den Betoneinbau mittels Kran und Silokübel sind dabei höher als die bei Betonbeinbau mit der Autobetonpumpe. Dies ist auf die längere Einbauzeit und Förderung des Betons von Transportbetonmischer zur Einbaustelle in der Schalung zurückzuführen. Es erfolgt keine kontinuierliche Betonförderung wie beim Einsatz einer Autobetonpumpe, da der Silokübel immer wieder beim Transportbetonmischer angefüllt und zurück zur Einbaustelle geschwenkt werden muss.

Tab. 3.17: Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Kran und Silokübel (Variante 2)

	Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³
Betonförderung	143,68	6,64
Betoneinbau	368,16	17,02
Material	2161,88	99,95
Summe:	2673,72	123,61

Kleingeräte

Die Kleingeräte werden, wie zuvor schon erwähnt als Zuschläge über den Mittellohnpreis in die Personalgemeinkosten hinzugerechnet werden [43, S. 10]. Das heißt sie werden bei dieser Kalkulation nicht berücksichtigt. Zur Information werden folgende Kleingeräte verwendet: Innenrüttler (BGL – B.9.31.0038), Spannungswandler (BGL – B.9.53.0015). Diese sind im Abschnitt Kleingeräte auf Seite 82 dargestellt.

Kellerwand ausschalen

Nach Einhaltung entsprechender Ausschalfristen kann die Betonwand ausgeschalen werden. Dabei sind die Anker, welche die zwei Schalungen zusammen gehalten haben, zu lösen. Im Anschluss werden die Schalungselemente gereinigt und mit Schalöl eingefettet. Daraufhin können die Schalungselemente vom Kran aufgehoben und auf der Baustelle für den nächsten Einsatz gelagert oder abtransportiert werden. Die Dauer für das Abbauen und das Reinigen der Schalung ist im Aufwandswert „Schalung aufstellen“ (0,70 h/m², [30]) bereits enthalten. Somit sind keine Berechnungen für das Ausschalen und Reinigen mehr nötig.

Für die Darstellung der gesamten Schalungsarbeit im Terminplan (Abb. 5.1) wird angenommen, dass dreiviertel des berechneten Zeitaufwands für das Aufstellen der Schalung benötigt wird. Ein Viertel wird für das Ausschalen und Reinigen in Anspruch genommen.

Abdichtung – Kellerwand

Für die Berechnung der Arbeitszeit werden Aufwandswerte zum Voranstrich und Aufbringen der Abdichtung angenommen. Die Materialkosten ergeben sich aus Preisen laut Internetrecherche.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Auftragen der Abdichtung

Zeitaufwand: Der Aufwandswert (AW) für das Aufbringen des Voranstrichs [30] beträgt 1,00 min/m². Der AW für das Aufbringen der bituminösen Abdichtung [30] wird mit 7,00 min/m² angenommen.

$$127,05 \text{ m}^2 * (1,00 \text{ min/m}^2 + 7,00 \text{ min/m}^2 * 2) = 1905,75 \text{ min} = 31,76 \text{ h} \approx 31,80 \text{ h}$$

Der AW für das Aufbringen der Abdichtung wird mit 2 multipliziert, da eine 2-lagige Abdichtung vorgesehen wird.

Personalkosten: Die Personalkosten ergeben sich wie folgt aus dem Zeitaufwand und den Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme von Seite 97.

$$31,80 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 1240,20 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten für Voranstrich und Abdichtung werden getrennt voneinander berechnet. Für den Voranstrich werden die Kosten mit 0,67 €/m² angenommen [22].

$$0,67 \text{ €/m}^2 * 127,05 \text{ m}^2 = 85,12 \text{ €}$$

Die Kosten für die bituminöse Abdichtung der Kellerwand, welche zweilagig aufgetragen wird, belaufen sich auf 9,22 €/m² [23].

$$9,22 \text{ €/m}^2 * 127,05 \text{ m}^2 * 2 = 2342,80 \text{ €}$$

In Summe ergeben sich Kosten für die gesamte Kelleraußenwandabdichtung von 3668,12 €.

Perimeterdämmung

Die Perimeterdämmung wird nach der Kellerwandabdichtung angebracht. Als Perimeterdämmung wird die Dämmung bezeichnet, die an erdberührten Bauteilen wie zum Beispiel der Kelleraußen-

wand oder unter der Fundamentplatte angebracht wird. In diesem Beispiel wird eine Dämmstärke von 12 cm angenommen.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Anbringen der Dämmung

Zeitaufwand: Für das Anbringen der Wärmedämmung wird ein AW von 5,50 min/m² angenommen [30]. Die Fläche der Perimeterdämmung ist bereits in der Mengenermittlung berechnet worden.

$$115,62 \text{ m}^2 * 5,50 \text{ min/m}^2 = 635,91 \text{ min} = 10,60 \text{ h} \approx 10,60 \text{ h}$$

Personalkosten: Die Personalkosten ergeben sich durch Multiplikation der Mittellohnkosten und der Zeit.

$$10,60 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 413,40 \text{ €}$$

Materialkosten: Es werden Kosten für die Perimeterdämmung vom 14,06 €/m² angesetzt [24].

$$14,06 \text{ €/m}^2 * 115,62 \text{ m}^2 = 1625,62 \text{ €}$$

In Summe betragen die Dämmkosten 2039,02 €.

Hinterfüllen der Baugrube

Nach Anbringen der gesamten Abdichtung und der Perimeterdämmung kann mit der Hinterfüllung begonnen werden. Zusätzlich sollte jedoch noch ein Drainagerohr eingelegt werden, welches das versickernde Wasser zum Kanal leitet. Bevor die übrige Baugrube verfüllt wird, ist noch eine Noppenmatte an die Perimeterdämmung anzubringen. Diese schützt die Perimeterdämmung vor dem Hinterfüllungsmaterial. Zum Verfüllen wird loses Erdmaterial mit einem Bagger eingebracht. Es kann ein Gemisch aus Schotter eingebaut werden, welcher das Versickern des Wassers begünstigt. Meist wird der Bodenaushub der Baugrube herangezogen. Dieser wird während der Baudauer seitlich am Grundstück gelagert und nach Errichten der Kellerwände, Decke und Erdgeschosswände in die noch vorhandene Baugrube im Böschungsbereich eingefüllt. Dies spart wesentliche Kosten hinsichtlich Material und Transport. Je nach Bodenart kann dieser wieder verwendet werden.

Das Hinterfüllungsmaterial sollte dabei in Lagen geringer Höhe mittels einer Vibrationsgrabenwalze verdichtet werden. Dies verhindert Setzungen des Materials in späterer Folge. Für das Verfüllen der Baugrube zwischen Kellerwand und Böschung werden zwei Tage angenommen. Das nötige Material liegt bereits auf der Baustelle, da dieses vom Baugrubenaushub seitlich an der Baugrube gelagert wurde. Aufgrund dessen fallen keine Materialkosten an. Mittels dem Bagger, wird das Erdmaterial eingebracht und mit einer Vibrationsgrabenwalze verdichtet. Es werden dafür 2 Arbeiter benötigt. Eine Person, die den Bagger fährt und eine weitere Person, die zuarbeitet bzw. das Verdichtungsgerät bedient.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Verfüllen der Baugrube

Zeitaufwand: Für die ganze Tätigkeit des Hinterfüllens werden zwei Arbeitstage, sprich 16 h angenommen.

Personalkosten: Die Personalkosten ergeben sich durch Multiplikation der Mittellohnkosten und der Zeit. Es werden zwei Arbeiter (Arb.) für diese Tätigkeit angenommen.

$$16,00 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} * 2 \text{ Arb.} = 1248,00 \text{ €}$$

Gerätekosten: Die Kosten für den Einsatz des Hydraulikbaggers (BGL – D.1.02.0030) und des Tieflöffels (BGL – D.1.60.0050) werden im Folgenden berechnet.

AV/h:	$(27,50 \text{ €/Mo} + 1650 \text{ €/Mo}) \times 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	= 6,91 €/h
Rep/h:	$(27,50 \text{ €/Mo} + 1030 \text{ €/Mo}) \times 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	= 4,98 €/h
Diesel:	$30 \text{ kW} * 0,201 \text{ kWh} * 1,1 \text{ €/l}$	= 6,60 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 0,66 €/h

$$\Sigma 19,15 \text{ €/h}$$

Somit ergeben sich bei Multiplikation der Kosten pro Stunde mit der Einsatzdauer 306,40 €.

Kosten für den An- und Abtransport werden vom Bauhof pro Stunde mit 90 €/h verrechnet. Daher ergeben sich bei Annahme von je 1 h für An- und Abtransport Einmalkosten von $2 * 1 \text{ h} * 90 \text{ €/h} = 180 \text{ €}$.

Zusätzlich zu den Baggerkosten fallen Kosten für das Verdichten des Hinterfüllungsmaterials an. Es wird, wie im Kapitel 3.4.3 schon dargestellt eine Vibrationsgrabenwalze mit einem Gewicht von 700 kg angenommen. Im Folgenden werden die Kosten die durch den zweitägigen Einsatz entstehen berechnet.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Verdichten des Hinterfüllungsmaterials

Zeitaufwand: Für die ganze Tätigkeit des Hinterfüllens werden zwei Arbeitstage, sprich 16 h angenommen.

Personalkosten: Die Personalkosten wurden bereits bei der Berechnung der Hydraulikbaggerkosten mitberücksichtigt.

Gerätekosten: Die Kosten für den Einsatz der Vibrationsgrabenwalze (BGL – D.8.40.0070) werden im Folgenden berechnet.

AV/h:	$(865,00 \text{ €/Mo}) \times 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	= 3,56 €/h
Rep/h:	$(590,22 \text{ €/Mo}) \times 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	= 2,43 €/h
Diesel:	$10 \text{ kW} * 0,201 \text{ kWh} * 1,1 \text{ €/l}$	= 2,20 €/h
Schmiermittel:	10 % der Treibstoffkosten	= 0,22 €/h

$$\Sigma 8,41 \text{ €/h}$$

Somit ergeben sich bei Multiplikation der Kosten pro Stunde mit der Einsatzdauer 134,56 €.

Kosten für den An- und Abtransport werden vom Bauhof pro Stunde mit 60 €/h verrechnet. Daher ergeben sich bei Annahme von je 0,5 h für An- und Abtransport Einmalkosten von $2 * 0,5 \text{ h} * 60 \text{ €/h} = 60 \text{ €}$.

Summa Summarum betragen die Kosten für das Hinterfüllen der Baugrube 1928,96 €.

3.4.6 Zusammenfassung

Im Folgenden werden die beiden Varianten, sprich die Betoneinbringung mittels Autobetonpumpe und Kran mit Silokübel verglichen. Dabei werden neben der Gegenüberstellung der Kenngrößen der Varianten ebenfalls die absoluten Kosten verglichen. Der letzte Punkt fasst alle Kosten für die Kelleraußenwände zusammen.

Vergleich der Parameter

Die Tab. 3.18 stellt die Gerätekosten pro Stunde, die Förderleistung und Förderdauer gegenüber. Zu sehen ist, dass die Gerätekosten pro Stunde (Betonförderungskosten pro Stunde) der Autobetonpumpe um einiges teurer ist als mittels Kran und Silokübel. Jedoch ist die Förderleistung um ein Vielfaches höher. Der Vergleich der Förderdauer zeigt, dass diese ungefähr gleich ist.

Tab. 3.18: Gegenüberstellung der Parameter – Variante 1 und 2

	Autobetonpumpe	Kran + Silokübel
Gerätekosten pro Stunde:	195,81 €/h	60,88 €/h
Förderleistung:	46,15 m ³ /h	9,15 m ³ /h
Förderdauer:	2,47 h	2,36 h

Es ist zu ergänzen, dass in der Förderdauer der Autobetonpumpe der An- und Abtransport sowie der Auf- und Abbau der Pumpe mit eingerechnet wird. Da die Autobetonpumpe vom unternehmenseigenen Bauhof gebracht wird, ist hier die An- und Abfahrt mit einzuberechnen. Wenn der Silokübel vom unternehmenseigenen Bauhof stammt, wird dieser im Zuge der Baustelleneinrichtung mitgeliefert. Somit sind für den An- und Abtransport des Silokübel keine weiteren Kosten anzusetzen.

In Tab. 3.19 werden die zwei Betonförderungsverfahren hinsichtlich der Gesamtkosten und Einheitskosten gegenübergestellt. Einerseits ist die Förderung mittels Autobetonpumpe und andererseits mittels Schnellmontagekran und Silokübel dargestellt.

Tab. 3.19: Gegenüberstellung der Kosten – Variante 1 und 2

	Kosten für			Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³
	Förderung €	Einbau €	Material €		
Autobetonpumpe	483,65	73,32	2161,88	2718,85	125,70
Kran + Silokübel	143,68	368,16	2161,88	2673,72	123,61

Der Vergleich der Varianten zeigt, dass die Betonförderung mittels der Autobetonpumpe teurer ist als mit Kran und Silokübel. Aufgrund dessen, dass mit der Autobetonpumpe mehr und schneller Betonvolumina gefördert werden kann, sind die Personalkosten des Betoneinbaus viel geringer. Die Summe zeigt, dass sich die Kosten für Betonförderung und Betoneinbau der Autobetonpumpe mit der Einbringung mittels Kran und Silokübel nicht ausgleichen. Die Zeit, die benötigt wird um 1 m³ Beton mittels Kübel und Kran einzubringen, ist um ein Vielfaches mehr. Für kleine Betonmengen, wie für das EFH gebraucht werden, ist der Unterschied nur sehr gering.

Gesamtkosten

Die Gesamtkosten setzen sich aus Kosten der Schalungs- und Bewehrungsarbeiten sowie der Betoneinbringungsart zusammen. Zur Schalungsarbeit zählt Schalung aufstellen, abbauen und reinigen. Es ist wie beim Kostenvergleich der beiden Varianten in Tab. 3.20 zu sehen, dass die Einbringung mit Kran und Silokübel kostengünstiger ist. Da die übrigen Kosten, also all jene, die nichts mit der Betonförderung zu tun haben, bei beiden Varianten gleich sind, ergibt sich der gleiche Kostenunterschied wie in Tab. 3.19. In Summe beträgt der Unterschied der beiden Varianten 45,13 €

Tab. 3.20: Darstellung der Gesamtkosten – Kelleraußenwände

	Autobetonpumpe €	Kran + Silokübel €
Schalungsarbeit – Kellerwand	11 042,57	11 042,57
Schalungsarbeit – Stütze	376,27	376,27
Bewehrung einlegen – Kellerwand	1670,51	1670,51
Bewehrung einlegen – Stütze	67,26	67,26
Betonförderung	483,65	143,68
Betoneinbau	73,32	368,16
Materialkosten – Beton	2161,88	2161,88
Abdichtung	3668,12	3668,12
Perimeterdämmung	2039,02	2039,02
Hinterfüllen der Baugrube	1928,96	1928,96
Summe:	23 511,56	23 466,43

3.5 Innenwände

Das nächste große Kapitel, welches für den Rohbau des Objekts von Bedeutung ist, sind die Innenwände. Allgemein sind Innenwände in tragende und nicht tragende zu unterscheiden. Tragende Innenwände aus Planziegel weisen eine Stärke von 25 cm auf, wogegen nicht tragende Wände 12 cm dick sind. Beide Wandtypen sind in allen Geschossen des EFH zu finden. Im Gegensatz zu den nicht tragenden Innenwänden sind tragende Innenwände essenziell für die Statik des Objekts. Deswegen sind sie vor Errichtung der Decken herzustellen.

3.5.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Für die Innenwände im EFH werden Mauerwerke aus Planziegel erstellt. Das Errichten der 25 cm dicken Mauerwerke ist essenziell für den weiteren Bauprozess. Erst nach Herstellen der tragenden Innenwände, zusätzlich zu den Kelleraußenwänden, wird die Geschossdecke geschalen, bewehrt und betoniert. Die dünneren Innenwände, welche eine Dicke von 12 cm aufweisen, werden erst nach vollständiger Herstellung der Tragstruktur des Gebäudes und vor dem Ausbau errichtet. Dazu erfolgt das Einheben der nötigen Ziegelpaletten und Mörtelsäcke mittels Kran schon vor Erstellung der ersten Geschossdecke. Somit müssen die Ziegel später nicht vom Erdgeschoss in das Kellergeschoss oder Obergeschoss getragen werden.

Wie das Aufstellen eines Ziegelmauerwerks bei genauerer Betrachtung erfolgt, wird in den folgenden Punkten geschildert [37]:

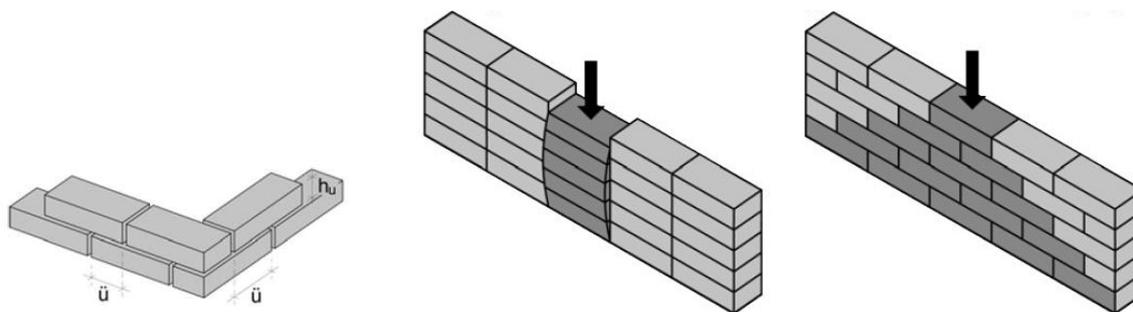
1. Um das Mauerwerk vor aufsteigender Feuchtigkeit der Fundamentplatte zu schützen, muss eine Mauersperrbahn ausgelegt werden. Darauf wird nach richtiger Positionierung ein Mörtelband in Mauerbreite aufgebracht. Dieses ist vollflächig und horizontal herzustellen. Die erste Mörtelschicht dient dem Höhenausgleich und kann mittels Alulatte, Anlegehilfe und Nivelliergerät eruiert werden.
2. Wenn das Mörtelband auf der Mauersperrbahn ausreichend Festigkeit erreicht hat, kann das Versetzen der ersten Ziegelschar beginnen. Dazu werden zuerst die Ecksteine gesetzt, die mittels Gummihammer und Wasserwaage waagrecht ausgerichtet werden. Wichtig hierbei ist, dass die ersten Mauerziegel unbedingt vorzunässen sind. Die Schar muss eine exakte Ebenflächigkeit aufweisen und mit großer Sorgfalt ausgeführt werden. Höhenunterschiede können in folgenden Ziegelscharen nicht ausgeglichen werden, da ein Planziegel versetzt wird, der eine Dünnbettmörtelfuge von 1 mm besitzt. Anschließend werden die Ecksteine mit einer Schnur verbunden, um die Mauersteine, welche zwischen den Ecken verlegt werden, daran ausgerichtet werden können.
3. Die Planziegel werden im Dünnbettmörtel verlegt. Der Dünnbettmörtel wird in 25 kg – Säcken auf Paletten an die Baustelle geliefert. Für das Anmischen und Auftragen des Mörtels sind eine Wanne, eine Auftragswalze, ein Rührquirl sowie ein Abrollgitter nötig. Zu beachten ist, dass nicht mehr Mörtel auf die Ziegelscharen aufgetragen werden darf, als in den folgenden 5 bis 10 min versetzt werden können. Bei längerer Wartezeit würde der Mörtel aushärten und die gewünschte Verbindung von Ziegel mit Mörtel ist dadurch nicht mehr gegeben. In Abb. 3.28 ist eine Auftragswalze für Planziegel des Unternehmens Wienerberger dargestellt.



Abb. 3.28: Auftragswalze für Dünnbettmörtel [59]

4. Alle weiteren Ziegel werden nach Aufsetzen in den Dünnbettmörtel mit Wasserwaage und Gummihammer ausgerichtet. Es ist wichtig, dass die Ziegel von oben in die Nut- und Federverbindung abgesetzt werden. Unerwünscht ist das Verschieben des Ziegels nach aufsetzen in den Dünnbettmörtel in die Nut- und Federverbindung. Jede Schar wird immer auf Ebenflächigkeit mittels der Wasserwaage geprüft.
5. Des Weiteren muss bei der Errichtung des Ziegelmauerwerks auf das Überbindemaß geachtet werden. Praxisgemäß beträgt dieses mindestens 30 % der Ziegellänge. Das Überbindemaß ist der Abstand, welcher der darüber- und darunterliegende Ziegelstein versetzt liegen muss. Die Fugen (Nut- und Federverbindung) dürfen bei zwei Scharen nie übereinander liegen. Demnach müssen die Steine versetzt aufeinander verlegt werden. Die erste Abb. 3.29a zeigt das Überbindemaß (\ddot{u}) und die Höhe des Mauersteines (h_u). Abb. 3.29b zeigt die Wirkungsweise einer vertikalen Lastabtragung bei Ziegelmauern mit unzulässigen und

zulässigen Mauerwerksverband. Dabei wird erkennbar, wie essenziell das Überbindemaß in tragenden Ziegelmauerwerken ist.



(a) Mauerwerksverband mit Darstellung des Überbindemaßes [47, S. 207]

(b) Wirkungsweise der vertikalen Lastabtragung [47, S. 144]

Abb. 3.29: Mauerwerksverbände und Wirkungsweise der vertikalen Lastabtragung

- Nach Vollendung der letzten Schar muss die Mauerhöhe kontrolliert werden. Bei Abweichung, beispielsweise bei zu geringer Höhe, kann an der obersten Ziegelschar eine dünne Mörtelausgleichsschicht angebracht werden, um ein horizontales Deckenauflager herzustellen.

3.5.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 3.21 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 3.21: Parameter zur Kostenkalkulation – Innenwände

Personal:		
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Mittellohnkosten	39,00	€/h

3.5.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Für die Errichtung der Ziegelmauerwerke wird ein Kran benötigt. Dafür kann sowohl ein Schnellmontagekran, welcher fix auf der Baustelle steht oder ein Hebekran eines Transport-LKWs, vorgesehen werden. Aufgrund dessen, dass die Verwendung des Krans nur kurze Zeit in Anspruch nimmt und es sich um ein Vorhaltegerät handelt, werden keine Geräte aus der BGL 2020 angeführt. Die Kosten für das Vorhaltegerät, wie der Kran, werden in den Baustellengemeinkosten (Kapitel 3.1.2, Seite 63) verrechnet.

Geräte wie Nivelliergerät, Anlegehilfe, Alulatte, Mörtelwanne, Rührquirl, Auftragswalze, Abrollgitter und Ziegelschneidemaschine fallen unter die Kategorie Kleingeräte, da sie einen geringen

Anschaffungswert besitzen. Sie werden daher nicht in die Kostenermittlung der Baugeräten aufgenommen. Sie sind wieder über den Zuschlag in den Mittellohncosten abgedeckt.

3.5.4 Mengenermittlung

Bevor jedoch die Mengen der Innenwände ermittelt werden können, müssen die zugehörigen Abrechnungsregeln erläutert werden. Es ist wichtig zu wissen, ab welcher Größe bestimmte Öffnungen, Schlitzte oder Nischen von der Gesamtfläche abzuziehen sind. Ziegelmauerwerke werden nach dem Flächenmaß abgerechnet, dies ist anders als bei Stahlbetonwänden, bei denen das Raummaß von Bedeutung ist. Die *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen* [45] gibt Aufschluss darüber, ab welcher Größe Flächen oder Kubaturen abzuziehen sind.

In der *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen* [45] wird zum Thema Flächenmaßermittlung von Mauer- und Versetzarbeiten Folgendes verlautbart [45, S. 8]:

„Die Bauteillänge ist in der größten Länge (Abwicklung) zu ermitteln.

Die Bauteilhöhe wird von der Aufstandsfläche (Rohdeckenoberkante) bis zur Rohdeckenunterkante bzw. (Wand- oder Bauteil-)Oberkante ermittelt.

Bei der Durchdringung von Bauteilen ist nur ein Bauteil zu ermitteln. Bei Bauteilen ungleicher Dicke ist der dickere Bauteil zu ermitteln. [...]

Öffnungen bis zu einer Einzelfläche von 0,5 m² sind bei der Berechnung der Fläche nicht in Abzug zu bringen.“

Somit sind die Regelungen definiert, ab welcher Größe Öffnungen und dgl. von der Gesamtfläche abzuziehen sind. Im Folgenden werden die Mengen der Innenwände (Dicke: 25 cm und 12 cm) von Kellergeschoss, Erdgeschoss und Obergeschoss ermittelt, wobei diese Regelungen angewendet werden. Notwendige Abmessungen sind aus den Ausführungsplan des Kellergeschosses (Abb. 3.18, Seite 73), Erdgeschosses (Abb. 3.4, Seite 56) und Obergeschosses (Abb. 3.31, Seite 123) zu entnehmen.

Mengenermittlung – Ziegelmauerwerk im Kellergeschoss

Für die Ermittlung der Mengen sind die Längen der Wände zu addieren und mit der Wandhöhe zu multiplizieren. Das 25er und das 12er Ziegelmauerwerk stehen auf der Rohdeckenoberkante (RDOK) auf, somit wird die Höhe von 2,45 m angenommen. Im Anschluss werden die Flächen der Fenster und sonstiger Öffnungen abgezogen.

25er Innenwand:

Fläche der gesamten 25er Innenwand ohne Abzüge:

$$(9,76 \text{ m} + 3,68 \text{ m}) * 2,45 \text{ m} = 32,93 \text{ m}^2$$

Tür – Größe 0,80 m * 2,00 m (b x h):

$$0,80 \text{ m} * 2,00 \text{ m} = 1,60 \text{ m}^2 > 0,50 \text{ m}^2$$

→ Türfläche wird abgezogen

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge:

$$F_{ges.} = 32,93 \text{ m}^2 - 2 * 1,60 \text{ m}^2 = 29,73 \text{ m}^2$$

12er Innenwand:

Fläche der gesamten 12er Innenwand ohne Abzüge:

$$(3,68 \text{ m} + 4,13 \text{ m} + 2,35 \text{ m} + 1,24 \text{ m} + 1,21 \text{ m}) * 2,45 \text{ m} = 30,89 \text{ m}^2$$

Tür – Größe 0,80 m * 2,00 m (b x h):

$$0,80 \text{ m} * 2,00 \text{ m} = 1,60 \text{ m}^2 > 0,50 \text{ m}^2$$

→ Türfläche wird abgezogen

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge:

$$F_{ges.} = 30,89 \text{ m}^2 - 3 * 1,60 \text{ m}^2 = 26,09 \text{ m}^2$$

Es werden analog zur Mengenermittlung des Planziegelmauerwerks im Kellergeschoss die Flächen im Erdgeschoss berechnet. Aufgrund unterschiedlicher Geschosshöhen ergibt sich eine Wandhöhe in Erd- und Obergeschoss von 2,77 m. Dabei stehen die tragenden und nicht tragenden Innenwände auf der RDOK.

Mengenermittlung – Ziegelmauerwerk im Erdgeschoss

25er Innenwand:

Fläche der gesamten 25er Innenwand ohne Abzüge:

$$(5,60 \text{ m} + 0,25 \text{ m} + 3,55 \text{ m}) * 2,77 \text{ m} = 26,04 \text{ m}^2$$

Tür – Größe 0,80 m * 2,00 m (b x h):

$$0,80 \text{ m} * 2,00 \text{ m} = 1,60 \text{ m}^2 > 0,50 \text{ m}^2$$

→ Türfläche wird abgezogen

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge:

$$F_{ges.} = 26,04 \text{ m}^2 - 2 * 1,60 \text{ m}^2 = 22,84 \text{ m}^2$$

12er Innenwand:

Fläche der gesamten 12er Innenwand ohne Abzüge:

$$(4,00 \text{ m} + 1,68 \text{ m} + 3,55 \text{ m} + 2,21 \text{ m} + 1,24 \text{ m}) * 2,77 \text{ m} = 35,12 \text{ m}^2$$

Tür – Größe 0,80 m * 2,00 m (b x h):

$$0,80 \text{ m} * 2,00 \text{ m} = 1,60 \text{ m}^2 > 0,50 \text{ m}^2$$

→ Türfläche wird abgezogen

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge:

$$F_{ges.} = 35,12 \text{ m}^2 - 3 * 1,60 \text{ m}^2 = 30,32 \text{ m}^2$$

Sowie die Mengenermittlung der Innenwände im EG und Kellergeschoss (KG) werden im Folgenden die Flächen der Innenwände im Obergeschoss (OG) ermittelt. Die Wandhöhe beträgt wie im EG 2,77 m. Im Schnitt (Abb. 3.3 auf Seite 55) wird diese Höhe genauso Rohbauhöhe genannt.

Mengenermittlung – Ziegelmauerwerk im Obergeschoss

25er Innenwand:

Fläche der gesamten 25er Innenwand ohne Abzüge:

$$(3,13 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 3,78 \text{ m} + 0,12 \text{ m}) * 2,77 \text{ m} = 19,81 \text{ m}^2$$

Es befinden sich keine Öffnungen, die größer sind als $0,50 \text{ m}^2$ in diesen Innenwänden, somit ergibt sich eine Mauerwerksfläche der 25 cm starken Wand von $19,81 \text{ m}^2$.

12er Innenwand:

Fläche der gesamten 12er Innenwand ohne Abzüge:

$$(4,00 \text{ m} + 4,00 \text{ m} + 2,90 \text{ m} + 0,12 \text{ m} + 3,55 \text{ m} + 3,55 \text{ m}) * 2,77 \text{ m} = 50,19 \text{ m}^2$$

Tür – Größe $0,80 \text{ m} * 2,00 \text{ m}$ (b x h):

$$0,80 \text{ m} * 2,00 \text{ m} = 1,60 \text{ m}^2 > 0,50 \text{ m}^2$$

→ Türfläche wird abgezogen

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge

$$F_{ges.} = 50,19 \text{ m}^2 - 5 * 1,60 \text{ m}^2 = 42,19 \text{ m}^2$$

Tab. 3.22 fasst die zuvor ermittelten Mengen der Innenwände in allen drei Geschossen zusammen. Mittels der Summen beider Wandtypen kann die Leistungsberechnung erfolgen. Die 50 cm starken Ziegelaußenwände werden in Kapitel 3.8 berechnet.

Tab. 3.22: Zusammenfassende Darstellung der ermittelten Mengen aller Innenwände

Innenwände im Kellergeschoss		
Planziegelmauerwerk 25 cm	29,73	m ²
Planziegelmauerwerk 12 cm	26,09	m ²
Innenwände im Erdgeschoss		
Planziegelmauerwerk 25 cm	22,84	m ²
Planziegelmauerwerk 12 cm	30,32	m ²
Innenwände im Obergeschoss		
Planziegelmauerwerk 25 cm	19,81	m ²
Planziegelmauerwerk 12 cm	42,19	m ²
Summe Planziegelmauerwerk 25 cm	72,38	m²
Summe Planziegelmauerwerk 12 cm	98,60	m²

3.5.5 Leistungsberechnung

In folgender Leistungsberechnung werden Zeitaufwand, Personalkosten und Materialkosten, die durch das Errichten der Ziegelmauerwerke verursacht werden, berechnet. Dabei erfolgen die Berechnungen getrennt nach Innenwandtypen.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Mauern der 25 cm Innenwände

Zeitaufwand: Der Aufwandswert (AW) wird nach Erfahrungswerten mit $0,80 \text{ h/m}^2$ angenommen. Die Multiplikation des AW mit der gesamten Ziegelfläche ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit.

$$72,38 \text{ m}^2 * 0,80 \text{ h/m}^2 = 57,90 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$57,90 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 2258,10 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten ergeben sich aus den Ziegelkosten pro Quadratmeter und der nötigen Ziegelfläche. Der Bruch, Verlust und Verschnitt der Ziegelsteine muss allerdings berücksichtigt werden. Dies wird über die Ziegelfläche berechnet. Es wird angenommen, dass 5 % der Mauerfläche den Verlust darstellt. Ausgehend von dieser erhöhten Mauerwerksfläche werden Kosten und Anzahl der Ziegel ermittelt. Die Ziegelkosten pro m^2 werden aus der Preisliste eines Herstellers entnommen. Sie betragen $55,51 \text{ €/m}^2$ [61]. Im Preis sind bereits die Kosten für den Dünnbettmörtel enthalten. Der Dünnbettmörtel wird zusammen mit den Planziegeln vom Hersteller an die Baustelle geliefert.

Ziegelfläche inkl. Verschnitt:

$$72,38 \text{ m}^2 * (1 + 0,05) = 76,00 \text{ m}^2$$

Materialkosten:

$$55,51 \text{ €/m}^2 * 76,00 \text{ m}^2 = 4218,76 \text{ €}$$

Mit der gewonnenen Information der Ziegelfläche und mittels Angaben des Herstellers ist es möglich, die Anzahl der Ziegel zu berechnen [61]. Infolgedessen können die nötigen Ziegelpaletten (PAL) ermittelt werden.

Ziegelanzahl:

$$10,50 \text{ Stk/m}^2 * 76,00 \text{ m}^2 = 798 \text{ Stk}$$

Ziegelpaletten:

$$\frac{798 \text{ Stk}}{45 \text{ Stk/PAL}} = 17,73 \text{ PAL} \approx 18 \text{ PAL}$$

Die Berechnung der Kosten und des Zeitaufwands der 12 cm starken Innenwand erfolgt analog zur Berechnung der 25 cm dicken Innenwand. Es werden ausgehend von dem AW aus der Literatur der Zeitaufwand und Personalkosten ermittelt. In weitere Folge werden die Kosten für die Ziegel an sich ermittelt.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Mauern der 12 cm Innenwände

Zeitaufwand: Es wird ein AW nach Erfahrung mit $0,70 \text{ h/m}^2$ angenommen.

$$98,60 \text{ m}^2 * 0,70 \text{ h/m}^2 = 69,02 \text{ h} \approx 69,10 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$69,10 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 2694,90 \text{ €}$$

Materialkosten: Sowie bei den Materialkosten der 25 cm dicken Innenwänden wird bei den 12 cm starken Innenwänden ein Verschnitt von 5 % angenommen. Die Ziegelkosten betragen $30,74 \text{ €/m}^2$ [61]. Im Preis enthalten ist der Dünnbettmörtel. Ziegelfläche inkl. Verlust:

$$98,60 \text{ m}^2 * (1 + 0,05) = 104,00 \text{ m}^2$$

Materialkosten:

$$30,74 \text{ €/m}^2 * 104,40 \text{ m}^2 = 3196,96 \text{ €}$$

Nun können wie zuvor bereits die Anzahl der Ziegeln und Ziegelpaletten (PAL) ermittelt werden [61].

Ziegelanzahl:

$$8,00 \text{ Stk/m}^2 * 104,00 \text{ m}^2 = 832 \text{ Stk}$$

Ziegelpaletten:

$$\frac{832 \text{ Stk}}{70 \text{ Stk/PAL}} = 11,89 \text{ PAL} \approx 12 \text{ PAL}$$

3.5.6 Kostenübersicht

Die Gesamtkosten setzen sich aus den Kosten der beiden Mauerwerkstypen zusammen. Darin enthalten sind die Personal- und Materialkosten. In Tab. 3.23 ist eine Übersicht der Kosten dargestellt. In Summe entstehen Kosten für das Errichten von tragenden und nicht tragenden Innenwänden von über 12 300 €.

Tab. 3.23: Kostenübersicht der Innenwände

	Gesamtkosten €	Kosten pro Einheit €/m ²
Mauerwerk 25 cm (Planziegel)	6476,86	89,48
Mauerwerk 12 cm (Planziegel)	5891,86	59,76
Summe:	12 368,72	

3.6 Geschossdecken

Wenn das Traggerüst, sprich die Außenwände und die tragende Innenwände stehen, können die Arbeiten für die Geschossdecken beginnen. Die erste Geschossdecke ist zwischen Keller- und Erdgeschoss. In Summe sind 3 Geschossdecken für das EFH zu errichten. Die Geschossdecken werden in Ortbeton ausgeführt. In Kapitel 4 wird alternativ die Berechnung von Personal- und Materialkosten bei Geschossdecken in Fertigteilbauweise behandelt.

3.6.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Alle Geschossdecken werden in Ortbetonbauweise realisiert. Dafür sind Schalungsplatten, Träger und Deckenstützen notwendig. Diese Materialien werden zumeist vom unternehmenseigenen Bauhof angeliefert. Können jedoch genauso von externen Lieferanten an die Baustelle transportiert werden. Der Beton wird mittels Transportbetonmischer angeliefert und mittels Autobetonpumpe oder Kran inkl. Silokübel eingebracht.

Die für das Projekt gewählte Schlaungsart ist das Dokaflex System von Doka [11]. Der Vorteil dieses Schalungssystems liegt in der individuellen Anpassung der Schalplatten. Diese können je nach Gebrauch zugeschnitten werden. In Abb. 3.30 ist eine schematische Darstellung der Deckenschalung abgebildet. Zu sehen sind die Deckenstützen, Träger, Schalplatten und die Absturzsicherung rund um die Decke.

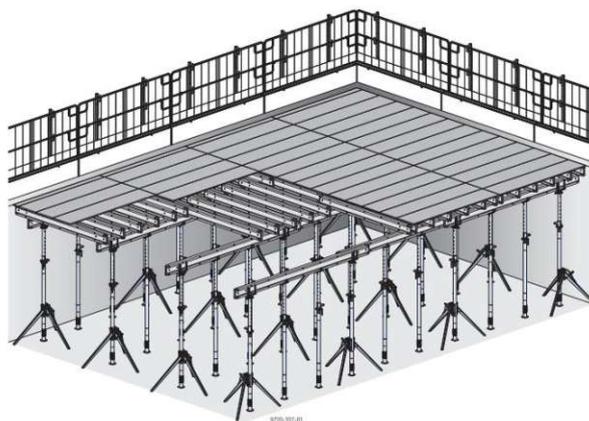


Abb. 3.30: Doka – Deckenschalung [10, S. 1]

Im Anschluss an die Verlegung der Schaltafeln werden die Bewehrungsseisen und -matten eingehoben und laut Bewehrungsplan verlegt. Nach Fertigstellung dieser Vorarbeiten kann die Schalung mit Beton ausgegossen werden. Die Betoneinbringung wird, wie im Kapitel 3.3 in zwei Varianten geschehen.

Der Vorgang der Geschossdeckenherstellung erfolgt für die drei Decken im EFH gleich. Es werden jeweils unterschiedliche Betonkubaturen entstehen, da aufgrund von unterschiedlichen Raumhöhen unterschiedliche Treppenlängen resultieren, wodurch sich verschiedene Größen von Deckendurchbruch (DDB) ergeben. Folglich ergeben sich unterschiedliche Kosten und Arbeitsdauern der drei Geschossdecken. Wobei sich diese nur gering unterscheiden. Eine zusammenfassende Darstellung aller Deckengrößen und Kosten erfolgt am Schluss dieses Kapitels.

3.6.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In der nachfolgenden Tab. 3.24 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 3.24: Parameter zur Kostenkalkulation – Geschossdecken

Abminderungsfaktor der monatlichen Sätze für:		
Abschreibung und Verzinsung:		0,70
Reparaturentgelt:		0,80
Personal:		
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Mittelohnkosten	39,00	€/h
Gerät – Diesel		
Dieselskosten	1,10	€/l
Dieserverbrauch	0,20	l/kWh
Schmierstoffe 10 % der Treibstoffkosten	10	%
Gerät – Strom:		
Stromkosten	0,20	€/kWh
Auslastungsgrad Kran (Betoniervorgang)	50	%
Füllgrad Silokübel	90	%
Material – Beton:		
Druckfestigkeit	C 25/30	
Expositionsklasse	XC1 (PB)	
Konsistenzklasse	F 45	
Verdichtungsmaß ($\frac{V_{unverdichtet}}{V_{verdichtet}}$) =	1,10	
Größtkorn	GK 22	
Kosten (Lieferung frei Bau) ($V_{verd.}$)	98,00	€/m ³

3.6.3 Auswahl der Leistungsgeräte

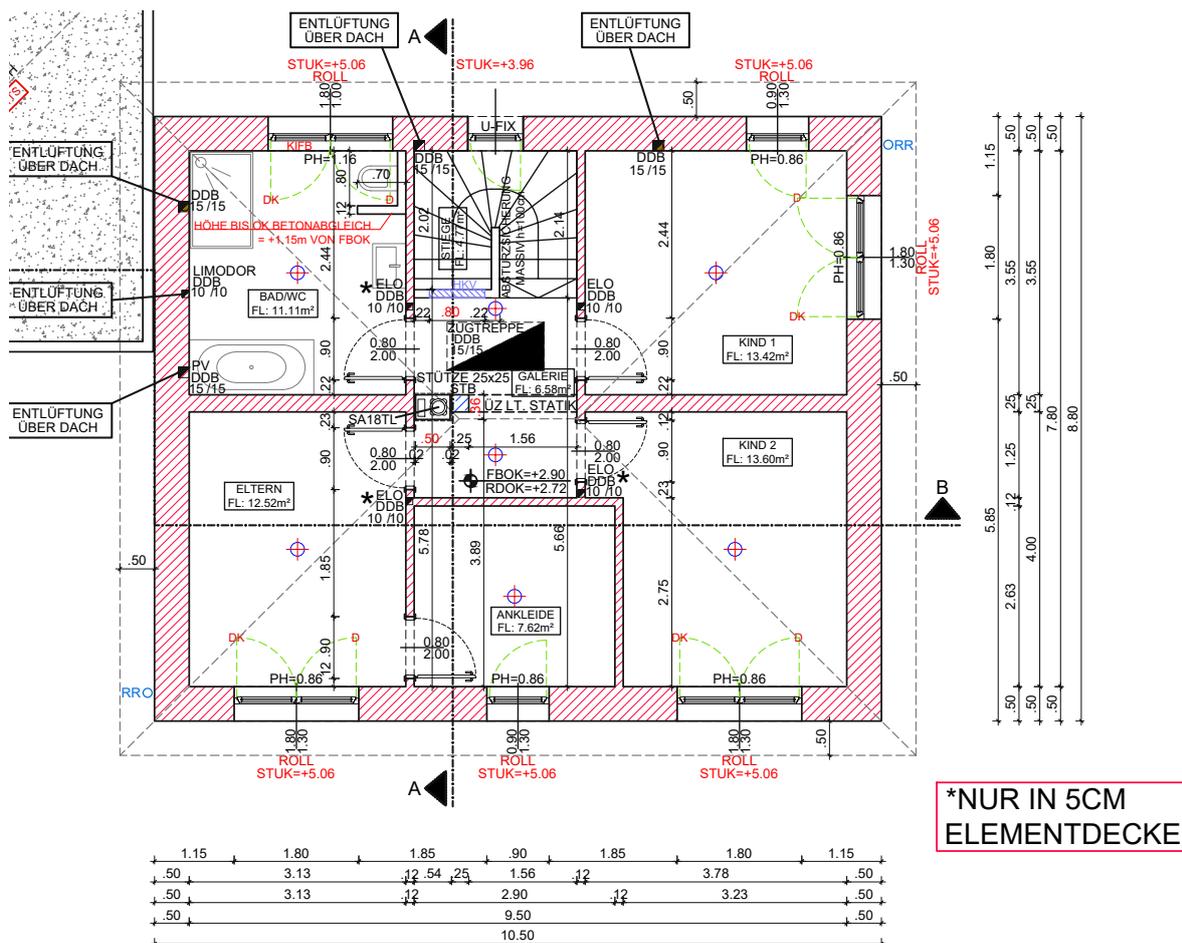
Für die Errichtung der Geschossdecken kommen dieselben Leistungsgeräte wie im Kapitel 3.3 und Kapitel 3.4 zum Einsatz. Die Geräte werden überblicksmäßig in Tab. 3.25 aufgelistet. Die genaueren Informationen zu den Leistungsgeräten sind im Kapitel 3.3.2 auf Seite 79 einzusehen.

Tab. 3.25: Gewählte Leistungsgeräte für die Errichtung der Geschossdecken in Ortbeton

Transportbetonmischer:	
Transportbetonmischer zum Aufbau auf LKW-Fahrgestell	B.4.60.0700
Lastkraftwagen 8 x 4	P.2.02.0320
Autobetonpumpe:	
Autobetonpumpe mit Zweizylinder-Kolbenpumpe	B.7.60.0728
Lastkraftwagen 8 x 4	P.2.02.0320
Kran:	
Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger	C.0.03.0060
Ausleger	C.0.03.****-AA
Turmstücke	C.0.03.****-BA
Silokübel:	
Silokübel mit Bodenentleerung, Segemntverschluss	C.3.00.0750

3.6.4 Mengenermittlung

Notwendige Abmessungen für die Mengenermittlung sind aus den Ausführungsplänen des KG (Abb. 3.18, Seite 73) und EG (Abb. 3.4, Seite 56) zu entnehmen. Das OG ist in Abb. 3.31 (Seite 123) dargestellt. Die Schnittdarstellung des EFH ist in Abb. 3.3 auf Seite 55 zu sehen.

**Abb. 3.31:** Obergeschossdarstellung aus den Ausführungsplänen [39]

Die Struktur der Mengenermittlung ist so aufgebaut, dass zuerst die Schalungsflächen und dann das Betonvolumen ermittelt werden. Es erfolgt die Mengenermittlung für alle drei Geschossdecken in den folgenden Berechnungen.

Schalungsfläche – Decke zwischen KG und EG

Die gesamte Schalungsfläche teilt sich in die Schalung an der Deckenunterseite und die Randschalung. Die Schalungsfläche an der Deckenunterseite ist jene Fläche, die sich zwischen den Kelleraußenwänden ergibt. Die Randschalung berechnet sich aus dem Umfang des Einfamilienhauses mal der Höhe der Decke. Die Rohdeckenhöhe wird laut Plan mit 20 cm vorgegeben.

Berechnung der Schalungsfläche an der Deckenunterseite

Die Schalungsfläche an der Deckenunterseite errechnet sich, wie schon erwähnt, aufgrund der Fläche zwischen den Kelleraußenwänden. Es sind jedoch Öffnungen, welche größer als $0,50 \text{ m}^2$ sind, abzuziehen. Deckendurchbrüche (DDB) wie beispielsweise das Treppenhaus werden abgezogen. Alle anderen Deckendurchbrüche sind kleiner als $0,50 \text{ m}^2$ somit müssen diese bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden.

Fläche der Deckenunterseite:

$$9,76 \text{ m} * 8,06 \text{ m} = 78,67 \text{ m}^2$$

DDB – Treppenhaus:

$$2,42 \text{ m} * (1,115 \text{ m} + 0,12 \text{ m}) + 1,58 \text{ m} * 1,115 \text{ m} = 4,75 \text{ m}^2$$

Gesamte Schalungsfläche Deckenunterseite:

$$F_{ges.} = 78,67 \text{ m}^2 - 4,75 \text{ m}^2 = 73,92 \text{ m}^2$$

Nach Ermittlung der Schalungsflächen an der Deckenunterseite wird die Fläche der Randschalung/Seitenschalung berechnet. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Randschalung um den DDB des Treppenhauses mit einzuberechnen ist.

Berechnung der Randschalungsfläche – Geschossdecke

Zuerst wird die Randschalung, welche an den Außenseiten der Decke notwendig ist berechnet. Im Anschluss wird die Randschalungsfläche des DDB hinzugezählt.

Randschalung – Außenseite:

$$(10,26 \text{ m} * 2 + 8,56 \text{ m} * 2) * 0,20 \text{ m} = 7,53 \text{ m}^2$$

Randschalung – DDB:

$$(2,42 \text{ m} + 2,35 \text{ m} + 1,58 \text{ m} + 2,35 \text{ m}) * 0,20 \text{ m} = 1,74 \text{ m}^2$$

Gesamte Randschalungsfläche:

$$F_{ges.} = 7,53 \text{ m}^2 + 1,74 \text{ m}^2 = 9,27 \text{ m}^2$$

Betonkubatur – Decke zwischen KG und EG

Für die Berechnung der Betonkubatur der Geschossdecke ist in der Schnittdarstellung aus Abb. 3.3 zu erkennen, dass die gesamte Decke auf den Kellerbetonwänden aufliegt. Öffnungen, die eine Größe über $0,10\text{ m}^3$ aufweisen, sind von der gesamten Kubatur abzuziehen.

Ermittlung der Betonkubatur

Anfangs wird das gesamte Volumen der Decke berechnet. Von diesem ermittelten Betonvolumen ist der DDB abzuziehen. Die Deckenstärke beträgt 20 cm.

Betonvolumen:

$$(10,26\text{ m} * 8,56\text{ m}) * 0,20\text{ m} = 17,57\text{ m}^3$$

DDB – Treppe:

$$(2,42\text{ m} * (1,115\text{ m} + 0,12\text{ m}) + 1,58\text{ m} * 1,115\text{ m}) * 0,20\text{ m} = 0,95\text{ m}^3$$

Betonkubatur abzüglich des DDB:

$$17,57\text{ m}^3 - 0,95\text{ m}^3 = 16,62\text{ m}^3$$

Nach Ermittlung aller Flächen und Kubaturen der Kellergeschossdecke werden im Anschluss die Schalungsfläche und Betonkubatur der Geschossdecke zwischen Erd- und Obergeschoss sowie Obergeschoss und Dachraum berechnet. Diese Decken liegen dabei nicht vollflächig auf den Wänden des darunterliegenden Geschosses auf. Die Auflagerbreite dieser Decken beträgt 38 cm. Die restlichen 12 cm, um auf die Abmessung des Außenmauerwerks von 50 cm zu kommen, werden mittels einer Isolationsschicht (Wärmedämmung) ausgekleidet. Die genauere Darstellung der Deckenauflagerung im Schnitt ist im Anhang im „DETAIL ROLLADEN 4.01“ in den Ausführungsplänen zu finden.

Die Berechnung der Kubaturen der weiteren zwei Geschossdecken erfolgt analog der Kellergeschossdecke. Zum Abzug bei der Schalungsfläche ist bei der Decke zwischen EG und OG nur der DDB der Treppe zu berücksichtigen. Bei Betrachtung der Geschossdecke über dem OG ist nur die Dachbodentreppe (Zugtreppe) abzuziehen. Die Zugtreppe ist eine einklappbare Dachbodentreppe, welche komplett in der Decke des Obergeschosses verschwindet. Bei Bedarf kann diese ausgeklappt werden. Die Treppe ist mit einem luftdichten Deckel und integrierter Wärmedämmung versehen. Die Größe des Durchbruchs beträgt 70 cm x 140 cm. Selbige Berücksichtigungen hinsichtlich der Deckendurchbrüche sind für die Berechnung der Betonkubatur und Randschalung gültig.

In Tab. 3.26 werden überblicksmäßig alle ermittelten Kubaturen und Schalungsflächen dargestellt. Angefangen bei Geschossdecke 1, die zwischen (zw.) KG und EG situiert ist bis hin zur Geschossdecke 3 zwischen OG und Dachraum, werden jeweils die für die Leistungsberechnung notwendigen Werte angeführt.

Tab. 3.26: Zusammenfassung der Mengen der drei Geschosdecken

Geschosdecke 1: zw. KG und EG		
Stahlbetonkubatur	16,62	m ³
Schalung Deckenunterseite	73,92	m ²
Schalung Deckenrand	9,27	m ²
Geschosdecke 2: zw. EG und OG		
Stahlbetonkubatur	16,59	m ³
Schalung Deckenunterseite	69,22	m ²
Schalung Deckenrand	9,19	m ²
Geschosdecke 3: zw. OG und Dachraum		
Stahlbetonkubatur	16,77	m ³
Schalung Deckenunterseite	73,12	m ²
Schalung Deckenrand	8,24	m ²

3.6.5 Leistungsberechnung – Geschosdecke 1

Nach Ermittlung aller Mengen folgt die Leistungsberechnung. Es werden im Zuge Kosten und Arbeitszeit für die Schalungsarbeiten an Deckenunterseite und Ranschalung sowie Betonarbeiten berechnet. Das Einbringen des Betons wird in zwei Varianten erfolgen. Einerseits mittels Autobetonpumpe und andererseits mit Kran und Silokübel.

Schalungsarbeiten an Deckenunterseite

Die Dauer für das Einheben, Abbauen und Reinigen der Schalung ist mittels einem Aufwandswert abgeschätzt. Der Aufwandswert enthält bereits die aufgezählten Tätigkeiten. Demnach sind keine weiteren Berechnungen für das Abbauen und Reinigen mehr nötig.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für Schalungsarbeiten an der Deckenunterseite

Zeitaufwand: Der Aufwandswert (AW) wird laut Literatur mit 0,60 h/m² angenommen [30], [48, S. 54]. Die Multiplikation des AW mit der gesamten Fläche der Schalungsseite ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit.

$$73,92 \text{ m}^2 * 0,60 \text{ h/m}^2 = 44,35 \text{ h} \approx 44,40 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$44,40 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 1731,60 \text{ €}$$

Materialkosten Die Materialkosten berechnen sich aus den Kosten für das Schalungsmaterial, welches mit 30,00 €/m² angenommen wird [19],[28].

$$30,00 \text{ €/m}^2 * 73,92 \text{ m}^2 = 2217,60 \text{ €}$$

Schalungsarbeiten Decke – Randschalung

Die Dauer für das Einheben, Abbauen und Reinigen der Schalung wird mittels einem Aufwandswert abgeschätzt. Die Berechnung erfolgt analog wie bei den Schalarbeiten an Deckenunterseite.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für Schalungsarbeiten am Deckenrand

Zeitaufwand: Der Aufwandswert (AW) wird laut Literatur mit $1,70 \text{ h/m}^2$ angenommen [30].

$$9,27 \text{ m}^2 * 1,70 \text{ h/m}^2 = 15,76 \text{ h} \approx 15,80 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$15,80 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 616,20 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Schalungsmaterialkosten betragen $60,00 \text{ €/m}^2$ [19],[28].

$$60,00 \text{ €/m}^2 * 9,27 \text{ m}^2 = 556,20 \text{ €}$$

Bewehrung einbringen

Die Arbeitsdauer und die daraus ermittelbaren Personalkosten werden ebenfalls mittels Aufwandswert berechnet. Es wird angenommen, dass der Zeitaufwand für das Einbauen einer Tonne Bewehrung $24,00 \text{ h}$ benötigt wird [58, S. 87]. Zusätzlich zur Bewehrung ist das Einlegen des Deckenrostes notwendig. Dieser wird benötigt, damit horizontale Zugkräfte in die Deckenebene aufnehmbar sind. Die Dauer für das Einlegen des Deckenrostes ist bereits im angenommenen AW enthalten.

Für die Bewehrungsmenge muss eine Annahme über den Bewehrungsgrad getroffen werden. Da keine Bewehrungspläne vorliegen, ist nur eine Abschätzung über den Bewehrungsgrad möglich. Dieser wird mit 65 kg/m^3 ($= 0,065 \text{ t/m}^3$) angenommen [20, S. 146]. Die 65 kg/m^3 beziehen sich dabei auf einen m^3 verdichteter Beton.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Einlegen der Bewehrung

Zeitaufwand: Es ergibt sich ein Arbeitszeit für das Einbringen der Bewehrung von

$$24,00 \text{ h/t} * 0,065 \text{ t/m}^2 * 16,62 \text{ m}^2 = 25,93 \text{ h} \approx 26,00 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$26,00 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 1014,00 \text{ €}$$

Materialkosten: Die überschlagsmäßig ermittelten Kosten pro Tonne Bewehrung belaufen sich auf $511,5 \text{ €/t}$ [48, S. 53]. Für die Ermittlung der Materialkosten müssen zuerst die benötigten Kilogramm Bewehrung, welche pro eingebauten m^3 Beton nötig sind, errechnet werden.

$$65 \text{ kg/m}^3 * 16,62 \text{ m}^3 = 1080,30 \text{ kg} = 1,08 \text{ t}$$

Nun können die Materialkosten durch Multiplikation der Kosten pro Tonne Bewehrung und dem benötigten Bewehrungsgewicht berechnet werden.

$$1,08 \text{ t} * 511,50 \text{ €/t} = 552,42 \text{ €}$$

Betoniervorgang Geschossdecke 1

Für die Betoneinbringung in die Deckenschalung werden dabei dieselben Berechnungen, wie beim Betoneinbau der Fundamentplatte (Kapitel 3.3) vorgenommen. Aufgrund dessen wird die Leistungsberechnung des Betoneinbaus der Geschossdecke 1 nicht im Detail angeführt. Es werden nur Tabellen (Tab. 3.27 und Tab. 3.28), welche übersichtlich die Endergebnisse darstellt, angeführt. Die Unterteilung in Variante 1 und 2 wird dabei wieder berücksichtigt. Zum Schluss werden die Parameter und ein Kostenvergleich angeführt.

In Tab. 3.27 und Tab. 3.28 sind die Ergebnisse der Varianten der Betoneinbringung aufgelistet. Die Variante 1 beschreibt dabei die Betonförderung mittels Autobetonpumpe und Variante 2 mit Kran und Silokübel. Wie bereits erwähnt erfolgt die Berechnung analog zu Kapitel 3.3. Die Betonkubatur und Schalungsfläche ist aus der Mengenermittlung für die Geschossdecke zwischen Keller- und Erdgeschoss zu entnehmen.

Tab. 3.27: Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Geschossdecke 1: Variante 1

Betonförderkosten pro. Stunde	195,81	€/h
Praktische Umschlagzeit:	9,10	min
Praktische Förderleistung:	46,15	m ³ /h
Förderdauer:	0,36	h
An-, Abtransport, Auf- und Abbau (Annahme):	2,00	h
Betonförderkosten gesamt:	462,11	€
Betonförderkosten je m ³ verdichteten Beton:	27,80	€/m ³
Gewählte Mannschaft für Betoneinbau		
Bedienung Pumpenschlauch:	1	Arb.
Betonverdichtung (Innenrüttler):	2	Arb.
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1	Arb.
Gesamtstunden – Personal:	5,24	h
Personalkosten gesamt:	204,36	€
Personalkosten je m ³ verdichteten Beton:	12,30	€/m ³
Betonverlust	2	%
Materialkosten gesamt:	1661,10	€
Materialkosten je m ³ verdichteten Beton:	99,95	€/m ³

Tab. 3.28: Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Geschossdecke 1: Variante 2

Betonförderkosten pro Stunde	65,27	€/h
Spielanzahl pro Stunde:	15	Spiele/h
Förderleistung (verdichtetes Volumen):	9,15	m ³ /h
Förderdauer:	1,82	h
Betonförderkosten gesamt:	118,79	€
Betonförderkosten je m ³ verdichteten Beton:	7,15	€/m ³
Gewählte Mannschaft für Betoneinbau		
Befüllung – Silokübel:	1	Arb.
Entleerung – Kübel und Betonverdichtung:	2	Arb.
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1	Arb.
Gesamtstunden – Personal:	9,62	h
Personalkosten gesamt:	375,18	€
Personalkosten je m ³ verdichteten Beton	22,57	€/m ³
Betonverlust	2	%
Materialkosten gesamt:	1661,10	€
Materialkosten je m ³ verdichteten Beton	99,95	€/m ³

Die Tab. 3.29 stellt die Kosten der Betonförderung, Betoneinbau und Materialkosten gegenüber. Die Materialkosten für den Beton sind dabei ident. Die Personalkosten für das Einbringen ist mit Kran und Silokübel fünfmal höher. Dies ist auf die längere Einbringdauer zurückzuführen, da der Silokübel immer wieder von Neuem angefüllt werden muss und an die Einbringstelle per Kran transportiert wird. Die Betonförderungskosten sind dabei bei der Einbringart mittels Autobetonpumpe höher, da der An- und Abtransport, sowie das Auf- und Abbauen der Autobetonpumpe mit einberechnet werden muss.

Tab. 3.29: Gegenüberstellung der Kosten (Geschossdecke 1) – Variante 1 und 2

	Kosten für			Gesamtkosten €	Einheitskosten €/m ³
	Förderung	Einbau	Material		
	€	€	€		
Autobetonpumpe	462,11	204,36	1661,10	2327,57	140,05
Kran + Silokübel	118,79	375,18	1661,10	2155,07	129,67

Die Gesamtkosten der Geschossdecke 1 zeigen beim Vergleich der beiden Varianten nur einen sehr kleinen Unterschied. Die Schalarbeiten für Deckenunterseite und Randschalung sowie das Einlegen der Bewehrung und Materialkosten unterscheidet sich bei den Varianten nicht. Lediglich die Betonförderung und der Betoneinbau sind die Kostenfaktoren, die den Unterschied ausmachen.

Wie bereits in vorheriger Tab. 3.29 zu sehen war, ist bei Tab. 3.30 zu erkennen, dass die Gesamtkosten bei Einbringung des Betons mit Kran und Silokübel kostengünstiger ist. Es ergibt sich ein Kostenunterschied von rund 172 €.

Tab. 3.30: Darstellung der Gesamtkosten – Geschossdecke 1

	Autobetonpumpe €	Kran + Silokübel €
Schalungsarbeit – Decke	3949,20	3949,20
Schalungsarbeit – Rand	1172,40	1172,40
Bewehrung einlegen	1566,42	1566,42
Betonförderung	462,11	118,79
Betoneinbau	204,36	375,18
Material	1661,10	1661,10
Summe:	9015,59	8843,09

3.6.6 Leistungsberechnung – Geschossdecke 2 und 3

Die Leistungsberechnung der Geschossdecken 2 und 3 erfolgt ident zu der Geschossdecke 1. Es werden daher keine detaillierten Rechengänge angeführt, sondern nur die Darstellung der Gesamtkosten. Es sind für die Berechnungen dieselben Annahmen getroffen worden wie bei Geschossdecke 1. Die Betonkubaturen und Schalungsflächen stellen den einzigen Unterschied dar. Diese sind aus der Mengenermittlung zu entnehmen. In den folgenden zwei Tabellen (Tab. 3.31 und Tab. 3.32) sind die Gesamtkosten der jeweiligen Geschossdecke dargestellt. Die Endsumme unterscheidet sich nur sehr gering, da die Kubaturen der Geschossdecken fast ident sind.

Tab. 3.31: Darstellung der Gesamtkosten – Geschossdecke 2

	Autobetonpumpe €	Kran + Silokübel €
Schalungsarbeit – Deckenunterseite	3699,00	3699,00
Schalungsarbeit – Randschalung	1163,70	1163,70
Bewehrung einlegen	1562,52	1562,52
Betonförderung	462,11	118,14
Betoneinbau	203,97	373,62
Material Beton	1658,16	1658,16
Summe:	8749,46	8575,14

Tab. 3.32: Darstellung der Gesamtkosten – Geschossdecke 3

	Autobetonpumpe €	Kran + Silokübel €
Schalungsarbeit – Deckenunterseite	3905,70	3905,70
Schalungsarbeit – Randschalung	1044,30	1044,30
Bewehrung einlegen	1579,34	1579,34
Betonförderung	462,11	119,44
Betoneinbau	205,53	377,52
Material Beton	1676,78	1676,78
Summe:	8873,76	8703,08

3.6.7 Zusammenfassung

Die Tab. 3.33 zeigt die berechneten Gesamtkosten der Geschossdecken. Sie beinhalten die Kosten für Schalung aufstellen, Bewehrung einlegen und Beton einbringen. Weiters sind die Gesamtkosten für die beiden Varianten der Betoneinbringung unterteilt. In Summe ist zu sehen, dass die Betoneinbaumethode mittels Kran und Silokübel kostengünstiger ist. Jedoch liegt der Unterschied nur bei rund 517 €.

Tab. 3.33: Darstellung der Gesamtkosten aller Geschossdecken

	Autobetonpumpe €	Kran + Silokübel €
Geschossdecke 1	9015,59	8843,09
Geschossdecke 2	8749,46	8575,14
Geschossdecke 3	8873,76	8703,08
Summe:	26 638,81	26 121,31

3.7 Treppen

Das Einfamilienhaus wird mit Fertigteiltreppen ausgestattet. Diese Treppen werden in einem Betonfertigteilwerk vorgefertigt und vollständig ausgehärtet an die Baustelle transportiert. An der Baustelle werden diese mittels Schnellmontagekran oder einem Mobilkran eingehoben. Neben den Fertigteiltreppen gibt es noch die Möglichkeit, die Treppen in Ortbeton herzustellen. Dazu wird Schalungsmaterial, Bewehrung und Beton benötigt. Das Herstellen der Treppe in diesem Verfahren benötigt viel Zeit, da das Zuschneiden der Schaltafeln und das genaue Einlegen der Bewehrung kleinteilig ist. Es können für das Errichten einer Treppe vor Ort folgende Aufwandswerte aus Tab. 3.34 angenommen werden:

Tab. 3.34: Aufwandswerte für Schalarbeiten einer Treppe [30]

Schalen von	Aufwandswert	
	von	bis
Treppenlauf	2,00 h/m ³	4,00 h/m ³
Podestplatte	1,50 h/m ³	2,50 h/m ³

In dieser Ausarbeitung wird eine Fertigteiltreppe herangezogen. Die Vorteile einer Treppe in Fertigteilbauweise liegen in der sofortigen Nutzbarkeit bzw. Begehung als Bautreppe, der raschen Verlegung, der maßgenauen Herstellung sowie dem geringeren Preis. Durch das Wegfallen der kostenintensiven Schalungsarbeiten und Rüstzeiten stellt sich die Fertigteiltreppe als wirtschaftlicher dar. Da das Fertigteilelement im Werk vorproduziert wird, muss es an der Baustelle nur mehr eingehoben werden. Das entsprechende Hebezeug (Kran oder Mobilkran) ist dafür allerdings Voraussetzung. Welche Schritte für das Einheben der Stahlbetonfertigteiltreppen wichtig sind, wird im Folgenden geschildert. Der Verband österreichischer Beton- und Fertigteilwerke hat dafür eine Montageanleitung für Treppen veröffentlicht [57]:

- „[...]Baustellenzufahrt für LKW-Zug oder Sattelzug (24 to Nutzlast bzw. 40 to Gesamtgewicht) sowie Abladeplatz in erforderlicher Größe, jeweils mit entsprechenden Abständen zu Baugruben, Böschungen, Gräben etc. sind durch den Auftraggeber sicherzustellen.
- Aufstellen und Vorhalten eines Baustellen- oder Autokranes (inkl. Kranführer) mit entsprechender Tragfähigkeit und notwendigem Schwenkbereich.[...]
- [...] Überprüfung der Rohbaumaße (insbesondere der Geschosshöhe), Montageöffnungen und Auflagerbeschaffenheit. Für die Treppen ist je Auflagerpunkt allseits mindestens 1,5 cm Versetzluft erforderlich.[...]
- [...] Bereitstellung von qualifiziertem Montagepersonal – mind. 3 Personen (1 Person zum Anhängen, 2 Personen für Montage, wenn erforderlich Kraneinweiser z.B. beim Einfädeln in Treppenhäuser)[...]
- [...] Die Fertigteiltreppen dürfen grundsätzlich nur mit Lastaufnahmemitteln bewegt werden, welche für die eingebauten Transportanker geeignet sind und vom Ankerhersteller für diese zugelassen sind.[...]
- [...]Für die Montage der Treppe muss das Auflager über die gesamte Konsolenbreite vorhanden sein. Die statisch erforderliche Mindestauflagertiefe muss gewährleistet sein. Das Auflager muss horizontal und eben (± 1 mm) sein, um einen vollflächigen Kontakt zum Treppenlauf zu gewährleisten. Erforderlichenfalls ist dieses Auflager durch Aufbringen eines Mörtelbandes herzustellen.[...]
- [...] Die Treppe ist so an den Kran anzuhängen, dass sie beim Versetzen ihre Einbaulage hat.
- Absetzen der Treppe auf die bauseits vorbereiteten Auflager bei An- und Austritt [...]
- [...] Wendeltreppen haben in der Regel mindestens ein zusätzliches Auflager in der Treppenhauwand. [...]
- [...] Für Wendeltreppen ist 2 cm Versetzluft erforderlich und im Auflagerbereich maximal 1,5 cm. [...]
- [...] Unmittelbar nach der Montage ist eine gemeinsame Abnahme mit dem Auftraggeber durchzuführen und in weiterer Folge hat der Auftraggeber für den Schutz der Treppen zu sorgen.[...]“ [57]

3.7.1 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 3.35 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 3.35: Parameter zur Kostenkalkulation – Treppen

Abminderungsfaktor der monatlichen Sätze für:		
Abschreibung und Verzinsung:		0,70
Reparaturentgelt:		0,80
Personal:		
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Mittellohnkosten	39,00	€/h
Gerät – Strom:		
Stromkosten	0,20	€/kWh
Auslastungsgrad Kran (Einhebevorgang)	90	%

3.7.2 Auswahl der Leistungsgeräte

Für das Einheben der Fertigteilterappe wird ein Kran benötigt. In Tab. 3.36 ist der Kran angeführt, der im Kapitel 3.3 ausgewählt wurde. Die benötigten Werte für die anschließende Berechnung sind im Kapitel 3.3.3 auf Seite 80 zu finden.

Tab. 3.36: Gewähltes Leistungsgerät für das Einheben der Fertigteiltreppen

Kran:	
Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger	C.0.03.0060
Ausleger	C.0.03.****-AA
Turmstücke	C.0.03.****-BA

3.7.3 Leistungsberechnung

Für dieses Projekt sind zwei Fertigteiltreppen notwendig. Die erste Treppe wird nach Errichtung der Kellergeschossdecke eingebracht. Dafür ist es notwendig, dass An- und Austrittslager nach Plan herzustellen. Auf diesen Auflagern wird die Treppe abgelegt. Hierfür ist es notwendig ein bestimmtes Auflagermaterial (Elastomer oder Neopren) zwischen Auflager und Treppe zu positionieren, um zu verhindern, dass sich der Trittschall auf anschließende Bauteile überträgt. Die zweite Treppe befindet sich zwischen Erd- und Obergeschoss. Diese wird nach Vollendung der Geschossdecke über dem Erdgeschoss eingehoben.

Der Kosten einer Fertigteilterappe ergeben sich aus der Preisliste von Rohrdorfer [49]. Darin wird beschrieben, dass eine Steigung, sprich eine Stufe der gewendelten 1,20 m breiten Treppe 92,00 € kostet. Hinzu kommen die Frachtkosten, diese werden mit 410,00 € je Transport vorgegeben [49].

Berechnung der Kosten der beiden Fertigteiltreppen

Zeitaufwand: Es wird für das Einheben je Fertigteilterappe mit dem Kran eine Zeitdauer von 2,00 h angesetzt.

Personalkosten: Mithilfe der Zeitdauer für das Einheben und den Mittellohnen werden die Personalkosten der Arbeiter (Arb.) berechnet. Die Arbeitermannschaft, bestehend aus drei Arbeitern, wobei zwei Arbeiter hauptsächlich für das Einweisen der Treppe zuständig sind und ein Arbeiter den Kran bedient. Aufgrund dessen, dass zwei Treppen im Haus verbaut werden, sind die Personalkosten zu verdoppelt.

$$2,00 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} * 3 \text{ Arb.} * 2 \text{ Einsätze} = 468,00 \text{ €}$$

Fertigteilkosten: Die Kosten ergeben sich, wie schon erwähnt, aus der Preisliste von Rohrdorfer [49]. Laut Plänen besitzt die Treppe zwischen KG und EG (Treppe 1) 14 Steigungen. Für die zweite Treppen (Treppe 2), welche vom EG ins OG reicht, sind 16 Steigungen notwendig. Dieser Unterschied ergibt sich aufgrund der verschiedenen Raumhöhen im Erdgeschoss und Kellergeschoss. Somit entstehen Kosten von:

$$\text{Treppe 1 : } 14 \text{ Steigungen} * 92,00 \text{ €/Steigung} = 1288,00 \text{ €}$$

$$\text{Treppe 2 : } 16 \text{ Steigungen} * 92,00 \text{ €/Steigung} = 1472,00 \text{ €}$$

Frachtkosten: Zuzüglich zu den Fertigteilkosten werden Kosten für den Transport der Treppen zur Baustelle verrechnet. Diese belaufen sich auf 410,00 € je Transport [49]. Da zwei Treppen eingebaut werden, müssen die Kosten doppelt angesetzt werden.

$$410 \text{ €} * 2 \text{ Einsätze} = 820,00 \text{ €}$$

Krankosten: Die Kosten für den Kraneinsatz werden in folgender tabellarischen Auflistung berechnet. Dabei sind neben den Kosten für den Kraneinsatz selbst, die Stromkosten miteinbezogen. Die Kosten für den Einsatz des Kranfahrers sind zuvor im Punkt Personalkosten schon mit einberechnet.

AV/h:	$(2850,00 \text{ €/Mo} + 11,00 \text{ €/Mo} * 18,00 \text{ m} +$ $+ 47,50 \text{ €/Mo} * 14,00 \text{ m}) \times 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	= 12,55 €/h
Rep/h:	$(1490,00 \text{ €/Mo} + 5,70 \text{ €/Mo} * 18,00 \text{ m} +$ $+ 25,00 \text{ €/Mo} * 14,00 \text{ m}) \times 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	= 7,49 €/h
Strom:	$16,00 \text{ kW} * 0,20 \text{ €/kWh} * 90 \%$	= 2,88 €/h

Krankosten je Stunde (exkl. Kranfahrer): Σ 22,92 €/h

In Summe betragen die Krankkosten für das Einheben beider Fertigteiltreppen:

$$2,00 \text{ h} * 22,92 \text{ €/h} * 2 \text{ Treppen} = 91,68 \text{ €}$$

Die Dachbodentreppe, welche das Obergeschoss mit dem Dachraum verbindet, wird üblicherweise zu den Kosten des Ausbaus hinzugerechnet. Die Kosten für diese Treppe belaufen sich auf 449,99 € [41]. Jedoch werden diese Kosten nicht in die Rohbaukosten einfließen, sie dienen ausschließlich als Information.

3.7.4 Kostenübersicht

Die Kostenzusammenstellung beider Treppen ist in Tab. 3.37 dargestellt. Die Kosten der Fertigteiltreppen unterscheiden sich, da die Raumhöhe des Erdgeschosses größer ist als die im Kellergeschosse. Aufgrund dessen ergeben sich unterschiedliche Treppenlängen und somit sind die Kosten nicht gleich. In Summe betragen die Kosten für die Treppen 4139,68 €.

Tab. 3.37: Gesamtkosten der Fertigteiltreppen

	€
Treppe 1	1977,84
Treppe 2	2161,84
Gesamtkosten:	4139,68

Die Treppenpreise sind je nach Treppentyp unterschiedlich. Verschiedene Hersteller bieten etliche Varianten an. Neben geraden Läufen mit Podest können ebenfalls gewendelten Treppen als Fertigteile hergestellt werden. Damit die Treppe schon während der Planung miteinbezogen werden kann, bieten einige Hersteller DWG-Dateien als Download an. Diese können in das jeweilige Zeichenprogramm eingespielt werden und komplettieren die Planunterlagen mit detailgenauen Elementen. Maßgeschneiderte Treppen sind im Fertigteilwerk außerdem erhältlich. Jedoch ist dabei mit mehr Wartezeit zu rechnen. Bei Bestellung von Standardtreppen, welche keine genauen Maßanpassungen verlangen, liegt die Vorbestellungsdauer bei ca. 8 Wochen, bis die Treppe lieferbar ist.

3.8 Außenwände aus Ziegelmauerwerk

Die Außenwände im Erd- und Obergeschoss, des Einfamilienhauses, werden in Ziegelbauweise errichtet. Dafür sind Planziegel im Dünnbettmörtel zu versetzen. Die Ziegelsteine weisen eine Stärke von 50 cm auf.

3.8.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Das Errichten der Ziegelwände erfolgt analog wie im Kapitel 3.5.1 auf Seite 113 beschrieben. Genauso wie bei den Innenwänden werden die Planziegel der Außenwände im Dünnbettmörtel verlegt.

Im Schnitt 3.3 auf Seite 55 ist zu erkennen, dass die untersten zwei Ziegelscharen schmaler als die restlichen darüber liegenden sind. In den unteren Ziegelscharen werden 38 cm dicke Planziegel verwendet. Sie dienen dem Ausgleich der Kellergeschosswand, welche mit Perimeterdämmung versehen ist.

3.8.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In der nachfolgenden Tab. 3.38 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 3.38: Parameter zur Kostenkalkulation – Außenwände Ziegelmauerwerk

Personal:	
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8 h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170 h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21 AT/Mo
Mittellohnkosten	39,00 €/h

3.8.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Wie bei den Innenwänden, werden bei den Ziegelaußenwänden keine Baugeräte in Anspruch genommen. Es wird nur der Kran verwendet, jedoch ist dieser über die Baustellengemeinkosten abgerechnet und kann keiner Position zu geordnet werden. Alle weiteren Geräte wie Nivelliergerät, Anlegehilfe, Alulatte, Mörtelwanne, Rührquirl, Auftragswalze, Abrollgitter und Ziegelschneidemaschine fallen unter die Kategorie Kleingeräte, da sie einen geringen Anschaffungswert besitzen. Sie werden daher nicht in die Kostenermittlung der Baugeräten aufgenommen.

3.8.4 Mengenermittlung

Für die Ermittlung der Mengen sind bestimmte Regelungen einzuhalten. Hinsichtlich dessen gibt die *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen* [45] Aufschluss darüber, ab welcher Größe Flächen oder Kubaturen abzuziehen sind. In Kapitel 3.5.4 (Seite 116) sind die Regelungen im Detail beschrieben.

Mengenermittlung – Ziegelmauerwerk im Erdgeschoss

Für die Mengenermittlung sind die Abmessungen der Wandlänge und Wandhöhe notwendig. Es wird unterschieden zwischen 38 cm und 50 cm starken Ziegeln. Die 38er Ziegel befinden sich im Sockelbereich, sprich in den ersten 0,50 m (zwei Ziegelscharen) über der RDOK. Dies gilt es zu berücksichtigen. Die Wandhöhe der 50er Mauer ist demnach 2,27 m (= 2,77 m - 0,50 m) hoch. Öffnungen sind anteilmäßig bei den 38 cm und 50 cm dicken Ziegelwänden abzuziehen.

38er Außenwand:

Fläche der gesamten 38er Außenwand ohne Abzüge:

$$(8,56 \text{ m} * 2 + 10,26 \text{ m} * 2) * 0,5 \text{ m} = 18,82 \text{ m}^2$$

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge der Öffnungen:

$$F_{ges.} = 18,82 \text{ m}^2 - (1,17 \text{ m} * 0,50 \text{ m} + 2,70 \text{ m} * 0,50 \text{ m}) = 16,88 \text{ m}^2$$

50er Außenwand:

Fläche der gesamten 50er Außenwand ohne Abzüge:

$$(8,80 \text{ m} * 2 + 10,50 \text{ m} * 2) * (2,77 \text{ m} - 0,50 \text{ m}) = 87,62 \text{ m}^2$$

Das Fenster im Badezimmer/WC wird demnach nicht abgezogen, da es kleiner ist als die normgemäßen $0,50 \text{ m}^2$.

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge der Öffnungen:

$$F_{ges.} = 87,62 \text{ m}^2 - (1,17 \text{ m} * 2,23 \text{ m} + 0,80 \text{ m} * 2,16 \text{ m} + 1,80 \text{ m} * 0,6 \text{ m} + 1,80 \text{ m} * 1,30 \text{ m} * 4 + 2,70 \text{ m} * 2,16 \text{ m} + 0,90 \text{ m} * 1,30 \text{ m}) = 65,84 \text{ m}^2$$

Nach der Ermittlung der Mauerwerksflächen im Erdgeschoss erfolgt die Berechnung der Flächen im Obergeschoss. Hierbei kommt nur ein Ziegeltyp zur Anwendung. Die Mengenermittlung erfolgt analog zu den Außenwänden im Erdgeschoss bzw. der Innenwände.

Mengenermittlung – Ziegelmauerwerk im Obergeschoss

Die Mengenermittlung des Planziegelmauerwerks im OG erfolgt analog zu der im EG. Im Obergeschoss werden nur 50 cm dicke Ziegel verwendet. Die Höhe der Wand reicht von RDOK zur nächsten Rohdeckenunterkante (RDUK). Öffnungen werden wie gewöhnt nach den Vorschriften der *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen* [45] berücksichtigt.

50er Außenwand:

Fläche der gesamten 50er Außenwand ohne Abzüge:

$$(8,80 \text{ m} * 2 + 10,50 \text{ m} * 2) * 2,77 \text{ m} = 106,92 \text{ m}^2$$

Mauerwerksfläche inkl. Abzüge der Öffnungen:

$$F_{ges.} = 106,92 \text{ m}^2 - (1,80 \text{ m} * 1,00 \text{ m} + 0,90 \text{ m} * 1,30 \text{ m} + 1,80 \text{ m} * 1,30 \text{ m} * 3 + 0,90 \text{ m} * 1,30 \text{ m}) = 95,76 \text{ m}^2$$

Tab. 3.39 fasst die zuvor ermittelten Mengen der Außenwände in den Geschossen über Geländeoberkante (GOK) zusammen. Mittels der Summen beider Wandtypen kann die Leistungsberechnung erfolgen.

Tab. 3.39: Zusammenfassung der Mauerwerksfläche aller Außenwände im Erd- und Obergeschoss

	m ²
Außenwände im Erdgeschoss	
Mauerwerk aus Planziegel 38 cm	16,88
Mauerwerk aus Planziegel 50 cm	65,84
Außenwände im Obergeschoss	
Mauerwerk aus Planziegel 50 cm	95,76
Summe Mauerwerk aus Planziegel 38 cm	16,88
Summe Mauerwerk aus Planziegel 50 cm	161,60

3.8.5 Leistungsberechnung

In folgender Leistungsberechnung werden Zeitaufwand, Personalkosten und Materialkosten, die durch das Errichten der Ziegelmauerwerke verursacht werden, berechnet. Es erfolgt eine separate Berechnung der Wände mit unterschiedlicher Dicke. Anfangs werden die 38 cm starken tragenden Innenwände berechnet.

Berechnung der Kosten für das 38 cm dicke Planziegelmauerwerk

Zeitaufwand: Der AW wird nach Erfahrungswerten mit $0,95 \text{ h/m}^2$ angenommen. Die Multiplikation des AW mit der gesamten Ziegelfläche ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit.

$$16,88 \text{ m}^2 * 0,95 \text{ h/m}^2 = 16,04 \text{ h} \approx 16,10 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$16,10 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 627,90 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten ergeben sich aus den Kosten pro Quadratmeter Ziegel und der Ziegelfläche. Der Bruch, Verlust und Verschnitt der Ziegelsteine muss allerdings berücksichtigt werden. Dies wird über die Ziegelfläche mit einberechnet. Es wird angenommen, dass 5 % der Mauerfläche den Verlust darstellt. Ausgehend von dieser erhöhten Mauerwerksfläche werden die Kosten und Anzahl der Ziegel ermittelt. Die Ziegelkosten pro m^2 werden aus der Preisliste eines Herstellers entnommen. Sie betragen $107,25 \text{ €/m}^2$ [61]. Im Preis enthalten ist der Dünnbettmörtel, somit ist dieser nicht separat zu kalkulieren.

Ziegelfläche inkl. Verlust:

$$16,88 \text{ m}^2 * (1 + 0,05) = 18,00 \text{ m}^2$$

Materialkosten:

$$107,25 \text{ €/m}^2 * 18,00 \text{ m}^2 = 1930,50 \text{ €}$$

Mit der gewonnenen Information der Ziegelfläche und mittels Angaben des Herstellers ist es möglich, die Anzahl der Ziegel zu berechnen [61]. Infolgedessen können die nötigen Ziegelpaletten (PAL) ermittelt werden.

Ziegelanzahl:

$$16 \text{ Stk/m}^2 * 18,00 \text{ m}^2 = 288 \text{ Stk}$$

Ziegelpaletten:

$$\frac{288 \text{ Stk}}{45 \text{ Stk/PAL}} = 6,40 \text{ PAL} \approx 6,50 \text{ PAL}$$

Im nächsten Schritt erfolgt die Berechnung der 50 cm dicken Außenwände. Diese Berechnung erfolgt analog zur 38 cm starken Ziegelwand.

Berechnung der Kosten für das 50 cm dicke Planziegelmauerwerk

Zeitaufwand: Der Aufwandswert (AW) wird nach Erfahrungswerten mit $1,15 \text{ h/m}^2$ angenommen.

$$161,60 \text{ m}^2 * 1,15 \text{ h/m}^2 = 185,84 \text{ h} \approx 185,90 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$185,90 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 7250,10 \text{ €}$$

Materialkosten: Für die Berechnung der Materialkosten für das 50 cm dicke Mauerwerk erfolgt gleich zu der Berechnung des 38 cm starken Ziegelmauerwerks. Die Ziegelkosten werden mit $114,64 \text{ €/m}^2$ angenommen [61]. Im Preis enthalten ist der Dünnbettmörtel.

Ziegelfläche inkl. Verlust:

$$161,60 \text{ m}^2 * (1 + 0,05) = 170,00 \text{ m}^2$$

Materialkosten:

$$114,64 \text{ €/m}^2 * 170,00 \text{ m}^2 = 19\,488,80 \text{ €}$$

Mithilfe der Ziegelfläche und den Angaben des Herstellers ist es möglich, die Anzahl der Ziegel zu berechnen [61]. In weiterer Folge können die nötigen Ziegelpaletten (PAL) ermittelt werden.

Ziegelanzahl:

$$20,00 \text{ Stk/m}^2 * 170,00 \text{ m}^2 = 3400 \text{ Stk}$$

Ziegelpaletten:

$$\frac{3400 \text{ Stk}}{40 \text{ Stk/PAL}} = 85 \text{ PAL}$$

3.8.6 Kostenübersicht

Die Gesamtkosten setzen sich aus den Kosten für das 38 cm und 50 cm dicke Planziegelmauerwerk zusammen. In den Kosten enthalten sind die Personal- und Materialkosten. In Tab. 3.40 sind die Kosten übersichtlich dargestellt. In Summe betragen die Kosten für das Errichten der Außenwände mittels Planziegel $29\,297,30 \text{ €}$.

Tab. 3.40: Kostenübersicht aller Außenwände

	Gesamtkosten €	Kosten je Einheit €/m ²
Mauerwerk 38 cm (Planziegel)	2558,40	151,56
Mauerwerk 50 cm (Planziegel)	26 738,90	165,46
Summe:	29 297,30	

3.9 Walmdach

Als Dachkonstruktion des Einfamilienhauses wird ein Walmdach aus Holz realisiert. Da der Dachraum nur ca. 1 m hoch ist, wird dieser nicht ausgebaut. Es werden am Spitzboden, sprich auf der Decke des Obergeschosses, Dämmplatten verlegt. Mittels einer einklappbaren Zugtreppe im inneren des Hauses kann der Dachraum erreicht werden.

3.9.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Der erste Schritt für das Walmdach ist das Errichten der Mauerbank. Dafür werden zwei Holzbalken auf die Geschossdecke aufgedoppelt. Die genaue Darstellung und die Abmessungen der Mauerbank sind in Abb. 3.32 veranschaulicht. Nach Errichtung der Mauerbank wird in der Mitte des Dachgeschosses eine Pfettendachkonstruktion, auf welcher sich das Dach in spätere Folge mitunter abstützt, errichtet. Dazu werden waagrechte und senkrechte Balken miteinander verschraubt. Auf diese Konstruktion werden Sparren gelegt, welche das Gewicht von der Dacheindeckung sowie Schnee- und Windlasten auf die Geschossdecke übertragen. Die Sparren werden für gewöhnlich im Abstand von 80 cm angelegt und mit der Mauerbank

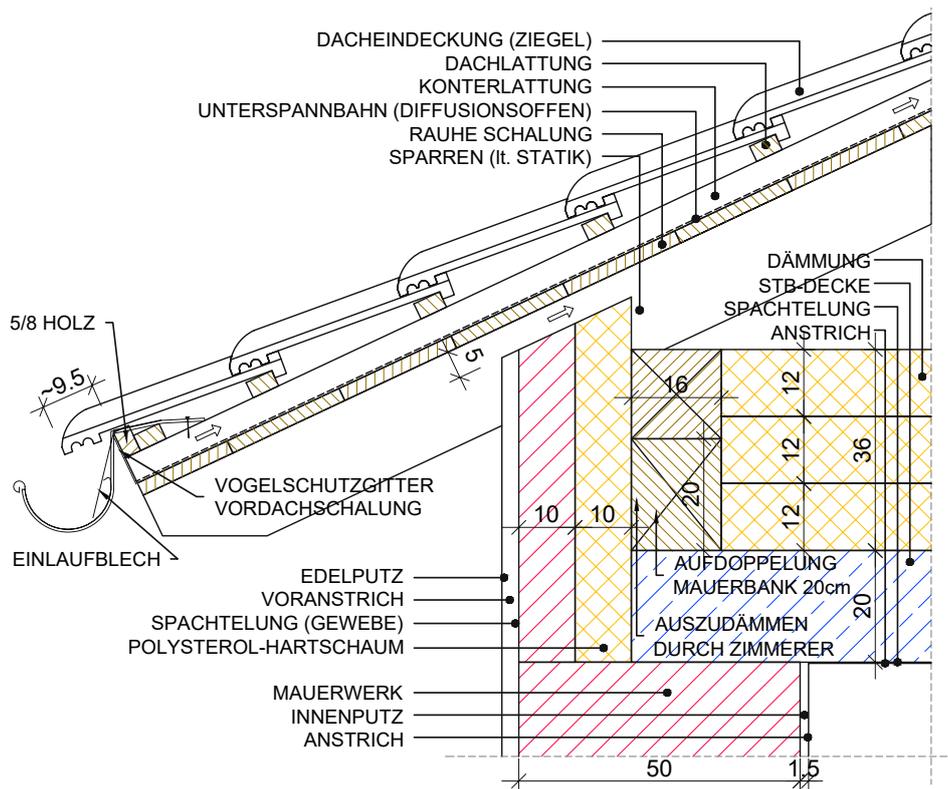


Abb. 3.32: Traufenschnitt durch die Mauerbank und Dachkonstruktion [39]

und der Pfettendachkonstruktion verschraubt. Sie werden vom Zimmerer geliefert und sind auf die benötigte Länge zugeschnitten. Darauf wird die Rauschalung verlegt. Diese dient als Unterlage für das Anbringen der diffusionsoffenen Unterspannbahn. Die Bahn ist für das Ableiten von Wasser, welches durch Regen oder Flugschnee unter die Dacheindeckung gedrückt wird, notwendig. Im Anschluss wird darüber die Konterlattung gelegt. Über die Konterlattung wird

die Dachlattung angebracht. In diese Dachlattung werden die Dachziegel eingehängt. Zu guter Letzt wird die Dacheindeckung angebracht. Dabei werden zuerst die Ziegel von unten angefangen, in die Dachlattung eingehängt und es wird zum First hin hoch gearbeitet. Am Schluss werden First- und Gratsteine angebracht und eingehängt. Das Anbringen der Regenrinne und des Insektenschutzgitters stellen die letzten Arbeiten am Dachstuhl dar. Im Dachraum wird nach Errichtung des Dachstuhls die Wärmedämmung eingebracht. Dazu werden drei Lagen EPS Platten verlegt. Die Zugtreppe/Dachbodentreppe verbindet das Obergeschoss mit dem Dachraum. Die Treppe ist einklappbar und besitzt eine integrierte Wärmedämmung.

3.9.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 3.41 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 3.41: Parameter zur Kostenkalkulation – Walmdach

Personal:		
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Mittellohnkosten	39,00	€/h

3.9.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Für die Errichtung des Dachstuhls werden keine Leistungsgeräte gebraucht. Es wird ein Kran oder ein Mobilkran für das Einheben der Materialien auf die oberste Geschossdecke benötigt. Bei Verwendung eines Krans, welcher auf der Baustelle vorhanden ist, ist dieser nicht als Leistungsgerät, sondern als Vorhaltegerät zu sehen. Andere Geräte wie eine Motorsäge, welche für das Zuschneiden der Rauschalung, Konterlattung oder Dachlattung benötigt wird, sind dabei als Kleingeräte zu sehen.

3.9.4 Mengenermittlung

Die Mengenermittlung für das Walmdach wird sich in die Berechnung der Dachfläche und der Fläche des Spitzbodens teilen. Für die Berechnung der Dachfläche werden die Abmessungen des EFH herangezogen und jeweils 50 cm Überstand des Dachs hinzugerechnet. Die Dachneigung beträgt laut Plan (Abb. 3.3, Seite 55) 18°. Ausgehend von der Grundfläche des Daches wird mithilfe der Winkelfunktion „Cosinus“ die schräge Dachfläche ermittelt. Die Berechnung der Spitzbodenfläche wird für die Ermittlung der Wärmedämmkosten benötigt. Im unausgebauten Dachraum (Spitzboden) wird eine 3-lagige EPS-Dämmung ausgelegt. Zu berücksichtigen ist die Fläche, an der die Zugtreppe installiert wird.

Ermittlung der schrägen Dachfläche

Um die schräge Dachfläche berechnen zu können, ist zuerst die Grundfläche des Dachs zu ermitteln. Anschließend wird mithilfe von Winkelfunktionen die schräge Fläche berechnen. Die Abmessungen des Dachs ergeben sich durch die Hausabmessungen inkl. dem Überstand des Walmdachs.

Grundfläche:

$$(10,50 \text{ m} + 0,50 \text{ m} * 2) * (8,80 \text{ m} + 0,50 \text{ m} * 2) = 112,70 \text{ m}^2$$

schräge Dachfläche

$$\frac{112,70 \text{ m}^2}{\cos(18^\circ)} = 118,50 \text{ m}^2$$

Damit das EFH ausreichend gedämmt ist, muss der unausgebaute Dachraum mit Dämmung ausgestattet werden. Die Spitzbodenfläche wird mit EPS Dämmplatten ausgekleidet und schützt so die darunter liegenden Räume vor Kälte im Winter und Hitze im Sommer.

Ermittlung der Spitzbodenfläche

Für die Berechnung wird von den Außenabmessungen des EFH ausgegangen. Davon wird die Dicke der Mauerbank und der davor liegenden Wärmedämmschicht abgezogen. Aus Abb. 3.32 (Seite 140) sind die Längen zu entnehmen, welche abgezogen werden müssen.

Fläche Spitzboden:

$$(10,50 \text{ m} - 0,10 \text{ m} * 2 - 0,16 \text{ m} * 2) * (8,80 \text{ m} - 0,10 \text{ m} * 2 - 0,16 \text{ m} * 2) = \\ = 9,98 \text{ m} * 8,28 \text{ m} = 82,63 \text{ m}^2$$

Größe der Zugtreppe (1,40 x 0,70 m):

$$1,40 \text{ m} * 0,70 \text{ m} = 0,98 \text{ m}^2$$

Gesamtfläche des Spitzbodens inkl. Abzüge:

$$82,63 \text{ m}^2 - 0,98 \text{ m}^2 = 81,65 \text{ m}^2$$

Mit der gewonnenen Information über die Dach- und Spitzbodenfläche kann die Leistung, sprich Arbeitszeit, Personal- und Materialkosten, berechnet werden.

3.9.5 Leistungsberechnung

In folgender Leistungsberechnung werden Zeitaufwand, Personalkosten und Materialkosten, die durch das Errichten des Dachstuhls verursacht werden, berechnet. Weiteres werden die Kosten für die Dacheindeckung und die Dämmung des Spitzbodens ermittelt.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für die Errichtung des Dachstuhls

Zeitaufwand: Der AW für die Errichtung des Sparrendachstuhls inkl. Dachschalung, Konter- und Dachlattung wird laut Kropik [30] mit $1,20 \text{ h/m}^2$ angenommen. Die Multiplikation des AW mit der gesamten schrägen Dachfläche ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit.

$$118,50 \text{ m}^2 * 1,20 \text{ h/m}^2 = 142,20 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$142,20 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 5545,80 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten betragen nach Internetrecherche rund 75 €/m^2 [16, 25]. In den Kosten enthalten sind Dachstuhl, Sparren, Rauhschalung, Unterspannbahn, Konterlattung und Dachlattung.

$$75,00 \text{ €/m}^2 * 118,50 \text{ m}^2 = 8887,50 \text{ €}$$

Nach der Errichtung des Dachstuhls kann die Dacheindeckung erfolgen. Dazu werden Dachziegel des Unternehmens Wienerberger [60] verwendet. Die Befestigung der Dachziegel erfolgt über das Einhängen der Ziegeln in die Dachlattung.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für die Eindeckung des Dachs

Zeitaufwand: Der Aufwandswert (AW) für das Eindecken des Dachs wird mit 14 min/m^2 angenommen [30]. Die Multiplikation des AW mit der gesamten schrägen Dachfläche ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit.

$$118,50 \text{ m}^2 * 14 \text{ min/m}^2 = 1659 \text{ min} = 27,65 \text{ h} \approx 27,70 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittelohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$27,70 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 1080,30 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten betragen, nach der Preisliste von Wienerberger $26,99 \text{ €/m}^2$ [60].

$$26,99 \text{ €/m}^2 * 118,50 \text{ m}^2 = 3198,32 \text{ €}$$

Zunächst wird die Dämmung des Spitzbodens berechnet. Dazu werden drei EPS lagen eingelegt. Jede EPS Platte weist eine Dicke von 12 cm auf.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für das Verlegen der EPS-Platten

Zeitaufwand: Der AW für das Verlegen von Wärmedämmung am Spitzboden wird mit 7 min/m^2 angenommen [30]. Zu beachten ist, dass drei Lagen Wärmedämmung angebracht werden und diese in der Berechnung zu berücksichtigen sind.

$$81,65 \text{ m}^2 * 7 \text{ min/m}^2 * 3 \text{ Lagen} = 1714,65 \text{ min} = 28,58 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittellohncosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$28,58 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 1114,62 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten betragen, nach der Preisliste des Herstellers Austrotherm GmbH 15,60 €/m² [2].

$$15,60 \text{ €/m}^2 * 81,65 \text{ m}^2 * 3 = 3821,22 \text{ €}$$

3.9.6 Kostenübersicht

Die Gesamtkosten setzen sich aus den Kosten für den Dachstuhl und Dämmung des Dachraums zusammen. In den Kosten enthalten sind die Personal- und Materialkosten. In Tab. 3.42 ist die Übersicht der Kosten dargestellt. In Summe betragen die Kosten für das Errichten des Walmdachs 21 799,16 €

Tab. 3.42: Kostenübersicht aller Dacharbeiten

	€
Sparrendachstuhl mit Lattung	14 433,30
Dacheindeckung	4278,62
EPS Dämmung– Spitzboden	4935,84
Summe:	23 647,76

3.10 Aufwands-, Leistungswerte und Kostenansätze der Rohbauarbeiten

In diesem Kapitel werden auf die verwendeten Aufwands-, Leistungswerte und Kostenansätze der Rohbauarbeiten in den Berechnungen eingegangen. Die Tab. 3.43 stellt dabei alle verwendet Werte dar. Die zusammenfassende Darstellung mit den ausgewiesenen Quellen, soll einen Überblick bieten und als Nachschlagewerk dienen. Die Tabelle wird sowie, die vorherigen Kapiteln, unterteilt in die wesentlichsten Bauteile bzw. Arbeitsschritte. Angefangen bei der Baustelleneinrichtung über den Erdbau bis hin zu den Aufwandswerten des Dachs sind die Werte in geordneter Reihenfolge abgebildet. Zusätzlich zu den AW und LW sind in weitere Folge, in Tab. 3.45 und Tab. 3.44, einerseits die Baustoffpreise und andererseits die Bewehrungsgrade, welche für die Berechnungen verwendet werden, dargestellt.

Tab. 3.43: Auflistung der Aufwands- und Leistungswerte

	Wert	Einheit	Quelle
Baustelleneinrichtung			
Container aufstellen	2,00	h/Stk	Kropik [30]
Baustrom einrichten	2,00	h/Stk	Kropik [30]
Bauzaun aufstellen	0,05	h/m	Kropik [30]
Kran aufstellen	5,00	h/Stk	Kropik [30]
Container abbauen	3,00	h/Stk	Kropik [30]
Kran abbauen	7,00	h/Stk	Kropik [30]
Erdbau			
Humus abtragen – Bagger	40,00	m ³ /h	Kropik und Szkopecz [34]
Fundament			
Sauberkeitsschicht herstellen	0,60	h/m ³	Plümecke und Kuhne [48]
Randschalung/Seitenschalung	0,70	h/m ²	Plümecke und Kuhne [48]
Bewehrung einlegen	22,00	h/t	Weiss [58]
Beton abziehen/glätten	0,05	h/m ²	Kropik [30]
Wände – Ortbeton			
Schalarbeiten – Außenwände	0,70	h/m ²	Kropik [30]
Schalarbeiten – Stütze	1,15	h/m ²	Duschel et al. [13]
Bewehrung einbringen – Wände	27,00	h/t	Weiss [58]
Bewehrung einbringen – Stütze	31,00	h/t	Weiss [58]
Abdichtung – Voranstrich	1,00	min/m ²	Kropik [30]
Abdichtung – 1-lagig	7,00	min/m ²	Kropik [30]
Perimeterdämmung anbringen	5,50	min/m ²	Kropik [30]
Geschossdecke			
Schalarbeiten Deckenunterseite	0,60	h/m ²	Kropik [30]
Schalarbeiten Deckenrand	1,70	h/m ²	Kropik [30]
Bewehrung einbringen – Decke	24,00	h/t	Weiss [58]
Beton abziehen/glätten	0,05	h/m ²	Kropik [30]
Innenwände			
Mauerwerk 12 cm errichten (Planziegel)	0,70	h/m ²	Erfahrungswert
Mauerwerk 25 cm errichten (Planziegel)	0,80	h/m ²	Erfahrungswert
Außenwände			
Mauerwerk 38 cm errichten (Planziegel)	0,95	h/m ²	Erfahrungswert
Mauerwerk 50 cm errichten (Planziegel)	1,15	h/m ²	Erfahrungswert
Dach			
Sparrendachstuhl mit Lattung	0,80	h/m ²	Kropik [30]
Dacheindecken	14,00	min/m ²	Kropik [30]
EPS verlegen	6,00	min/m ²	Kropik [30]

Aufwands- und Leistungswerte sind nicht nur in den bereits aufgezählten Büchern zu finden, sondern in zahlreichen weiteren literarischen Werken. In folgender Aufzählung sind zusätzliche Nachschlagewerke für Aufwands- und Leistungswerte angegeben:

- *Richtlinien, Zeitaufwand, Materialbedarf für die Kalkulation im Hochbau* von Lugner et al. [36]
- *Zeitaufwandtafeln für die Kalkulation von Hochbau- und Stahlbetonarbeiten* von Meier [38]
- *Aufwandstabeln von Lohn und Gerätestunden im Ingenieurbau zur Kalkulation angemessener Baupreise* von Drees und Kurz [12]

Die Preise der Baustoffe, welche in allen Berechnungen verwendet werden, sind in Tab. 3.44 aufgelistet.

Tab. 3.44: Baustoffpreise

	Wert	Einheit	Quelle
Fundament:			
Sauberkeitsschicht (C 8/10)	99,60	€/m ³	Bau Beton GmbH [4]
Randschalung / Seitenschalung	10,00	€/m ²	Carrot Media v.o.s. [9]
Bewehrung	511,50	€/to	Plümecke und Kuhne [48, S. 53]
Beton (C 25/30)	98,00	€/m ³	Rohrdorfer [51]
Kellerwände:			
Materialkosten Schalung	34,20	€/m ²	Wilfried Ritter [62],[27]
Bewehrung	511,50	€/to	Plümecke und Kuhne [48, S. 53]
Beton (C 25/30)	98,00	€/m ³	Rohrdorfer [51]
Abdichtung – Voranstrich	0,67	€/m ²	Hornbach [22]
Abdichtung – Bitumenanstrich	9,22	€/m ²	Hornbach [23]
Perimeterdämmung	14,06	€/m ²	Hornbach [24]
Geschossdecken:			
Materialkosten Deckenschalung	30,00	€/m ²	Hillman [19],[28]
Materialkosten Randschalung	60,00	€/m ²	Hillman [19],[28]
Bewehrung	511,50	€/to	Plümecke und Kuhne [48, S. 53]
Beton (C 25/30)	98,00	€/m ³	Rohrdorfer [51]
Innenwände:			
Mauerwerk 25 cm	55,51	€/m ²	Wienerberger Österreich GmbH [61]
Mauerwerk 12 cm	30,74	€/m ²	Wienerberger Österreich GmbH [61]
Außenwände:			
Mauerwerk 38 cm	107,25	€/m ²	Wienerberger Österreich GmbH [61]
Mauerwerk 50 cm	114,64	€/m ²	Wienerberger Österreich GmbH [61]
Dach:			
Sparrendachstuhl mit Lattung	60,00	€/m ²	Hammermeister [16]
Dacheindeckung	26,99	€/m ²	Wienerberger Österreich GmbH [60]
EPS Spitzboden	15,60	€/m ²	Austrotherm GmbH [2]

Die Bewehrungsgrade, welche für die verschiedenen Bauteilen herangezogen wurden, sind in Tab. 3.45 dargestellt.

Tab. 3.45: Bewehrungsgrad von Bauteilen

	Wert	Einheit	Quelle
Fundament	45,00	kg/m ³	Hofstadler [20]
Wand	50,00	kg/m ³	Hofstadler [20]
Decke	65,00	kg/m ³	Hofstadler [20]
Stütze	115,00	kg/m ³	Hofstadler [20]

3.11 Kostenzusammenstellung der Rohbauarbeiten in Ortbetonbauweise

Die Zusammenfassung der berechneten Gesamtkosten in Ortbetonbauweise ist in Tab. 3.46 dargestellt. Dabei erfolgt die Auflistung nach den Kapitelüberschriften wie in Kapitel 3. Wie zu erkennen ist, werden nur die Rohbaukosten aufgelistet, da für den Ausbau keine genauen Kostenkennwerte vorliegen. Im folgenden Kapitel 4 wird die Ausführungsvariante mit Fertigteilen berechnet. Am Ende des genannten Kapitels erfolgt eine Gegenüberstellung der beiden Bauweisen. In Summe betragen die Kosten für den Rohbau in Ortbetonbauweise 145 138,59 €.

Tab. 3.46: Gesamtkosten des Rohbaus in Ortbetonbauweise

	€
Baustelleneinrichtung	2800,20
Vorhaltekosten	13 964,59
Erdbau	5114,59
Fundament	5984,86
Kelleraußenwände	23 511,56
Innenwände	12 368,72
Geschossdecken	26 121,31
Treppen	4139,68
Außenwände – Ziegel	29 297,30
Walmdach	23 647,76
Summe	146 950,57

3.12 Ausbaurbeiten

Die Ausbaurbeiten stellen neben den Rohbauarbeiten einen erheblichen Kostenfaktor dar. Diese Arbeiten lassen sich genauso, wie die Rohbauarbeiten mit Aufwandswerten abbilden. In verschiedenster Literatur, wie Kropik [30] oder Duschel et al. [13] sind Aufwandswerte für das Ausbauen von Projekten angegeben. Dabei ist von großer Wichtigkeit, die Inhalte von Rohbau und Ausbau genau zu definieren und abzugrenzen. In Abb. 3.47 sind die Inhalte und Unterschiede von Rohbau zu Ausbau nach *Ö-Baumanagement GmbH* [39] aufgelistet. Die Bestandteile der drei wesentlichen Kategorien des Ausbaus beschreiben ein „Schlüsselfertiges⁴ Haus“.

⁴Schlüsselfertig bezeichnet den Zustand des EFH, wo bereits die Bodenbeläge eingebracht, Sanitäreinrichtung und Türen installiert sowie Malerarbeiten getätigt worden sind. Nach Übergabe des Schlüsselfertigen EFH an den Bauherrn, kann dieser sofort einziehen.

Tab. 3.47: Definition der Herstellkosten nach Angaben des ausführenden Unternehmens

Bauabschnitte von Rohbau/Ausbau		Rohbau- bzw. Ausbauinhalt
Rohbau	Erdarbeiten	Baustelleneinrichtung, Aushub mittels Bagger, Abtransport Material, Keller hinterfüllen, Grobplanie herstellen, Erdarbeiten, Kanal
	Gründungselemente + Kellergeschoss	Elektroinstallation Betonwand u. Decke, Kanal, Regenwasserkanal, Sickerschacht, Rohrdurchführungen, Lichtschächte, Abdichtung, Dämmung, Noppenmatte, Fundamentplatte+Beton, Ortbetonkellerwand, Mauerwerk (12cm, 25cm), Fertigteildecke, Unterzüge, Kellerfenster, Türen, Kellerstiege gewendelt
	Rohbau	Baustelleneinrichtung, Planziegel, Säule, Unterzüge, Fertigteildecke, Betonstiege, Kamin, Baureinigung, Gerüst,
	Zimmermannsarbeiten	Walmdach, Sparrenstärke 10/16cm, Vordachschalung
	Spenglerarbeiten	Dachrinne, Ablaufrohr, Lüftungsgitter, Kamineinfassung
	Dachdeckerarbeiten	Betondachstein, Dunstrohrventil, Grat, Schneenasen
Ausbau	Fenster + Fensterbänke + Rolläden	Fenster, Rolläden, Fensterbänke, Fenstereinbau
	Außenfassade	Außengerüst, Außenputz, Spachteln, Amierungsnetz, Sockelputz
	Innenausbau	Alu Haustüre, Innenfensterbänke, Innenputz, Fußbodenheizung inkl Estrich, Dachbodentreppe, Dachbodendämmung, Stemmereiben für Elektro- und Sanitärinstallationen, Verschließen der Schlitze, Elektroinstallationen, Sanitärinstallationen, Luft-Wasserwärmepumpe, Spachtelung Betonwände und Deckenstöße, Malerarbeiten, Innentüren, WC Anlage, Badewanne, Duschanlage, Waschbecken, Verfliesen Betonstiegen, Bodenfliesen, Wandfliesen, Laminatböden, Parkettböden, Sockelleisten

Aufgrund der Aufwandswerte kann die Zeitdauer für den Ausbau bestimmt werden. Der Ausbau wird nach Praxisangaben mit 6 bis 9 Monate angesetzt. Je nachdem, nach welcher Ausbaustufe, sprich ob schlüsselfertige oder belagsfertige Herstellung des Hauses vom Bauherrn gewünscht ist, kann die Ausbauzeit schwanken. Im Vergleich zum schlüsselfertigen Bau werden bei der belagsfertigen Herstellung die Außenfassade hergestellt, Innenputz angebracht, Fußbodenaufbau ohne Belag errichtet, Fenster und Türen eingebaut sowie Sanitärrohinstallationen installiert [40].

3.13 Zusammenfassung der Ortbetonbauweise

Wie eingangs in diesem Kapitel erwähnt, wurden mithilfe von Planunterlagen eines Einfamilienhauses die wesentlichsten Bauteile hinsichtlich Kosten, Zeit und Geräteinsatz kalkuliert. Im Detail sind die Erdbewegungen, Herstellung der Fundamentplatte, Errichtung der Kellerwände und Geschossdecken, Aufstellen von Ziegelmauerwerk und die Zimmererarbeiten im Detail behandelt worden. Ergänzend zu den Kalkulationen verschiedener Bauteile wurden Arbeitsvorgänge diverser Tätigkeiten beschrieben, um das Verständnis von unterschiedlichen Abläufen zu stärken. Abschließend sind die in der Kalkulation verwendeten Aufwands-, Leistungswerte und Baustoffpreis in übersichtlichen Tabellen angeführt. Zusätzlich dazu wurden alle ermittelten Herstellkosten des Rohbaus von Baustelleneinrichtung bis zum Walmdach dargestellt. Für den Ausbau, welcher in dieser Diplomarbeit nicht detailliert behandelt wird, sind jedoch Angaben von einem ausführenden Unternehmen zu den Ausbauarbeiten angeführt.

Kapitel 4

Arbeitsvorbereitung bei einem Einfamilienhaus in Fertigteilbauweise

Neben der Errichtung von Wänden und Decken in Ortbetonbauweise gibt es eine weitere Möglichkeit, diese zeitsparender und ggf. kostengünstiger zu errichten. Es handelt sich dabei um die Bauweise mit Fertigteilen bzw. Halbfertigteilen. Dafür werden Elemente vom Fertigteilwerk an die Baustelle geliefert und aufgestellt. Diese Elemente müssen allerdings, an der Baustelle, mit Beton ausgegossen werden. Die Betonmenge, die vor Ort eingebracht werden muss, stellt dabei ein Bruchteil dessen dar, die bei Errichtung der Elemente in Ortbetonbauweise benötigt werden würde. Um einen direkten Vergleich von Kosten und Arbeitszeit aufzuzeigen, wird im Folgenden der Einbau von zwei Bauteilen mittels Fertigteilbauweise berechnet. Konkret sollen die Kelleraußenwände und Geschossdecken aus Fertigteilen errichtet werden.

4.1 Kelleraußenwände in Fertigteilbauweise

Das erste Bauteil, welches als Variante mittels Fertigteilen ausgeführt wird, ist die Kelleraußenwand. Die Stahlbetonwände werden, laut Kapitel 3 in Ortbetonbauweise mit Rahmenschalung ausgeführt. Nun kommen Elementwände zur Anwendung.

4.1.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Für die Errichtung der Kellerwände in Fertigteilbauweise werden Elementwände¹, die in Abb. 4.1 zu sehen sind, herangezogen. Die Elementwände bestehen aus zwei dünnen Fertigteilplatten, welche durch Gitterträger verbunden sind. Diese Fertigteilplatten sind je nach Anforderungen zwischen 4 cm und 7 cm dick. Werksmäßig werden die bewehrten Wände mit der erforderlichen Bewehrung zur Gänze eingebaut. Die Doppelwandelemente können vom Fertigteilwerk in üblichen Wanddicken (18 cm, 20 cm, 24 cm, 25 cm, 30 cm, 36 cm, 40 cm, 42 cm) bestellt werden [26].

Mit einem Sattelschlepper vom Fertigteilwerk werden die halbfertigen Elemente an die Baustelle geliefert. Das Einheben der Teile an die Einbaustelle erfolgt mittels einem auf der Baustelle befindlichen Kran oder einem Mobilkran. Nach dem Aufsetzen der Wände an der richtigen Stelle auf der Fundamentplatte müssen diese mit Schrägstützen gegen Umkippen gesichert werden. Dazu werden schon beim Betonieren der Fundamentplatte Dübel in die Platte eingebracht, an denen die Schrägstützen eingehängt werden. In den Fertigteilen integriert sind Aussparungen für Elektrorohre sowie Dosen für Schalter und Steckdosen. Nach Aufstellen der Wände kann sofort betoniert werden. Um Kosten und Zeit zu sparen gibt es die Möglichkeit, vor dem Betonieren

¹Elementwände können zudem als Doppelwandelemente oder Hohlwandelemente bezeichnet werden.

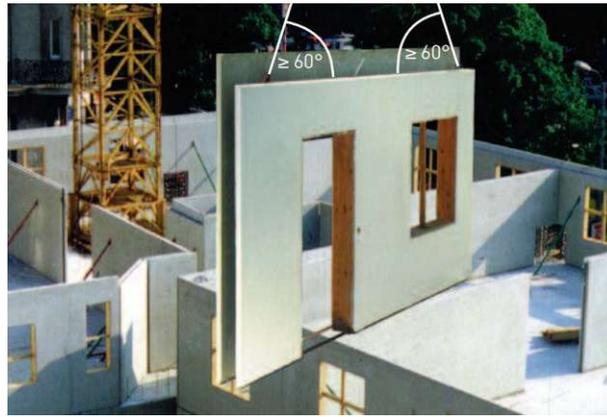


Abb. 4.1: Darstellung einer Elementwand während des Einhebens mittels Kran [56]

der Hohlwände die Elementdecken darauf zu platzieren. Es können somit in einem Arbeitsschritt beide Fertigteile mit Beton zu verfüllt werden. Die Elementwände werden mit Transportbeton verfüllt. Nach Erhärten des Betons entsteht in Folge eine monolithische Wandscheibe. Aufgrund der Vorproduktion der Wände im Werk kann die Betonoberfläche als Sichtbeton verwendet werden [26].

4.1.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 4.1 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 4.1: Parameter zur Kostenkalkulation – Kelleraußenwand in Fertigteilausführung

Personal:		
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Mittelohnkosten	39,00	€/h
Gerät – Strom:		
Stromkosten	0,20	€/kWh
Auslastungsgrad Kran (Betoniervorgang)	50	%
Material – Beton:		
Druckfestigkeit	C 25/30	
Expositionsklasse	XC1 (PB)	
Konsistenzklasse	F 45	
Verdichtungsmaß ($\frac{V_{unverdichtet}}{V_{verdichtet}}$) =	1,10	
Größtkorn	GK 22	
Kosten (Lieferung frei Bau) ($V_{verd.}$)	98,00	€/m ³

4.1.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Für das Einheben der Fertigteilelemente, sowie für das Verfüllen der Hohlwand mit Beton wird ein Kran benötigt. Der Beton wird mit einem Transportbetonmischer „frei Bau“ angeliefert. In Tab. 4.2 ist der Kran angeführt, der im Kapitel 3.3 ausgewählt wurde. Die benötigten Werte für die anschließende Berechnung sind im Kapitel 3.3.3 auf Seite 80 zu finden. Der Silokübel wird in der gleichen Größe gewählt.

Tab. 4.2: Gewähltes Leistungsgerät für die Errichtung der Kelleraußenwände in Fertigteilbauweise

Kran:	
Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger	C.0.03.0060
Ausleger	C.0.03.****-AA
Turmstücke	C.0.03.****-BA
Silokübel:	
Silokübel mit Bodenentleerung, Segmentverschluss	C.3.00.0750

Da das Gerät während des Einhebens für keine andere Tätigkeit genutzt werden kann, wird es als Leistungsgerät angesehen. Für kurze Hebetätigkeiten, bei denen der Kran nur geringe Zeit gebraucht wird, ist der Kran als Vorhaltegerät anzusehen.

4.1.4 Mengenermittlung

Die Mengen der Kellerbetonwände sind im Kapitel 3.4.4 (Seite 99) bereits ermittelt worden. Jedoch werden dort die Kubatur der Betonwände in Kubikmeter berechnet. Für die Kostenberechnung der Elementwände sind Quadratmeter gefragt, da diese laut Preisliste von Rohrdorfer [49] benötigt werden. Somit werden im Folgendem die Quadratmeter der Wände und die Betonkubatur, welche mittels Ortbeton ausgefüllt werden muss, berechnet. Zusätzlich sind die Länge der Schalung für die Fensterausparung und die Anzahl der Rohrdurchführungen zu ermitteln.

Ermittlung der Wandfläche und Betonkubatur

Wandfläche: Dazu wird die Länge der Kelleraußenwände mit der Höhe multipliziert. Von dieser Fläche werden im Anschluss die Aussparungen, sprich Fensterflächen, abgezogen.

$$(10,26 \text{ m} * 2 + 8,06 \text{ m} * 2) * 2,45 \text{ m} = 89,77 \text{ m}^2$$

Fenster – Größe 1,00 m * 0,63 m (b x h) (2 Fenster dieser Größe vorhanden):

$$1,00 \text{ m} * 0,63 \text{ m} * 2 = 1,26 \text{ m}^2$$

Fenster – Größe 2,00 m * 0,80 m (b x h) (2 Fenster dieser Größe vorhanden):

$$2,00 \text{ m} * 0,80 \text{ m} * 2 = 3,20 \text{ m}^2$$

gesamte Wandfläche abzüglich der Aussparungen:

$$89,77 \text{ m}^2 - 1,26 \text{ m}^2 - 3,20 \text{ m}^2 = 85,31 \text{ m}^2$$

Betonkubatur: Die Betonkubatur, die nach Aufstellen der Elemente zwischen den Fertigplatten eingefüllt werden muss, wird im Folgenden berechnet. Die Fertigteilplatten werden jeweils mit einer Dicke von 6 cm gewählt. Die Kubatur der gesamten Kellerbetonwand, wie aus der Mengenermittlung der Kellerbetonwände in Ortbeton zu entnehmen ist, beträgt $21,32 \text{ m}^3$. Der Abstand zwischen den beiden 6 cm dicken Fertigplatten beträgt 13 cm (= $25 \text{ cm} - 2 * 6 \text{ cm}$). Das Volumen, das die eingelegte Bewehrung in die Hohlwände in Anspruch nimmt, wird in keiner Berechnung berücksichtigt und ist somit zu vernachlässigen. Das übrige Betonvolumen in der Fertigteilwand, sprich zwischen den zwei Fertigteilplatten, wird folgendermaßen berechnet:

$$\frac{21,32 \text{ m}^3}{0,25 \text{ m}} * 0,13 \text{ m} = 11,09 \text{ m}^3$$

Schalungslänge der Fensterausparungen: Dazu wird der Umfang aller in der Wand befindlichen Fenster berechnet.

$$4 * 1,00 \text{ m} + 4 * 0,63 \text{ m} + 4 * 2,00 \text{ m} + 4 * 0,80 \text{ m} = 17,72 \text{ m}$$

Rohrdurchführungen: Die Anzahl der Rohrdurchführungen sind dem Ausführungsplan des Kellergeschosses zu entnehmen. Es werden für das Bauvorhaben in Summe 8 Rohrdurchführungen benötigt.

Der Einbau des Betons in die Elementwände wird mittels Kran und Silokübel ausgeführt. Da die Betonmenge ungefähr die Hälfte beträgt, im Vergleich zur Kubatur bei Wänden in Ortbetonbauweise, scheint der Einbau mittels Autobetonpumpe unwirtschaftlich, da die Anfahrtkosten sehr hoch sind. Aufgrund dessen erfolgt bei der folgenden Leistungsberechnung keine Unterteilung in Variante 1 und 2. Es wird nur die Variante mit Kran und Silokübel berechnet.

4.1.5 Leistungsberechnung

Die Kosten für das Einheben der Elementwände und die Elementwandkosten selbst werden im Folgenden berechnet. Des Weiteren werden die Kosten für das Einbringen des Betons ermittelt. Die Elementwandkosten, welche laut Herstellerpreisliste berechnet werden, teilen sich in zwei Kostengruppen. Einerseits sind die Kosten für die 6 cm Betonteile der Elementwand und andererseits die Bewehrungskosten anzusetzen und zu berechnen.

Berechnung der Elementwandkosten

Hierbei werden die Kosten ermittelt, die bei der Produktion von Hohlwänden im Fertigteilwerk anfallen. Des Weiteren werden die Kosten für das Liefern und Aufstellen berechnet.

Zeitaufwand: Der Zeitaufwand für das Aufstellen und Versetzen der Doppelwände auf der Fundamentplatte wird mit 5 h angenommen. Zudem werden vier Arbeiter angenommen, die beim Einjustieren der Wände mithelfen. Weiters errichten diese die Sicherungsmaßnahmen, also die Schrägstützen, die das Umkippen der Wände verhindern. Das Ausschäumen der Fugen zwischen den Elementen wird von den Arbeitern in der angesetzten Dauer erledigt.

Personalkosten: Die Personalkosten ergeben sich durch Multiplikation der Mittellohnkosten und der Zeit.

$$5 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} * 4 \text{ Arb.} = 780,00 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten werden wie schon erwähnt in Beton- und Bewehrungskosten geteilt. Für die Betonkosten werden $37,50 \text{ €/m}^2$ laut Hersteller angesetzt [49]. Dazu muss der Betongütezuschlag von $2,40 \text{ €/m}^2$ aufgrund der Betongüte von C25/30 hinzugerechnet werden. Zusätzlich zu den Grundkosten sind Frachtkosten mit $7,75 \text{ €/m}^2$ hinzuzurechnen. Es ergeben sich unter Berücksichtigung der genannten Zuschläge, Kosten von $47,35 \text{ €/m}^2$.

Die Bewehrungskosten sind vom Hersteller als Tonnenpreise angegeben. Die Kosten je Tonne betragen 1480 € [49]. Mithilfe des Bewehrungsgrads ($0,05 \text{ to/m}^3$) und der gesamten Betonkubatur aller Wände können schlussendlich die Materialkosten ermittelt werden. Zusätzlich dazu müssen die Kosten für das werksseitige Einbringen der Fensterausparungen je Meter ($21,40 \text{ €/m}$) und die Rohrdurchführungen je Stück ($19,00 \text{ €/Stk}$) berücksichtigt werden.

Betonkosten:

$$47,35 \text{ €/m}^2 * 85,31 \text{ m}^2 = 4039,43 \text{ €}$$

Bewehrungskosten:

$$1480 \text{ €/to} * 0,05 \text{ to/m}^3 * 21,32 \text{ m}^3 = 1577,68 \text{ €}$$

Kosten für Fensterausparungen:

$$21,40 \text{ €/m} * 17,72 \text{ m} = 379,21 \text{ €}$$

Kosten für Rohrdurchführungen:

$$19,00 \text{ €/Stk} * 8,00 \text{ m} = 152,00 \text{ €}$$

Krankkosten: Die Kosten für den Kraneinsatz werden in folgender tabellarischen Auflistung berechnet. Dabei sind neben den Kosten für den Kraneinsatz selbst, genauso die Stromkosten miteinbezogen. Die Kosten für den Einsatz des Kranfahrers sind zuvor im Punkt Personalkosten schon mit einberechnet.

AV/h:	$(2850 \text{ €/Mo} + 11,00 \text{ €/Mo} * 18,00 \text{ m} +$	
	$+ 47,50 \text{ €/Mo} * 14,00 \text{ m}) \times 0,70 / 170 \text{ h/Mo}$	$= 15,29 \text{ €/h}$
Rep/h:	$(1490 \text{ €/Mo} + 5,70 \text{ €/Mo} * 18,00 \text{ m} +$	
	$+ 25,00 \text{ €/Mo} * 14,00 \text{ m}) \times 0,80 / 170 \text{ h/Mo}$	$= 9,14 \text{ €/h}$
Strom:	$16,00 \text{ kW} * 0,20 \text{ €/kWh} * 90 \%$	$= 2,88 \text{ €/h}$

Krankkosten je Stunde (exkl. Kranfahrer): $\Sigma 27,31 \text{ €/h}$

In Summe betragen die Krankkosten für das Einheben der Fertigteilwände:

$$5,00 \text{ h} * 27,31 \text{ €/h} * 2 = 273,10 \text{ €}$$

Die Berechnung der Kosten für das Einbringen des Betons in die Hohlwände wird nach dem gleichen Berechnungsschema ablaufen wie im Unterpunkt „Variante 2: Betoneinbringung mittels

Kran und Silokübel“ aus Kapitel 3.3.5 auf Seite 84. Somit werden die detaillierten Rechengänge nicht dargestellt, sondern nur die Ergebnisse in Tab. 4.3.

Tab. 4.3: Ergebnisse der Leistungsberechnung für das Einbringen des Betons in die Hohlwände

Betonförderkosten pro Stunde	66,55	€/h
Spielanzahl pro Stunde:	15	Spiele/h
Förderleistung (verdichtetes Volumen):	9,15	m ³ /h
Förderdauer:	1,21	h
Betonförderkosten gesamt:	80,53	€
Betonförderkosten je m ³ verdichteten Beton:	7,26	€/m ³
Gewählte Mannschaft für Betoneinbau		
Befüllung – Silokübel:	1	Arb.
Entleerung – Kübel und Betonverdichtung:	2	Arb.
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1	Arb.
Gesamtstunden – Personal:	4,84	h
Personalkosten gesamt:	188,76	€
Personalkosten je m ³ verdichteten Beton	17,02	€/m ³
Betonverlust:	2,00	%
Materialkosten gesamt:	1108,38	€
Materialkosten je m ³ verdichteten Beton	99,94	€/m ³

4.1.6 Kostenübersicht und Vergleich mit Ortbetonbauweise

Die Zusammenfassung der Elementwandkosten und des Betoneinbringens ist in Tab. 4.4 dargestellt. Wobei die Personalkosten und Materialkosten der Fertigteilwand vom Werk in einer Position zusammengefasst werden.

Tab. 4.4: Gesamtkosten – Kelleraußenwände in Fertigteilbauweise

	€
Elementwand	7064,87
Betonförderung	80,53
Betoneinbau	188,76
Materialkosten – Beton	1108,38
Summe:	8442,54

In Tab. 4.5 sind die Gesamtkosten der Ortbetonkellerwand aufgelistet. Diese sind aus Kapitel 3.4.6 (Seite 112) entnommen. Der Kostenvergleich der Summen von Kellerwanderrichtung in Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise zeigt einen wesentlichen Unterschied. Das Einsparungspotential bei Verwendung von Fertigteilen liegt bei rund 6989€. Zudem erfolgt eine Kostenersparnis sowie Arbeitszeitverkürzung. Ausschaltzeiten müssen nicht berücksichtigt werden, da bei den Elementwänden die Schlaung in Form von dünnen Betonwänden vorhanden ist. Somit kann die Geschossdecke unmittelbar nach Aufstellen der tragenden Innenwände ausgeführt werden.

Tab. 4.5: Gesamtkosten – Kelleraußenwände in Ortbetonbauweise

	€
Schalungsarbeit	11042,57
Bewehrung einlegen	1670,51
Betonförderung	483,65
Betoneinbau	73,32
Materialkosten – Beton	2161,88
Summe:	15 431,93

4.2 Geschossdecken in Fertigteilbauweise

Die Geschossdecken können, wie zuvor die Kelleraußenwände, ebenfalls optional in Fertigteilbauweise errichtet werden. Dabei kommen sogenannte Elementdecken zur Anwendung. Es werden dünnen Stahlbetonplatten mit eingelegter Bewehrung im Werk vorgefertigt. Diese müssen an der Baustelle auf der Montageunterstellung aufgesetzt werden. Zur Vollendung wird Ortbeton auf den Elementdecken vergossen. Somit entsteht nach Aushärten eine monolithische Platte.

4.2.1 Verfahrensauswahl und Abfolge

Die Elementdecken, welche in Abb. 4.2a zu sehen sind, bestehen aus einer werksmäßig gefertigten Stahlbetonplatte, welche eine Stärke von ca. 6 cm aufweist. Im Stahlbeton der Deckenelemente eingearbeitet ist bereits die notwendige untere Bewehrungslage. Auf der Baustelle vor Ort muss somit nur mehr die notwendige obere konstruktive Mindestbewehrung eingebaut werden. Die Elementdeckenunterseiten können aufgrund der werksmäßigen Fertigung als Sichtbeton ausgeführt werden.

Die Plattenstärke und -größe kann individuell gefertigt werden, jedoch ist die Plattenbreite auf 2,50 m beschränkt. Es können fertige Deckenhöhen nach dem Einbringen des Ortbetons auf der Baustelle von 16–40 cm erzielt werden. Die Möglichkeit des Einbaus von Elektrodoesen für Lichtauslässe wird im Fertigteilwerk angeboten [65].



(a) Einheben und Justieren der Elementdecke [55]



(b) Montageunterstellung [55]

Abb. 4.2: Sicht auf die Elementdecke von oben (links) und unten (rechts)

Bevor die Elementdecken verlegt werden können, muss die Montageunterstellung, die in Abb. 4.2b dargestellt ist, errichtet werden. Diese ist gemäß den Angaben des Verlegeplans aufzustellen. Dazu werden Unterstellstützen mit Stützenköpfen und Träger benötigt. Nennenswert ist, dass die Träger immer quer zu den Gitterträgern der Elementdecke gestellt werden müssen. Nach Errichtung der tragsicheren und standsicheren Unterstellung können die Elemente angeliefert werden.

Die Elemente werden gestapelt vom Werk mittels Sattelschlepper an die Baustelle transportiert. Am Einbauort angekommen, werden diese mit einem dort befindlichen Kran oder Mobilkran angehoben und zur Einbaustelle geschwenkt. Zu beachten ist, dass die Elemente nur mittels vier Kranhaken, welche in den Knotenpunkten der Gitterträger eingehängt sind, hochgehoben werden können. Bei Verwendung von weniger Kranhaken kann das Element beim Anheben aus dem Gleichgewicht geraten. Es ist beim Ablegen der Platte auf die Unterstellung auf die Auflagerbreite der Platten zu achten. Beim Stoß zweier Platten sollte die Auflagerbreite jeweils mind. 5 cm betragen. Nach dem Verlegen aller Platten wird die noch zusätzlich benötigte Bewehrung eingelegt. Diese ist laut Bewehrungsplänen des Statikers bzw. Fertigteilwerks zu verlegen. Notwendig für das Betonieren der Decke ist das Anbringen der Randschalung. Diese wird an Deckenaußenseiten bzw. rund um Aussparungen angebracht. Vorm Betonieren der Platte müssen alle Verunreinigungen, die sich auf den Elementdecken befinden, entfernt werden. Im Anschluss liefert der Transportbetonmischer den nötigen Beton und mittels einem geeigneten Betonförderungsgerät wird dieser eingebaut [55].

4.2.2 Kalkulationsgrundlagen

Für die Berechnungen müssen baubetriebliche Annahmen durch das ausführende Unternehmen getroffen werden. In Tab. 4.6 sind Parameter aufgelistet, welche für die Berechnung verwendet werden.

Tab. 4.6: Parameter zur Kostenkalkulation – Geschossdecke in Fertigteilausführung

Personal:		
Arbeitsstunden pro Arbeitstag	8	h/AT
Arbeitsstunden pro Monat	170	h/Mo
Arbeitstage pro Monat	21	AT/Mo
Mittellohnkosten	39,00	€/h
Gerät – Strom:		
Stromkosten	0,20	€/kWh
Auslastungsgrad Kran (Betoniervorgang)	50	%
Material – Beton:		
Druckfestigkeit	C 25/30	
Expositionsklasse	XC1 (PB)	
Konsistenzklasse	F 45	
Verdichtungsmaß ($\frac{V_{unverdichtet}}{V_{verdichtet}} =$)	1,10	
Größtkorn	GK 22	
Kosten (Lieferung frei Bau) ($V_{verd.}$)	98,00	€/m ³

4.2.3 Auswahl der Leistungsgeräte

Für das Einheben der Fertigteilelemente, sowie für das Verfüllen der Decken mit Beton wird ein Kran benötigt. Der Beton wird mittels Transportbetonmischer „frei Bau“ angeliefert. In Tab. 4.7 ist der Kran angeführt, der im Kapitel 3.3 ausgewählt wurde. Die benötigten Werte für die anschließende Berechnung sind im Kapitel 3.3.3 auf Seite 80 zu finden. Der Silokübel wird in der gleichen Größe gewählt.

Tab. 4.7: gewählte Leistungsgerät für die Einheben der Elementdecken

Kran:	
Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger	C.0.03.0060
Ausleger	C.0.03.****-AA
Turmstücke	C.0.03.****-BA
Silokübel:	
Silokübel mit Bodenentleerung, Segmentverschluss	C.3.00.0750

4.2.4 Mengenermittlung

Die Mengen der Geschossdecken sind im Kapitel 3.6 bereits ermittelt worden. Für die Ermittlung der Kosten für die Elementdecken, muss von Kubikmeter auf Quadratmeter zurückgerechnet werden. Dazu werden die Mengen durch die Deckenstärke von 20 cm dividiert. Da die Elementdecken für alle drei Geschossdecken zur Anwendung kommen, werden in nachfolgender Berechnung alle Geschossdecken berechnet. Weiters wird die Betonkubatur abzüglich der Stahlbetonschicht der Elementdecke berechnen. Die Dicke des Betonteils der Fertigteildecke wird mit 6 cm festgelegt.

Ermittlung der Elementdeckenfläche

Die Berechnung der Flächen erfolgt bei allen drei Geschossdecken nach dem selben Prinzip. Es werden die Kubaturen durch die Höhe der Decke dividiert. Im Anschluss wird die Fläche mit der neuen Höhe, sprich der Höhe abzüglich 6 cm multipliziert.

Geschossdecke 1:

Fläche der Elementdecke:

$$\frac{16,62 \text{ m}^3}{0,20 \text{ m}} = 83,10 \text{ m}^2$$

Betonkubatur unter Berücksichtigung des 6 cm Stahlbetonteils:

$$83,10 \text{ m}^2 * (0,20 \text{ m} - 0,06 \text{ m}) = 11,63 \text{ m}^3$$

Geschossdecke 2:

Fläche der Elementdecke:

$$\frac{16,59 \text{ m}^3}{0,20 \text{ m}} = 82,95 \text{ m}^2$$

Betonkubatur unter Berücksichtigung des 6 cm Stahlbetonteils:

$$82,95 \text{ m}^2 * (0,20 \text{ m} - 0,06 \text{ m}) = 11,61 \text{ m}^3$$

Geschossdecke 3:

Fläche der Elementdecke:

$$\frac{16,77 \text{ m}^3}{0,20 \text{ m}} = 83,85 \text{ m}^2$$

Betonkubatur unter Berücksichtigung des 6 cm Stahlbetonteils:

$$83,85 \text{ m}^2 * (0,20 \text{ m} - 0,06 \text{ m}) = 11,74 \text{ m}^3$$

Im Schnitt beträgt die Elementdeckenfläche pro Decke $83,30 \text{ m}^2$ und die Betonkubatur $11,66 \text{ m}^3$. Somit werden zur Vereinfachung in folgender Leistungsberechnung nurmehr diese zwei Werte für alle drei Decken herangezogen.

4.2.5 Leistungsberechnung

Die Kosten für das Einheben der Elementdecke und die Elementdeckenkosten selbst werden im Folgenden berechnet. Weiters werden die Kosten für die Randschalung berechnet, die für das Betonieren wesentlich ist. Die Kosten für das Einbringen des nötigen Betons werden in weitere Folge ermittelt.

Nach der Preisliste eines Herstellers können die Elementdeckenkosten berechnet werden. Laut Preisliste von Rohrdorfer [49] ergibt sich der Preis aus Betonkosten und Bewehrungskosten. Diese werden in nachfolgender Berechnung ermittelt. Für die Bewehrung sind die Kosten pro Tonne angegeben.

Berechnung der Elementdeckenkosten laut Herstellerangaben

Zum einen werden die Elementdeckenkosten, die in der Produktion im Werk anfallen, berechnet. Zum anderen werden der Transport und die Arbeitszeiten für das Einheben der Decke berechnet.

Zeitaufwand: Der Zeitaufwand für das Einheben und Justieren der Fertigteil-elementen pro Geschossdecke wird mit 6 h angenommen. Zudem werden 4 Arbeiter angenommen, die beim Einjustieren der Deckenplatten mithelfen.

Personalkosten: Die Personalkosten ergeben sich durch Multiplikation der Mittellohncosten und der Zeit.

$$6 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} * 4 \text{ Arb.} = 936,00 \text{ €}$$

Bei Betrachtung aller 3 Geschossdecken betragen die Personalkosten in Summe 2808,00 €

Materialkosten: Die Materialkosten werden wie schon erwähnt in Beton- und Bewehrungskosten laut Herstellerpreisliste geteilt. Für die Betonkosten werden $9,30 \text{ €/m}^2$ gemäß Hersteller angesetzt [49]. Diese Kosten setzen sich aus dem Grundpreis $9,30 \text{ €/m}^2$ und einem Zuschlag für Fracht $3,20 \text{ €/m}^2$ zusammen. Für die Bewehrungskosten wird vom Hersteller der Tonnenpreis angegeben. Dieser beträgt 1480 €/to [49]. Mithilfe des Bewehrungsgrads ($0,065 \text{ to/m}^3$) und der Betonkubatur der Decken können die Materialkosten je Decke ermittelt werden. Für die Ermittlung der Bewehrungskosten ist die gesamte Deckenkubatur anzusetzen. Diese beträgt nach

Mittelung aller drei Decken $16,66 \text{ m}^3$ (Abb. 3.26, Seite 126).

Betonkosten:

$$12,50 \text{ €/m}^2 * 83,30 \text{ m}^2 = 1041,25 \text{ €}$$

Bewehrungskosten:

$$1480 \text{ €/to} * 0,065 \text{ to/m}^3 * 16,66 \text{ m}^3 = 1602,69 \text{ €}$$

Krankkosten: Die Kosten für den Kraneinsatz betragen, wie in Kapitel 4.1.5 berechnet, $27,31 \text{ €/h}$. Dabei sind die Kosten für den Kraneinsatz selbst und die Stromkosten miteinbezogen. Die Kosten für den Einsatz des Kranfahrer sind zuvor im Punkt Personalkosten schon mit einberechnet.

$$4,00 \text{ h} * 27,31 \text{ €/h} = 109,24 \text{ €}$$

Für drei Decken betragen die Krankkosten $327,72 \text{ €}$

Die Dauer für das Einheben, Abbauen und Reinigen der Randschalung wird mittels Aufwandswerten geschätzt. Der Aufwandswert enthält bereits die aufgezählten Tätigkeiten. Demnach sind keine weiteren Berechnungen für das Abbauen und Reinigen mehr nötig.

Berechnung von Arbeitszeit und Kosten für Schalungsarbeiten am Deckenrand

Zeitaufwand: Der AW wird laut Literatur mit $1,70 \text{ h/m}^2$ angenommen [30]. Die Multiplikation des AW mit der gesamten Fläche der Schalung ergibt den Zeitaufwand der Tätigkeit. Für alle drei Decken wird der Mittelwert der Fläche der Randschalung zu $8,90 \text{ m}^2$ angenommen.

$$8,90 \text{ m}^2 * 1,70 \text{ h/m}^2 = 15,13 \text{ h} \approx 15,20 \text{ h}$$

Personalkosten: Für die Berechnung werden die Mittellohnkosten aus der Kalkulationsannahme herangezogen.

$$15,20 \text{ h} * 39,00 \text{ €/h} = 592,80 \text{ €}$$

Materialkosten: Die Materialkosten berechnen sich aus einer Annahme. Es wird angenommen, dass die Kosten für das Schalungsmaterial $60,00 \text{ €/m}^2$ betragen [19],[28].

$$60,00 \text{ €/m}^2 * 8,90 \text{ m}^2 = 534,00 \text{ €}$$

In Summe belaufen sich die Kosten je Geschossdecke auf $1126,80 \text{ €}$. Bei Betrachtung aller Decken beträgt die Summe das dreifache, sprich $3380,40 \text{ €}$.

Das Einbringen des Betons auf die Elementdecken werden analog zur Variante 2 im Kapitel 3.3.5 auf Seite 84 berechnet. Es werden keine detaillierten Rechengänge dargestellt sondern nur die Ergebnisse in Tab. 4.8 aufgelistet.

Tab. 4.8: Ergebnisse der Leistungsberechnung für das Einbringen des Betons in die Elementdecken

Betonförderkosten pro Stunde	65,27	€/h
Spielanzahl pro Stunde:	15	Spiele/h
Förderleistung (verdichtetes Volumen):	9,15	m ³ /h
Förderdauer:	1,27	h
Betonförderkosten gesamt:	82,89	€
Betonförderkosten je m ³ verdichteten Beton:	7,11	€/m ³
Gewählte Mannschaft für Betoneinbau		
Befüllung – Silokübel:	1	Arb.
Entleerung – Kübel und Betonverdichtung:	2	Arb.
Abziehen und Kontrolle der Oberfläche:	1	Arb.
Gesamtstunden – Personal:	7,98	h
Personalkosten gesamt:	311,22	€
Personalkosten je m ³ verdichteten Beton	26,69	€/m ³
Betonverlust:	2,00	%
Materialkosten gesamt:	1165,22	€
Materialkosten je m ³ verdichteten Beton	99,93	€/m ³

4.2.6 Kostenübersicht und Vergleich mit Ortbetonbauweise

Die Zusammenfassung der Kosten der Elementdecke und des Betoneinbringens ist in Tab. 4.9 dargestellt. Dabei sind die Personalkosten und Materialkosten der Fertigteildecken vom Werk in einer Position zusammengefasst. Die Kosten für das Betoneinbringen aus Tab. 4.8 werden in der Gesamtkostentabelle (Tab. 4.9) verdreifacht, da hier die gesamten Kosten aller drei Decken dargestellt werden.

Tab. 4.9: Darstellung der Gesamtkosten aller drei Geschossdecken in Fertigteilbauweise

	€
Elementdecken	10 739,82
Randschalungen	3380,40
Betonförderung	248,67
Betoneinbau	933,66
Materialkosten – Beton	3495,66
Summe:	18 798,21

In Tab. 4.10 sind die Gesamtkosten der Ortbetondecken aufgelistet. Diese sind aus Kapitel 3.6.7 (Seite 131) entnommen worden. Es wird nur die Methode der Betoneinbringung mittels Kran und Silokübel angeführt.

Tab. 4.10: Darstellung der Gesamtkosten aller drei Geschossdecken in Ortbetonbauweise

	€
Geschossdecke 1	8843,09
Geschossdecke 2	8575,14
Geschossdecke 3	8703,08
Summe:	26 121,31

Der Vergleich der Endsummen von Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise zeigt einen wesentlichen Unterschied. Das Einsparungspotential bei Verwendung von Fertigteilen liegt bei rund 7323 €. Zusätzlich zu den Kosten wird die Arbeitszeit bei Errichtung der Fertigteildecken gespart. Denn die Errichtung der kompletten Schalung von der Deckenunterseite kann verzichtet werden, da die Elementdecken als Schalung dienen.

4.3 Kostenzusammenstellung der Rohbauarbeiten in Fertigteilbauweise

Die Zusammenfassung der berechneten Bauteile in Fertigteilbauweise ist in Tab. 4.11 dargestellt. Dabei erfolgt die Auflistung der Bauteilpositionen wie in Kapitel 3. Wie aus dieser Tabelle zu entnehmen ist, sind die größten Kostenfaktoren die Ziegelaußenwände und das Walmdach, gefolgt von Geschossdecken und Kelleraußenwänden. Die Vorhaltekosten, welche Kosten von Kräne und Container enthalten, sind dabei an die verkürzte Bauzeit bei Fertigteilbauweise im Gegensatz zur Ortbetonbauweise angepasst. Terminpläne von Ortbeton- und Fertigteilbauweise können aus dem Kapitel 5 entnommen werden. Des Weiteren ist anzumerken, dass die Position der Baustelleneinrichtung aus den Kosten für das Einrichten und Räumen der Baustelle besteht. In Summe betragen die Rohbaukosten mit Elementen aus Fertigteilen 126 250,78 €. Die Ausbaurkosten werden im Zuge dieser Ausarbeitung nicht berechnet, da keine genauen Kostenkennwerte dafür vorliegen.

Tab. 4.11: Gesamtkosten Rohbau – Fertigteilbauweise

	Gesamtkosten €
Baustelleneinrichtung	2800,20
Vorhaltekosten	12 077,10
Erdbau	5114,59
Fundament	5984,86
Kelleraußenwände	16 522,17
Innenwände	12 368,72
Geschossdecken	18 798,21
Treppen	4139,68
Außenwände – Ziegel	29 297,30
Walmdach	23 647,76
Summe:	130 750,57

4.4 Kostenvergleich von Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise

Der Kostenvergleich der unterschiedlichen Bauweisen zeigt ein klares Ergebnis für dieses Einfamilienhaus. Wie aus Tab. 4.12 zu entnehmen ist, entstehen durch die Bauweise mit Fertigteilen geringere Rohbaukosten. Die Auflistung der Kosten ist in chronologischer Reihenfolge der Errichtung dargestellt. Dabei ist zu erwähnen, dass die Vorhaltekosten über den gesamten Bauablauf laufend abgerechnet werden und nicht, wie in dieser Tabelle dargestellt, am Schluss des Rohbauprozesses. Des Weiteren sind in Tab. 4.12 nur die Kosten, welche durch den Betoniervorgang mit Kran und Silokübel entstehen, angeführt.

Neben den Kelleraußenwänden und den Geschossdecken ist die Position der Vorhaltekosten bei der Fertigteilbauweise kostengünstiger. Zurückzuführen sind diese geringeren Kosten auf die verkürzte Bauzeit, die sich bei der Fertigteilbauweise ergibt. Die genaue Bauzeit beider Bauweisen sind in Kapitel 5 einsehbar. Dabei wird die verkürzte Bauzeit der Fertigteilbauweise gegenüber der Bauweise aus Ortbeton genau aufgeschlüsselt. Des Weiteren sind neben den Kosten genauso der Ressourcenverbrauch zu beachten. Bei Betrachtung der Fertigteilelement ist zu erkennen, dass weniger Rohmaterial, sprich Schalungsmaterial und Bewehrung an die Baustelle transportiert und dort gelagert werden muss. Bei der Bauweise mit Ortbeton müssen viele einzelne benötigten Materialien angeliefert werden. Somit sind in diesem Projekt neben den wirtschaftlicheren Kosten ein genauso geringerer Ressourcenbedarf zu verzeichnen.

Die Kosten der Geschossdecken sind, wie aus Tab. 4.12 zu entnehmen, auf die einzelnen Stockwerke aufgeteilt. Der Kostenunterschied aller drei Geschossdecken in Fertigteilbauweise zur Ortbetonbauweise beträgt 7323,10 €. Die Gesamtsumme der Ortbetonbauweise beläuft sich auf 146 950,57 €, wobei durch die Fertigteilbauweise Gesamtkosten von 130 750,59 € entstehen. Dies ergibt eine gesamte Kostendifferenz, wie in Tab. 4.12 dargestellt, von 16 199,98 €.

Tab. 4.12: Gegenüberstellung der Kosten aus Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise

	Ortbetonbauweise €	Fertigteilbauweise €	Differenz €
Baustelleneinrichtung	2800,20	2800,20	-
Erdbau	5114,59	5114,59	-
Fundament	5984,86	5984,86	-
Kelleraußenwände	23 511,56	16 522,17	6989,39
Innenwände KG	4219,37	4219,37	-
Geschossdecke über KG	8843,09	6266,07	2577,02
Treppe KG-EG	1977,84	1977,84	-
Außenwände EG	13 452,52	13 452,52	-
Innenwände EG	3855,60	3855,60	-
Geschossdecken über EG	8575,14	6266,07	2309,07
Treppen EG - OG	2161,84	2161,84	-
Außenwände OG	15 844,78	15 844,78	-
Innenwände OG	4293,75	4293,75	-
Geschossdecke über OG	8703,08	6266,07	2437,01
Walmdach	23 647,76	23 647,76	-
Vorhaltekosten	13 964,59	12 077,10	1887,49
Summe:	146 950,57	130 750,59	16 199,98

Kapitel 5

Termin- und Ressourcenplanung

In diesem Kapitel sind mithilfe der Berechnungen aus vorangegangenen Kapitel Terminpläne, ein Geräteinsatzplan und ein Personaleinsatzplan erstellt worden. Es wird jeweils ein Terminplan für die Errichtung des EFH in Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise angefertigt. Dabei wird jeweils die Betoniervariante mittels Kran und Silokübel dargestellt. Weiters sind Anmerkungen zu den Überlegungen niedergeschrieben.

5.1 Terminplan für die Ortbetonbauweise

In folgenden Aufzählungspunkten werden Anmerkungen zum Terminplan in Abb. 5.1 angeführt. In der Abbildung ist die Rohbauzeit zur Gänze und nur ein Teil der Ausbauzeit dargestellt. Die Ausbauzeit startet dabei in Kalenderwoche 12 und reicht bis in Kalenderwoche 48. Aufgrund der besseren Darstellung wurde hier nur ein Teil des Terminplans abgebildet. Im Anhang sind alle Termin- und Ressourcenpläne in Originalgröße zu finden.

Die Vorgangsdauern in Abb. 5.1 für die verschiedenen Tätigkeiten sind aus den Berechnungen zu entnehmen. Für die Errichtung des Rohbaus ist eine Arbeitspartie von vier Arbeitern gewählt. Tätigkeiten, für welche weniger Arbeiter benötigt werden, ist eine geringere Anzahl angenommen. Bei Betrachtung des Terminplans (Abb. 5.1) sind bereits in den Vorgangsdauern die Arbeiteranzahl enthalten. D. h. die Dauer der Tätigkeiten ist bereits durch die Arbeiteranzahl dividiert worden. Ausgehend von der Vorgangsdauer werden die Arbeitstage berechnet. Hierfür sind 8 h/AT angesetzt. Anmerkungen zur Bauabwicklung sind bereits in Kapitel 3 beschrieben. Für das bessere Ablaufverständnis werden hierbei einige Punkte wiederholt und durch Anmerkungen aus der Praxis ergänzt.

Baustelleneinrichtung: Bevor die Baustelle wie in Zeile 2 – 4 im Terminplan (Abb. 5.1) beschrieben, eingerichtet werden kann, muss zuerst die Humusschicht abgetragen werden, um die Container standsicher aufzustellen. Somit erfolgen die Tätigkeiten in Zeile 2, 3, 4 und 7 in einem Tag. Der Kran wird erst einen Tag vor Verwendung aufgestellt. Dies ist vor dem Einbringen des Betons in die Fundamentplatte.

Erdbau: Für den Erdbau wird anfangs der Mutterboden entfernt. Dazu wird ein Bagger an die Baustelle gebracht, der nach dem Abtragen der Humusschicht mit dem Erdaushub der Baustelle beginnt. Erst nach Abtrag der Humusschicht, wird die Baustelle eingerichtet. Dies kann noch am selben Tag geschehen, da der Humus Abtrag 1,5 h in Anspruch nimmt. Am zweiten Arbeitstag beginnen die Erdarbeiten für den Aushub, welcher 7 h in Anspruch nimmt. Im Zuge dessen wird am Ende der Erdarbeiten ein Feinplanum in der Baugrubensohle erstellt.

über das Wochenende die frisch betonierten Kellerwände in der Schalung bleiben. Zum Wochenstart, sprich Montag, können die Kellerwände ausgeschalen werden, damit der nächste Arbeitsschritt erfolgen kann.

In der Berechnung zu den Kellerbetonwänden ist ein Aufwandswert für das Schalen, Ausschalen und Reinigen angenommen worden. Zur Darstellung der Tätigkeit im Terminplan, wird dieser Wert geteilt. Somit werden dreiviertel der Zeit für das Einschalen der Bauteile und ein Viertel der Zeit für das Ausschalen und Reinigen angesetzt.

Tragenden Innenwände im KG: Bevor die Schalung für die Kellergeschossdecke aufgestellt wird, müssen die tragenden Innenwände errichtet werden. Dies geschieht innerhalb von zwei Arbeitstagen (Zeile 20).

Geschossdecke über KG: Die Schalung der Geschossdecke wird, wie in Kapitel 3.6 bereits beschrieben, hergestellt. Wichtig für das Ausschalen der Decke nach dem Betonieren ist, dass die Decke über eine längere Zeit in der Schalung bleibt. Speziell die Schalung an Deckenunterseite mit den unterstützenden Stehern bleibt bis zum Erreichen der vollständigen Festigkeit nach 28 Tagen. Lediglich nach einer Woche wird praxisgemäß die Stützenanzahl um ein paar Steher reduziert. Die Randschalung der Decke kann schon früher, sprich nach 2 – 3 Tagen entfernt werden.

Treppe zwischen KG und EG: Die Treppe wird vom Fertigteilwerk angeliefert und mithilfe der Arbeitermannschaft an die richtige Stelle eingewiesen. Es wird dabei der an der Baustelle befindliche Kran für die Hubtätigkeit herangezogen. Für das Einheben und Einjustieren der Treppe werden 2 h angesetzt.

Außenwände im EG: Im Bereich des Sockels wird zum Ausgleich der Kelleraußenwände ein 38 cm starker Ziegel versetzt. Wie in der Schnittdarstellung in Abb. 3.3 (Seite 55) zu erkennen ist, wird nur der erste halbe Meter, sprich 2 Scharen, in 38er Planziegel ausgeführt. Darauf folgend werden die 50 cm dicken Planziegel versetzt. Für die gesamte Errichtung der Ziegelaußenwände in Erdgeschoss werden 5 Arbeitstage angenommen (Zeile 29 und 30).

Abdichtungsarbeiten und Hinterfüllen: Nach dem Errichten der 38 cm starken Mauerziegel können die Abdichtungsarbeiten der Kellerwand beginnen. Dazu wird eine 2-lagige Bitumenabdichtung angebracht, welche das Gebäude gegen Erdfeuchte schützt. Im Anschluss wird die Wärmedämmung angebracht und die übrige Baugrube hinterfüllt. Um die Wärmedämmung vor Beschädigungen durch das Bodenmaterial zu bewahren, wird eine Noppenbahn an der fertigen Kelleraußenwand angebracht. Für all diese Arbeiten werden rechnerisch gesehen 5 Arbeitstage angesetzt (Zeile 32 – 34).

Tragenden Innenwände im EG: Wie bereits bei den tragenden Innenwänden im KG, müssen diese vor Errichtung der Geschossdecke über EG errichtet werden. Hierfür werden zwei Arbeitstagen (Zeile 36) angesetzt.

Geschossdecke über EG: Nach Beendigung des Aufstellens der tragenden Innenwände kann die Schalung für die nächste Geschossdecke aufgestellt werden. Für die gesamte Tätigkeit werden 4 Tage angesetzt, wobei am 4. Tag betoniert wird (Zeile 38 – 41 in Abb. 5.1)

Treppe und Mauerwerk im OG: Die Treppe wird wie die vorherige Fertigteilertreppe vom Werk geliefert und muss an der Baustelle eingehoben werden. Dazu werden zwei Stunden angesetzt. Am selben Tage können die Mauerwerksarbeiten für die Außenwände des Obergeschosses beginnen. Für diese Tätigkeit werden 4 Tage angesetzt. Im Anschluss daran werden die 25 cm starken Innenwände versetzt.

Geschossdecke über OG: Für die Errichtung Geschossdecke über dem Obergeschoss werden, sowie bei den Geschossdecken über KG und EG, 4 Tage angesetzt (Zeile 49 – 52). In diesen 4 Tagen erfolgen Schalungsarbeiten, Bewehrungsarbeiten und das Betonieren zum Wochenschluss hin.

nicht tragenden Innenwände KG, EG, OG: Am Ende des Rohbaus werden die nicht tragenden Wände im inneren des Hauses errichtet. Dazu sind schon während des Baus der einzelnen Stockwerke die nötigen Ziegelpaletten für die 12 cm starken Wände eingehoben worden. Dies erleichtert den Arbeitsablauf enorm, da die Ziegel nicht in die verschiedenen Stockwerke geschleppt werden müssen. Das Anmischen des Mörtels ist in diesem Fall nicht mehr nötig, da die Ziegel als Planziegel ausgeführt werden und mit einem Kleber verbunden werden. Die genau Vorgehensweise für das Errichten des Mauerwerks ist in Kapitel 3.5.1 (Seite 113) nachzulesen.

Dachstuhl: Der Dachstuhl wird praxisgemäß vom Zimmerer erstellt. Das heißt, die Arbeit wird nicht von der Mannschaft, welche den restlichen Rohbau hergestellt hat, ausgeführt. Aufgrund dessen erfolgt die Dachstuhlerichtung gleichzeitig mit der Herstellung der Zwischenwände im Inneren. Nach Beendigung der Arbeiten am Dach kann der Kran abgebaut werden.

Nach Abschluss der Rohbauarbeiten beginnt der Ausbau. Dieser ist in Abb. 5.1 hellblau dargestellt. Für die Ausbauarbeiten werden laut Praxisangaben 6 bis 9 Monate angesetzt. Im Gegensatz zum Rohbau, der nur ca. 9 Wochen in Anspruch nimmt, ist für den Ausbau eine entsprechend längere Zeit einzuplanen. Für den Ausbau dieses Hauses werden praxisgemäß 8 Monate, sprich 168 Arbeitstage, angenommen.

5.2 Terminplan für die Fertigteilbauweise

Die Errichtung des EFH in Fertigteilbauweise erfolgt grundsätzlich auf gleiche Weise. Es werden die Kellerwände und Geschossdecken als Fertigteilvarianten ausgeführt. In Abb. 5.2 ist der Terminplan ersichtlich, wobei dieser nicht zur Gänze dargestellt ist. Es wird nur ein Teil der Ausbauezeit gezeigt.

Wie der Vergleich von beiden Terminpläne zeigt, beträgt der Bauzeitunterschied genau 2 Wochen (10 Arbeitstage). Zurückzuführen ist dies auf die Arbeitsdauer für das Aufstellen der Schalung und Einlegen der Bewehrung in Decken und Wänden. Im Detail werden für Schalarbeiten, Bewehrungsarbeiten und dem Betonieren der Ortbetonwände in Summe 163,92 Mannstunden benötigt. Geteilt durch die Anzahl der Arbeiter (vier Arbeiter) ergibt dies 5,12 Arbeitstage. Bei Fertigteilbauweise werden die Hohlwände in nur einem Tag eingehoben und im Anschluss gleich betoniert. Genauer betrachtet werden dafür 24,84 Mannstunden (6,21 Arbeitsstunden) benötigt. Somit können in Summe für die Gestaltung der Kelleraußenwände aus Fertigteilen 139,08 Mannstunden (4,34 Arbeitstage) eingespart werden.

Vorteile bei Verwendung von Ortbetonwänden sind jedoch, dass kurzfristige Änderungen für Auslässe oder Durchbrüche in Wänden während der Errichtung berücksichtigt werden können. Im Vergleich zur Doppelwand aus dem Fertigteilwerk müssen alle Durchbrüche und Auslässe schon für eine längere Zeit fixiert sein, da das Werk eine gewisse Vorlaufzeit für die Herstellung benötigt.

sich dieser Bauzeitunterschied. Bei Betrachtung der gesamten Bauzeit ergeben sich durch die Verwendung von Fertigteilen in diesem Projekt eine Zeitreduktion von 22 % (= 35 Tage / 45 Tage).

5.3 Geräteinsatzplan

Der Geräteinsatzplan zeigt die für die Abwicklung des Rohbauprozesses verwendeten Baugeräte, welcher mit dem Terminplan (Abb. 5.1 bzw. Abb. 5.2) verknüpft ist. Dabei sind nur Baugeräte, sprich Leistungs- und Vorhaltegeräte dargestellt. Kleingeräte sind in Abb. 5.3 nicht zu finden. Es werden die Arbeitseinsatzdauern von LKWs, Bagger, Kran, Silokübel und Container dargestellt. Der Wasch- und Toilettencontainer wird nach der Fertigstellung des Rohbaus im Ausbau gebraucht. Erst nach Beendigung der Ausbaurbeiten wird dieser Container abtransportiert. Zu erkennen ist, dass die Container am längsten auf der Baustelle stehen. Der Hydraulikbagger für den Erdaushub wird ein Tag an der Baustelle benötigt. Die 4 LKWs, welche das Aushubmaterial abtransportieren, sind für dieselbe Dauer, wie der Hydraulikbagger im Einsatz ist. Für die Hinterfüllung der Baugrube, die nach Errichtung des Kellergeschosses geschieht wird, ein kleinerer Bagger als für den Erdaushub an der Baustelle in Verwendung sein. Dieser wird, wie aus Zeile 8 der Abb. 5.3 zu entnehmen ist, 2 Tage im Einsatz sein. Die Verwendung des Krans und Silokübel bei Ortbetonbauweise sind nahezu ident. Die Einsatzdauer des Krans beträgt 58 Arbeitstage. Bei Ortbetonbauweise wird der Silokübel für die Zeitdauer bis zur Beendigung der Betonarbeiten benötigt, sprich 5 Arbeitstage weniger, als der Schnellmontagekran im Einsatz ist.

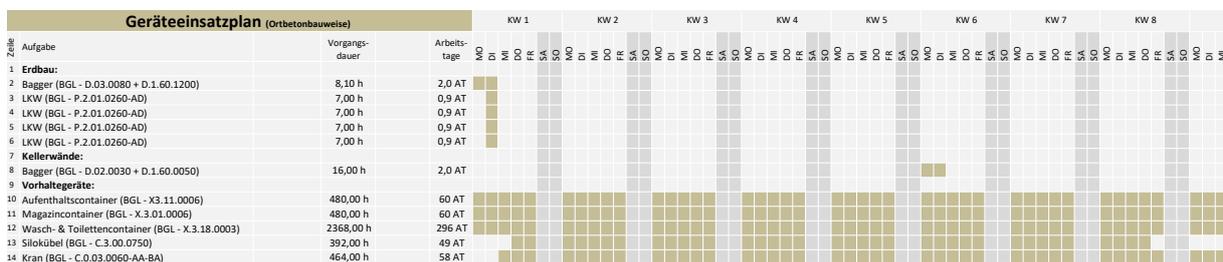


Abb. 5.3: Geräteinsatzplan – Ortbetonbauweise

Im Geräteinsatzplan (Abb. 5.4) für die Errichtung des EFH in Fertigteilbauweise werden dieselben Geräte verwendet. Es unterscheidet sich zur Ortbetonbauweise die Einsatzdauer der Geräte. Diese ist bei der Fertigteilbauweise geringer, da Kellerwände und Geschossdecken in dieser Bauweise weniger Zeit bei Errichtung in Anspruch nehmen.

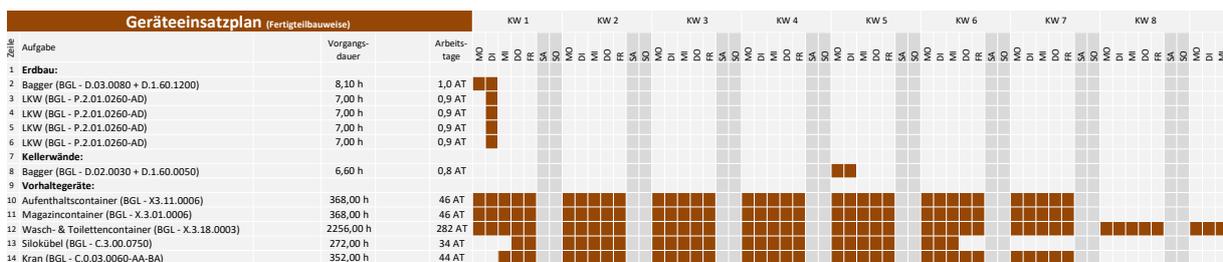


Abb. 5.4: Geräteinsatzplan – Fertigteilbauweise

5.4 Personaleinsatzplan

Für die Personalganglinie des Rohbaus in Ortbeton- und Fertigteilbauweise sind die Anzahl der Arbeiter aus dem Terminplan (Abb. 5.1 und Abb. 5.2) entnommen. In Abb. 5.5 sind an der horizontalen Achse die Kalendertage und vertikal die Personenanzahl angegeben. Da für den Ausbau keine Annahmen getroffen worden sind, ist dieser somit nicht in Abb. 5.5 dargestellt.

Für die Ausführung des Rohbaus, wie in dieser Diplomarbeit angeführt, wird neben dem gewerblichen Personal ein Polier, welcher bereits in der Personenganglinie enthalten ist, auf der Baustelle im Einsatz sein. Zusätzlich dazu ist ein Bauleiter dem Projekt zugewiesen. Dieser ist in Abb. 5.5 sowie in den Berechnungen nicht berücksichtigt, da dieser praxisgemäß mehrere Projekte zeitgleich betreut. Somit können ca. 20 % seiner Arbeitstätigkeit dem Projekt zugeordnet werden. Je nach Projektart und -größe kann dieser Prozentwert variieren.

In der Ganglinie (Abb. 5.5) ist zu erkennen, dass sich unterschiedliche Arbeitsstände je Woche bei den zwei Bauweisen ergeben. Die Anzahl der Arbeiter auf der Baustelle ist in der ersten Arbeitswoche ident, da sich die Tätigkeit bei Erd- und Fundamentarbeiten bei den Bauweisen auf gleicherweise durchgeführt werden. Bei Betrachtung der weiteren Arbeitswochen sind deutliche Unterschiede zu erkennen, speziell am Ende der Rohbauzeit. Es zeigt sich klar, dass aufgrund der schnelleren Bauweise durch Halbfertigteilen bei diesem EFH, Personalstunden gespart werden können. Wohingegen bei Ortbetonbauweise die vorletzte und letzte Rohbauwoche eine hohe Personalauslastung aufzeigen. Somit können durch den Einsatz von Fertigteilen die Bauzeit beschleunigt und Ressourcen vermindert werden. Des Weiteren kann die Arbeitsmannschaft um 10 Arbeitstage früher die Baustelle beenden.

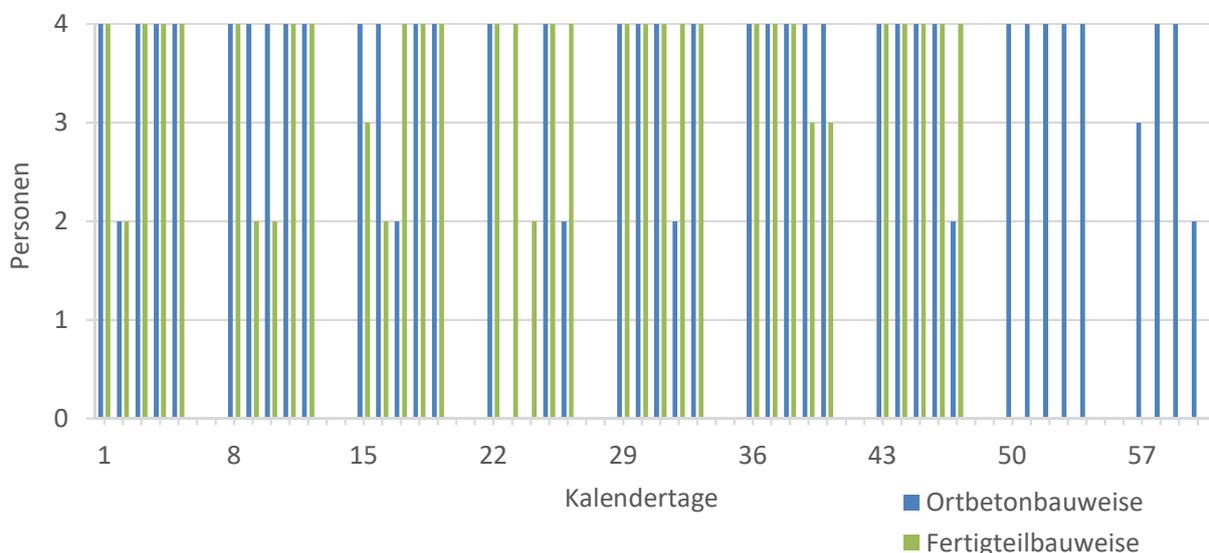


Abb. 5.5: Personalganglinie für Rohbauarbeiten

Ein weiterer interessanter Vergleich der beiden Bauweisen stellt die Ermittlung der Aufwandswerte aus ermittelten Zeiten und Kubaturen dar. Dazu sind die Mannstunden aus den Berechnungen für das jeweilige Bauteil, sprich Kelleraußenwände und Geschossdecken, zusammenaddiert und durch die Fläche oder das Volumen dividiert worden. Tab. 5.1 stellt die Unterschiede hinsichtlich der Aufwandswerte von Kelleraußenwänden und Decken dar. Die Mannstunden je Kelleraußenwand oder Decke umfassen dabei die gesamte Tätigkeit, die für die Errichtung dieser erforderlich

sind. Dazu zählen die Schalungsarbeiten, Bewehrungsarbeiten und der Betoniervorgang. Für die Aufwandswerte sind beim Betoniervorgang die Tätigkeitsdauern von Kran und Silokübel herangezogen worden. Erkennbar ist, dass durch die Vorproduktion der Fertigteilelemente, die Aufwandswerte wesentlich geringer ausfallen im Vergleich zur Ortbetonbauweise. Dies zeigt sich bei allen angeführten Aufwandswerten. Somit ergeben sich bei diesem Projekt geringere Kosten und verkürzte Bauzeiten. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass Fertigteile immer eine gewissen Zeit vorbestellt werden müssen.

Tab. 5.1: ermittelte Aufwandswerte aus getätigten Berechnungen

	Ortbetonbauweise	Fertigteilbauweise
Kelleraußenwände:		
Mannstunden pro Schalungsfläche	0,91 h/m ²	0,14 h/m ²
Mannstunden pro Wandvolumen	7,69 h/m ³	1,17 h/m ³
Geschossdecken:		
Mannstunden pro Deckenfläche	1,13 h/m ²	0,35 h/m ²
Mannstunden pro Deckenvolumen	5,65 h/m ³	1,75 h/m ³

Eine gesamtheitliche und überblicksmäßige Darstellung der Bauzeitunterschiede von beiden Ausführungsvarianten ist in Tab. 5.2 dargestellt. Die Rohbauzeit unterscheidet sich, wie zuvor schon eruiert um 2 Wochen. Die dargestellt Ausbauzeit ist bei beiden Bauweisen identisch. Dies ergibt sich daraus, dass für den Ausbau des Projekts keine Berechnungen für Zeit und Kosten erfolgten. Somit ist mit Absprache eines Experten die genannte Summe an Ausbaustunden angenommen worden. Des Weiteren sind die gesamten Geräteeinsatzstunden in Tab. 5.2 aufgelistet. Diese stellen die Gesamtstunden der jeweiligen Geräte dar, wobei alle Geräteeinsatzstunden der verwendeten Geräte addiert worden sind.

Tab. 5.2: Unterschiede hinsichtlich der Bauzeit bei Betrachtung der beiden Bauweisen

	Ortbetonbauweise	Fertigteilbauweise
Bauzeit - Rohbau	360 h	280 h
Bauzeit - Ausbau	1344 h	1344 h
Geräteeinsatzstunden - Leistungsgeräte	52 h	43 h
Geräteeinsatzstunden - Vorhaltegeräte	4184 h	3616 h

Kapitel 6

Fazit

In diesem abschließenden Kapitel sollen die Forschungsfragen mithilfe der gewonnenen Information aus allen Kapiteln beantwortet werden. Zusätzlich dazu wird die praxisgemäße Vorgehensweise bei der Errichtung eines EFH mit einfließen, um die Beantwortung der Fragen möglichst realitätsnah zu gestalten. Für den Praxisbezug ist mit dem Bauunternehmen, von welchen die Pläne zur Verfügung gestellt wurden, Rücksprache gehalten worden. Daraus ergeben sich weiters wertvolle Erkenntnisse für die Beantwortung der Forschungsfragen. Abschließend wird auf die Kernaussage eingegangen und ein Ausblick gegeben.

6.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Die Forschungsfragen werden, wie anfangs in Kapitel 1 dieser Ausarbeitung beschrieben, im Folgenden beantwortet. Die dargelegten Ergebnisse sind rein für dieses Projekt gültig. Es kann keine allgemeingültige Aussage für jedes Bauprojekt gegeben werden, da jedes Projekt einzigartig ist und unter Berücksichtigung verschiedenster Faktoren errichtet wird.

FORSCHUNGSFRAGE 1:

Welche Parameter sind für eine prozessorientierte Arbeitsvorbereitung bei Hochbauprojekten essenziell bzw. notwendig?

Ein wesentlicher Parameter für eine ausführliche Arbeitsvorbereitung ist, dass ausreichend Zeit von Auftragserteilung bis vor dem Ausführungsbeginn eingeplant werden sollte. Dies ist nicht nur wichtig für die Vorbestellung von beispielsweise Fertigteilen, sondern gleichermaßen für das Einplanen der Arbeitspartien bzw. Gerätschaften. Ein weiterer wichtiger Parameter für die Arbeitsvorbereitung ist das **Know-how über die technische Abwicklung** und Errichtung verschiedenster Bauvorgänge, die im Zuge des Hausbaus gefragt sind. Hinzukommt die Verwendung von **Aufwands- und Leistungswerten**, welche essenziell für den Ausführungsterminplan sind. Das Ansetzen von Literaturwerten ist für die erste Ermittlung der Baudauer hilfreich, jedoch sollte dabei immer im Hinterkopf behalten werden, ob diese angesetzten Werte realistisch sind. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob die Arbeitspartie, welche die Tätigkeit ausführen wird, diese Aufwandswerte erfüllen kann und bestimmte Arbeiten innerhalb der anberaumten Zeit erledigen kann. Es ist möglich, dass der Aufwandswert größer oder kleiner angenommen werden muss, denn je nach Geübtheit der Arbeitsmannschaft sind unterschiedliche Werte für die Tätigkeiten anzusetzen. Faktoren wie der **Einarbeitungseffekt** oder Rüst-, Umsetz- und Erholungspausen wirken sich zudem auf die produktive Arbeitszeit aus. Erfahrungswerte bzw. ermittelte Werte aus der **Nachkalkulation** spiegeln sehr gut die wirklichen Aufwandswerte der Arbeitspartie wieder. Aufgrund dessen ist vom leichten und freien Zugang etlicher Aufwandswerte zwar nicht

abzuraten, jedoch sind diese logisch durch zudenken und, wenn möglich, mit anderen Quellen zu vergleichen.

Wenn die Aufwandswerte für das Projekt sorgfältig gewählt wurden, können die Herstellkosten und die genaue Arbeitsdauer damit berechnet werden. Die Herstellkosten hängen nicht nur von den Personalkosten, welche sich aus den Aufwandswerten ergeben, sondern zudem von den Materialkosten an sich ab. Die **Materialkosten** stellen dabei einen wesentlichen Parameter in der prozessorientierten Arbeitsvorbereitung dar. Für die Materialkosten bedeutsam sind, wenn dies nicht schon in vorheriger Projektphase erledigt wurde, das Einholen von Angeboten der entsprechenden Baustofflieferanten oder Subunternehmern. Anzumerken ist, dass nicht nur das Einholen der Preise von Wichtigkeit ist. Genauso stellt die Überprüfung der Verfügbarkeit der Stoffe und Dienstleister in der anberaumten Zeit laut Terminplan eine wesentliche Aufgabe dar. Des Weiteren gehen Materiallieferanten und Subunternehmer davon aus, dass sie die Angebote zur Erstellung der Leistung in einer gewissen Zeitdauer vor Erbringung dieser bekommen. Kurzfristige Lieferung von Baustoffen bzw. Dienstleistungen sind in der Baubranche, vor allem in der momentanen Situation während der COVID-19-Pandemie ein knappes Gut und daher nur mit gewisser Vorausbestellung möglich. Vorbestellungen von Fertigteilen sind in diesem Jahr (2021) der Corona-Pandemie mit genügend Vorlaufzeit zu tätigen. Nach Praxisangaben sind Fertigteilwerke sehr stark mit Aufträgen beschäftigt und schon über ein halbes Jahr im Voraus ausgelastet. In diesem Fall ist es nötig, Überlegungen während der Arbeitsvorbereitung hinsichtlich Ausführungsvarianten zu tätigen, da dies einen wesentlichen Einflussfaktor auf Kosten und Zeit darstellt. Bei zu langen Wartezeiten bzw. wenn keine Lieferung von Fertigteilen stattfindet, so kann auf die **Ortbetonbauweise** umgestiegen werden. Wie aus den Berechnungen für das EFH der vorherigen Kapitel hervorgeht, ist in diesem Fall die **Fertigteilbauweise** von Wänden und Decken wirtschaftlicher. Nicht nur hinsichtlich der Kosten, sondern genauso wegen des Ressourcentransports, welcher durch die Fertigteilbauweise vermindert werden kann. Beispielsweise müssen keine einzelnen Transporte von Schalungsmaterialien und Bewehrungsstäben oder -matten an die Baustelle für Fertigteilwände geliefert werden. Bei Betrachtung der Ortbetonbauweise ist dies jedoch nötig.

FORSCHUNGSFRAGE 2:

Wie unterscheiden sich Baustellen bei Einfamilienhäusern in Ortbetonbauweise zu Fertigteil-Baustellen hinsichtlich der Arbeitsvorbereitung und Baustelleneinrichtung?

Die Arbeitsvorbereitung mit den dazugehörigen Tätigkeiten unterscheiden sich in einigen wenigen Punkten. Zum Einen ist bei Ortbeton-Baustellen ein **Kran** auf der Baustelle für unterkellerte Häuser nötig. Durch die Absprache mit Experten aus der Baupraxis ist diese Überlegung zu verfestigen. Der Grund dafür ist, dass das Einheben der Schalungselemente bei Ortbetonbauweise auf das Fundament nicht in konstanter Weise geschieht. Da immer wieder abwechselnd Schalungselement und Bewehrungselemente eingehoben werden, wäre hier ein angemieteter Autokran (**Mobilkran**), welcher nicht dauernd im Einsatz ist, nicht von Vorteil. Des Weiteren ist in Sachen betonieren die Betonförderung in die Schalungselemente mittels Kran und Silokübel bei Ortbetonbauweise kostengünstiger, wie aus den Berechnungen hervorgeht. Im Gegensatz zu dieser Bauweise ist ein Mobilkran für das kürzer andauernde Errichten der Fertigteilkellerwände zu empfehlen. Das Aufstellen der Hohlwände geschieht, wie in Kapitel 4 und Kapitel 5.2 geschildert wurde, in nur einem Tag. Es stellt sich eine erhebliche Verkürzung der Bauzeit bei Verwendung von Fertigteilen heraus. Infolgedessen ist nicht unbedient ein Kran bei Fertigteilbaustellen, welche vor Ort aufgestellt ist, notwendig. Alle weiteren Baustoffe und Baumaterialien können im Falle

einer Fertigteilbaustelle durch Ladekräne, welche an den Liefer-LKW angebracht sind, an die gewünschte Position gehoben werden.

Nennenswert ist, dass bei der Baustelleneinrichtung von Ortbetonbaustellen mehr **Lagerplatz** benötigt wird. Es ist notwendig, das Bewehrungsmaterial, sprich Stabstähle und Stahlmatten, an der Baustelle zu lagern. Des Weiteren nehmen die Schalungselemente für Wände oder Decken einen erheblichen Platz am Baufeld ein. Da angestrebt wird, dass beispielsweise die Kelleraußenwände in einem Bauabschnitt zu betonieren. Dazu müssen sämtliche notwendige Materialien für die Errichtung der Ortbetonwände am Bauplatz verfügbar sein. Somit ist hierfür genügend Lagerfläche einzuplanen. Selbiges gilt für die Errichtung der Geschossdecken in Ortbetonbauweise, denn hierbei wird vermieden in mehreren Bauabschnitten zu betonieren. Dieser notwendige Platzbedarf ist während der Erstellung des Baustelleneinrichtungsplanes nicht zu unterschätzen. Demgegenüber ist bei Fertigteilbaustellen wesentlich weniger Lagerfläche notwendig. Es sind lediglich Schrägstützen, welche die Hohlwände gegen Umkippen sichern und die Steher, Stützenköpfen sowie Träger, welche für die Montageunterstellung der Elementdecken notwendig sind, zu lagern. Hinsichtlich Baustellen bei beengten Platzverhältnissen, sprich bei wenig Lagerplatzbedarf, ist die Überlegung von Fertigteilen angebracht. Da die Fertigteilelemente per Sattelschlepper vom Fertigteilwerk geliefert werden und direkt von einem Kran an die Einbauposition gehoben werden, ist kein Zwischenlagern der Elemente notwendig.

Im Hinblick auf die Durchführung der Arbeitsvorbereitungen selbst ist zwischen Ortbeton- und Fertigteilbaustellen kein wesentlicher Unterschied zu erkennen. Es müssen die Fertigteile an einen Fertigteilhersteller vergeben werden. Bei kleineren Bauunternehmen ist es üblich, dass die Arbeitsvorbereitung der Bauleiter erledigt.

Hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs beim direkten Vergleich beider Bauweisen zeigt sich, dass bei der Fertigteilbauweise Materialien wie die Hauptbewehrung und Deckenschalttafeln nicht an die Baustelle transportiert werden müssen. Dadurch ergeben sich neben der Verkürzung der Bauzeit genauso die Verminderung von **Transporten auf die Baustelle**. Im Gegensatz dazu müssen bei der Ortbetonbauweise alle nötigen Materialien an den Einbauort befördert werden. Somit werden durch die Verwendungen von Halbfertigteilen wie Hohlwände und Elementdecken neben den Kosten und Bauzeit ebenfalls die Transportwege und Ressourcen geschont. Ein weiterer wichtiger Punkt, welcher nicht außer Acht gelassen werden darf, ist, dass sich Schlussfolgerungen aus den Kosten und Bauzeit nur auf dieses Projekt beziehen. Es kann somit keine allgemeingültige Aussage getroffen werden, dass eine der Varianten kostenmäßig und zeittechnisch vorteilhafter ist. Jedes Projekt ist einzigartig und genauso jede einzelne Wand und Decke, die geschalen wird. Daher ist es möglich, dass andere Projekte komplizierte Schalungsauführungen verlangt und dadurch die Bauweise in Ortbeton wirtschaftlicher ist als in Fertigteilbauweise.

FORSCHUNGSFRAGE 3:

Wie sieht die Kostenverteilung der berechneten Herstellkosten des vorliegenden Projekts über den gesamten Bauprozess hinsichtlich Ortbeton- und Fertigteilbauweise aus?

Bei Betrachtung der Abb. 6.1 sind die kostenintensivsten **Herstellkosten** der verschiedenen Bauteile zu erkennen. Dieses Balkendiagramm veranschaulicht die Kosten, welche durch die Bauweise in Ortbeton und Fertigteil entstehen. Es sind bei jeder Position zwei Balken dargestellt. Die blau eingefärbten Balken symbolisieren die Ortbetonbauweise und die grünen Balken die Fertigteilbauweise. In Summe sind, wie in Kapitel 4 dargestellt, zwei wesentliche Bauteile in einer alternativen Ausführungsvariante berechnet worden. Bei diesen Bauteilen und den Vorhaltekosten

sind die unterschiedlichen Herstellkosten am Balkenende in Abb. 6.1 angegeben. Das Walmdach stellt in Abb. 6.1 den größten **Kostenfaktor** dar. Dieses ist gefolgt von den Kelleraußenwänden aus Ortbeton, welches genauso die 20 000€ Marke überschreitet.

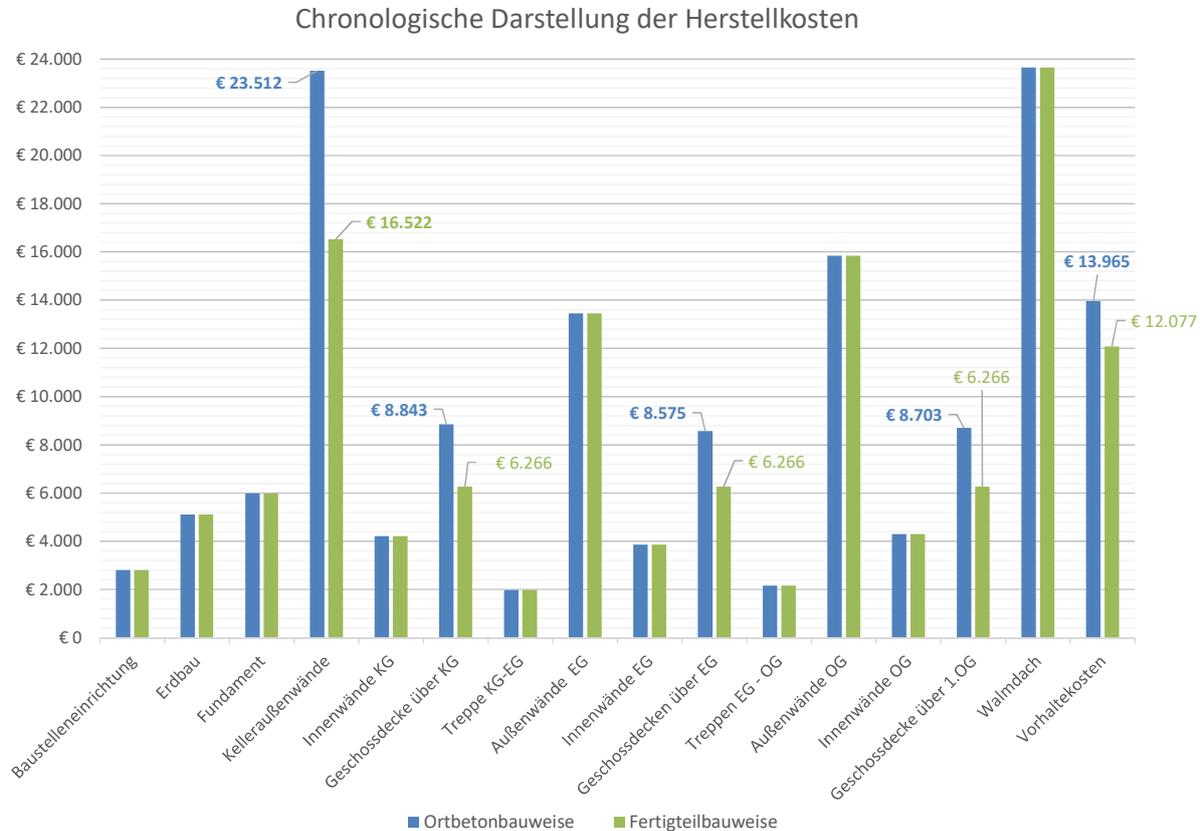


Abb. 6.1: Darstellung der Herstellkosten über den gesamten Rohbauprozess

Im Diagramm (Abb. 6.1) gibt es neben den Kelleraußenwänden und Geschosssdecken unterschiedliche Kosten bei den Vorhaltekosten. Der Unterschied ergibt sich daraus, dass durch die Bauweise in Fertigteilen bei diesem EFH, die Bauzeit verkürzt wird. Dadurch stehen Container und der Schnellmontagekran weniger lange auf der Baustelle. Aufgrund dessen beträgt der **Kostenunterschied** der Vorhaltekosten rund 13,52 %.

Bei Betrachtung der Kelleraußenwände in Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise entsteht ein Kostenunterschied von rund 29,73 %. Durch die Verwendung von Fertigteilen entsteht neben der kostengünstigeren Errichtung eine Zeitersparnis von rund 4,34 Arbeitstagen. Einen geringfügig kleineren Unterschied stellt sich bei den Geschosssdecken heraus. Dabei beträgt der Unterschied beider Bauweisen rund 28,03 %. Nicht nur die günstigeren Kosten aufgrund der Fertigteilbauweise stellt sich dadurch heraus, sondern es ergibt sich zusätzlich eine wesentlich **kürzere Bauzeit** von rund 4,40 Arbeitstagen. Die genaue Ermittlung der zeitlichen Unterschiede der beiden Bauweisen ist in Kapitel 5.2 eruiert worden.

Bei gesamtheitlicher Ansicht, sprich bei Addition der Kosten aller Ziegelaußenwänden aus jedem Geschoss, stellen diese die größte Kostengruppe dar. Die zusammenfassende Auflistung nach Bauteilen ist in Tab. 6.2 einsehbar. Dabei sind wiederum zweifarbige Balken, welche den Unterschied von Ortbeton- und Fertigteilbauweise kennzeichnen, dargestellt. Bei weiterer Betrachtung

der Kosten stellen neben den erwähnten Ziegelaußenwänden die gesamten Geschossdecken, das Walmdach und die Kelleraußenwände die kostenintensivsten Bereiche dar.

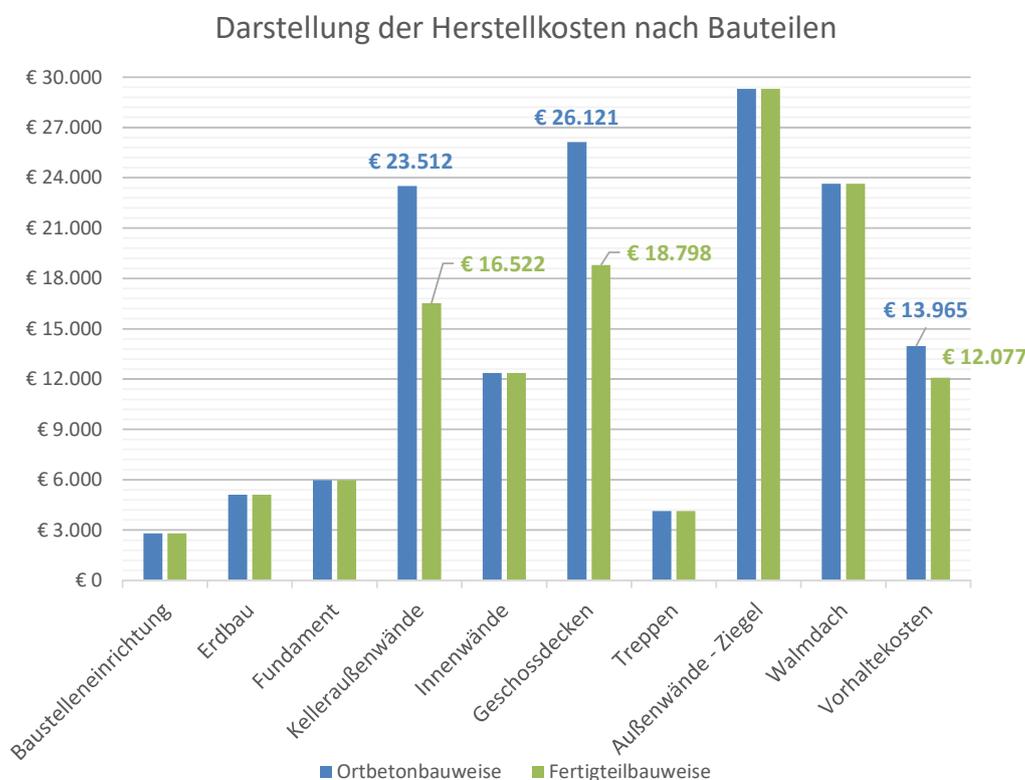


Abb. 6.2: Darstellung der Herstellkosten nach Bauteilen

Die Tab. 6.1 bietet einen Überblick über die wesentlichsten **Unterschiede der Bauweisen**, die bei der Kalkulation hervorgingen. Neben den Kosten ist genauso die berechnete **Rohbauzeit** dargestellt. Des Weiteren ist die geschätzte **Ausbauzeit** ersichtlich, welche bei den zwei Bauweisen ident ist. Die gesamten Geräteeinsatzstunden sind hierbei geteilt in Leistungs- und Vorhaltegeräte dargestellt. Diese ergeben sich aufgrund der Addition von den Gerätstunden je Bauweise (Abb. 5.3 und Abb. 5.4). In Summe stellt sich eine Bauzeitverkürzung von 22,22% heraus. Bei Betrachtung der Kosten ist ein Unterschied von 11,02% zu erkennen.

Tab. 6.1: wesentlichsten Unterschiede bei Betrachtung der beiden Bauweisen

	Ortbetonbauweise	Fertigteilbauweise
Herstellkosten	146 950,57 €	130 750,59 €
Bauzeit - Rohbau	360 h	280 h
Bauzeit - Ausbau	1344 h	1344 h
Geräteeinsatzstunden - Leistungsgeräte	52 h	43 h
Geräteeinsatzstunden - Vorhaltegeräte	4184 h	3616 h

FORSCHUNGSFRAGE 4:**Wie verhält sich die Verteilung der Herstellkosten des vorliegenden Bauprojektes aus der Sicht eines ausführenden Bauunternehmens?**

Die Betrachtung der Herstellkosten des Einfamilienhauses, welches in dieser Diplomarbeit behandelt wird, zeigt eine klare **Verteilung des Kostenverhältnisses** zwischen Ausbau und Rohbau. Für die Berechnung dieser Verhältnisse werden die Herstellkosten, welche vom Bauunternehmen zur Verfügung gestellt worden sind, herangezogen. Aufgrund dessen, dass die absoluten Zahlen der Herstellkosten nicht veröffentlicht werden dürfen, sind die Kostenverhältnisse in Prozent dargestellt. In Tab. 6.2 ist die prozentuale Verteilung zwischen Rohbau und Ausbau ersichtlich.

Die Bauweise des Rohbaus, welche sich in der Kostenaufstellung des ausführenden Bauunternehmens widerspiegelt, ist folgende: Die Kellerwände wurden in Ortbeton errichtet, wobei die Geschossdecken als Halbfertigteile, sprich Elementdecken, realisiert wurden. Die übrigen Bauteile sind auf selberweise wie in Kapitel 3 und Kapitel 4 geplant und ausgeführt worden. Um die Rohbauarbeiten in Relation mit den Ausbauarbeiten zu setzen, ist es notwendig die größten Positionen des Ausbaus genauer aufzuschlüsseln. In Tab. 3.47 (Seite 148) sind die wesentlichen Inhalte der drei aufgezählten Ausbaupositionen aus Tab. 6.2 dargestellt. Die Verteilung der

Tab. 6.2: Verteilung der Herstellkosten gemäß Angaben des Bauunternehmens

Bauabschnitte von Rohbau/Ausbau		prozentmäßige Aufteilung von Rohbau- zu Ausbaukosten	
Rohbau	Erdarbeiten	5%	52%
	Gründung + Kellergeschoss	19%	
	Rohbau (EG+OG)	21%	
	Zimmermannsarbeiten	3%	
	Spenglerarbeiten	1%	
	Dachdeckerarbeiten	2%	
Ausbau	Fenster + Fensterbänke + Rolläden	6%	48%
	Außenfassade	5%	
	Innenausbau	37%	
	Summe:	100%	100%

Kosten zwischen Rohbau und Ausbau ist nahezu ident (Abb. 6.2). Die **Baumeisterarbeiten** machen dabei knapp mehr als die Hälfte der Kosten aus, in Summe 52%. Die kostenintensivsten Prozesse des Rohbaus sind die Errichtung der Gründung, Kellergeschoss und die beiden oberirdischen Geschosse. Erdarbeiten und alle Arbeiten am Dach stellen nur einen kleinen Teil zur Gesamtsumme dar. Die **Ausbauarbeiten** tragen rund 48% zu den Herstellkosten des EFH nach der Kostenaufstellung des ausführenden Bauunternehmens bei. Somit kann bei Betrachtung diese Projekts ein Verhältnis zwischen Baumeisteranteil und Ausbau von 52% zu 48% angesetzt werden.

6.2 Kernaussage

Bei Betrachtung der vier Forschungsfragen kann eine Kernaussage dieser Diplomarbeit getroffen werden. Diese baut im Wesentlichen auf die getätigte Kalkulation der Bauteile in den vorangegangenen Kapiteln auf. Im Folgenden werden die laut Autorin nach wichtigsten Punkten, welche bei der Kalkulation und Arbeitsvorbereitung zu beachten sind, aufgezählt:

Vorbereitende Tätigkeiten: Bei Hochbauprojekten dieser Art ist es von Bedeutung, ausreichende Arbeitszeit in die Ausführungsvorbereitung zu investieren. Es ist ratsam, Überlegungen zum Bauablauf, Bauweisen, Logistik, Personaleinsatz etc. für einen reibungslosen Bauprozess zu tätigen. Vorbestellungen von Materialien und Fertigteilen sind unter Betrachtung der Kostenentwicklung rechtzeitig vorzunehmen.

Aufwands- und Leistungswerte: Ein weiterer wichtiger Punkt in der Arbeitsvorbereitung und Kalkulation stellt die Wahl von Aufwandswerten bzw. Leistungswerten dar. Aufwandswerte, die die Tätigkeiten der Mannschaft nicht widerspiegeln, wirken sich enorm auf die Kostenkalkulation aus. Dabei können erhöhte Kosten entstehen, die sich als Bieter bei Vergabewettbewerben negativ auf den Erfolg bei der Vergabe auswirken. Zu niedrig angesetzte Aufwandswerte verzerren den Wettbewerb und schmälern den Gewinn des anbietenden ausführenden Unternehmens. Für das Ansetzen von wahrheitsgetreuen und realisierbaren AW und LW ist die Nachkalkulation der Mannschaft und Gerät entscheidend. Nur durch das Herausfiltern und Nachrechnen der Aufwands- und Leistungswerte aus Nachkalkulationen und Abrechnungen kann eine praxisnahe Aussage getroffen werden.

Materialpreise: Sowie die Aufwands- und Leistungswerte stellen die Materialkosten einen enorm wichtigen Beitrag zur Kostenkalkulation dar. Die Betrachtung der Kostenentwicklung der Material- und Baustoffpreise sind für einen gewinnbringenden Abschluss einer Baustelle von Bedeutung. Des Weiteren ergibt sich durch die Auswahl einer entsprechenden Ausführungsvariante, sprich Fertigteil- oder Ortbetonbauweise, einen bedeutsamen Kostenunterschied.

6.3 Ausblick

Aus baubetrieblicher Sicht stellt diese Diplomarbeit ein umfassendes Werk zum Thema Arbeitsvorbereitung und Kostenkalkulation bei Baumeisterarbeiten bzw. Rohbauarbeiten im Einfamilienhaus-Bereich dar. Dadurch sollte den Studierenden im Bachelorstudium „Bauingenieurwesen“ ein breit gefächertes Know-how der auszuführenden Tätigkeiten, die in der Arbeitsvorbereitung wichtig sind, vermittelt werden können.

Dabei ist anzumerken, dass die in der Kostenkalkulation benötigten Aufwands- und Leistungswerte für das Berechnen von Tätigkeiten von sehr großer Bedeutung sind. Die praxisnahen Aufwandswerte, welche sich aus der Nachkalkulation oder aus Erfahrungswerten von der Mannschaft auf der Baustelle ergeben, sind laufend zu Überarbeiten und zu Erneuern. Das Ansetzen von Gerätekosten, die sich aus der Nachkalkulation ergeben, spiegeln reale Kosten eher wieder, als Werte aus der Baugeräteliste. Diese Werte stellen gute Richtwerte für die Kalkulation dar, jedoch sind Aufzeichnungen über Reparaturkosten sowie Abschreibungs- und Verzinsungskosten der ausführenden Baufirmen von größerer Bedeutung für eine exakte Kostenkalkulation.



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.

Literatur

- [1] Stadt Wien. 3. Aug. 2020. URL: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/baubewilligungen/unterlagen.html> (Zugriff am 03.08.2020).
- [2] Austrotherm GmbH. *Austrotherm EPS W20*. 27. Apr. 2021. URL: <https://www.austrotherm.at/produkte/austrotherm-eps/austrotherm-eps-w20-waermedaemmplatte> (Zugriff am 27.04.2021).
- [3] *Basisinformationen und Nutzungshinweise zur Baugeräteliste 2020*. Bauverlag BV GmbH. URL: <https://www.bgl-online.info/basisinformation/> (Zugriff am 09.03.2021).
- [4] Bau Beton GmbH. *Betonbestellung bei Bau Beton - Preisliste Raum Wien u. Nö., gültig ab 01.01.2021*. 17. März 2021. URL: <https://www.baubeton.at/beton/betonbestellung-und-preislisten> (Zugriff am 17.03.2021).
- [5] H. Bauer. *Baubetrieb*. deu. VDI-Buch. Berlin und Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. ISBN: 978-3-540-32113-2.
- [6] BauWissenOnline. Von Architekten und Ingenieuren, Hrsg. *Sauberkeitsschicht*. BauWissenOnline. Von Architekten und Ingenieuren. URL: <https://www.bauwion.de/begriffe/sauberkeitsschicht> (Zugriff am 13.03.2021).
- [7] G. Blochmann und H. Mahlstedt. *Wirtschaftliche und sichere Baustelleneinrichtung*. Hrsg. von BAuA. 2014. URL: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/A84.html> (Zugriff am 30.08.2020).
- [8] Bundesinnung Bau, 1040 Wien, Schaumburgergasse 20. *Sicherheit am Bau („Baumappte“)* 2020. de. Ausgabe März 2020. URL: <https://webshop.wko.at/sicherheit-am-bau/?m=96> (Zugriff am 24.08.2021).
- [9] Carrot Media v.o.s. *Bodenplatte: Welche Kosten pro m² fallen an?* 5. Aug. 2021. URL: <https://kostencheck.de/bodenplatte-kosten-pro-quadratmeter> (Zugriff am 05.08.2021).
- [10] Doka. *Dokaflex - Anwenderinformation*. 30. März 2021. URL: https://direct.doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999776001_2020_02_online.pdf (Zugriff am 30.03.2021).
- [11] Doka. *Dokaflex - Das schnelle, flexible Handsystem*. 30. März 2021. URL: <https://www.doka.com/at/system-groups/doka-floor-systems/timber-beam-floor-formwork/dokaflex/index> (Zugriff am 30.03.2021).
- [12] G. Drees und T. Kurz. *Aufwandstabeln von Lohn und Gerätstunden im Ingenieurbau zur Kalkulation angemessener Baupreise*. ger. Wiesbaden: Bauverl., 1979. ISBN: 3762509433.
- [13] M. Duschel, W. Plettenbacher und M. Stopfer. *Handbuch Arbeitsvorbereitung und Lean Construction im Baubetrieb*. ger. 2. Aufl. Wien: Linde Verlag Ges.m.b.H., 2020. ISBN: 3707340465.
- [14] *Gesamte Rechtsvorschrift für Bauarbeiterschutzverordnung*. 23. Aug. 2021. URL: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008904> (Zugriff am 23.08.2021).

- [15] G. Goger und C. Winkler. *Bauverfahrenstechnik (Construction Technology)*. 2017.
- [16] M. Hammermeister. *Dachstuhl Preise und Kosten*. 27. Apr. 2021. URL: <https://www.massivhaus.de/ratgeber/dachstuhl-preise-kosten.html> (Zugriff am 27. 04. 2021).
- [17] Hauptverband der deutschen Bauindustrie E.V. und Fachverband der Bauindustrie Österreich. *Baugeräteliste 2020 Technisch-wirtschaftliche Baumaschinendaten*. Deutsch. Hrsg. von Bauverlag BV GmbH, Gütersloh. 2020.
- [18] HIEBER Betonfertigteilewerk GmbH. *GEWENDELTE STANDARD-TREPPEN*. 23. Aug. 2021. URL: <https://www.hieber-beton.com/gewendelte-standard-treppen.html> (Zugriff am 23. 08. 2021).
- [19] K. Hillman. *Welche Kosten und Preise fallen für eine Betondecke pro m² an?* 5. Aug. 2021. URL: <https://www.heimhelden.de/kosten-preise-betondecke-m2> (Zugriff am 05. 08. 2021).
- [20] C. Hofstadler. *Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb*. ger ; eng. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2007. ISBN: 3540343202.
- [21] C. Hofstadler. *Bauausführung - Arbeitsvorbereitung als ein Erfolgsfaktor; Process Engineering – A Factor of Success*. 2006. URL: <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=5045c8383e6c5&location=browse>. (Zugriff am 30. 08. 2020).
- [22] Hornbach. *Bostik P 111 Bitumenvoranstrich 10 Liter*. 1. Apr. 2021. URL: <https://www.hornbach.at/shop/Bostik-P-111-Bitumenvoranstrich-10-Liter/7741185/artikel.html> (Zugriff am 01. 04. 2021).
- [23] Hornbach. *Bostik W 252 Bitumendickbeschichtung 12 L*. 1. Apr. 2021. URL: <https://www.hornbach.at/shop/Bostik-W-252-Bitumendickbeschichtung-12-L/7488970/artikel.html> (Zugriff am 01. 04. 2021).
- [24] Hornbach. *Perimeterdämmplatte EPS 1250x600x120 mm*. 1. Apr. 2021. URL: <https://www.hornbach.at/shop/Perimeterdaemplatte-EPS-1250x600x120-mm/10103945/artikel.html> (Zugriff am 01. 04. 2021).
- [25] Immobilien Scout Österreich GmbH. *Was kostet ein Dachstuhl*. 27. Apr. 2021. URL: <https://www.immobilienscout24.at/ratgeber/hausbau/bauplanung/dachstuhl-kosten.html> (Zugriff am 27. 04. 2021).
- [26] InformationsZentrum Beton GmbH. *Elementwände (Doppelwandelemente)*. 30. Apr. 2021. URL: <https://www.beton.org/wissen/wirtschaftshochbau/doppelwand-elemente/> (Zugriff am 30. 04. 2021).
- [27] Ing.-und Sachverständigenbüro-LUDEWIG SCHRADER. *BETONARBEITEN*. 5. Aug. 2021. URL: <https://www.baupreise24.de/baupreise/betonarbeiten> (Zugriff am 05. 08. 2021).
- [28] Ing.-und Sachverständigenbüro-LUDEWIG SCHRADER. *Kosten und Preise für eine Betondecke pro m² – damit müssen Sie rechnen*. 5. Aug. 2021. URL: <https://kostencheck.de/kosten-preise-betondecke-m%C2%B2> (Zugriff am 05. 08. 2021).
- [29] H. G. Jodl und W. Oberndorfer. *Handwörterbuch der Bauwirtschaft: interdisziplinäre Begriffswelt des Bauens*. ger. 3. Aufl. ON-V. Wien: Austrian Standards plus Publ., 2010. ISBN: 3854022190.
- [30] A. Kropik. *Baukalkulation, Kostenrechnung und ÖNORM B 2061*. ger. 1. Aufl. Perchtoldsdorf: Andreas Kropik, 2020. ISBN: 3950429816.
- [31] A. Kropik und T. Oswald. *Bauwirtschaft und Bauprojektmanagement*. 2020.

- [32] A. Kropik, T. Oswald und J. Raab. *Vertragsgestaltung und Vergabemanagement, Teil 3*. 2020.
- [33] A. Kropik und D. Szkopecz. *Kalkulation und Kostenrechnung im Baubetrieb; Skriptum zur Vorlesung*. 2019.
- [34] A. Kropik und D. Szkopecz. *Skriptum - Kosten und Terminplanung*. 2020.
- [35] H. Lehner, D. Heck und C. Hofstadler. *Arbeitsvorbereitung für Bauprojekte : Nutzen der Arbeitsvorbereitung für den Projekterfolg*. ger. Verlag der Technischen Universität Graz, 2010. ISBN: 385125080X.
- [36] R. Lugner, H. Stimpfl und G. Lenz. *Richtlinien, Zeitaufwand, Materialbedarf für die Kalkulation im Hochbau*. ger. 13. Aufl. Wien: Lugner, 1983.
- [37] Martin Pichler Ziegelwerk GmbH. *Verarbeitungshinweise Planziegel*. 24. Apr. 2021. URL: https://www.pichlerziegel.at/?param=produkt&nav_id=11 (Zugriff am 24. 04. 2021).
- [38] E. Meier. *Zeitaufwandtafeln für die Kalkulation von Hochbau- und Stahlbetonarbeiten*. ger. 3. Aufl. Wiesbaden [u.a.]: Bauverl., 1990. ISBN: 3762528438.
- [39] *Ö-Baumanagement GmbH*. URL: <https://www.etzi-haus.com/> (Zugriff am 02. 07. 2021).
- [40] *ÖBaumanagement GmbH*. *Unterschied belagsfertig und schlüsselfertig*. 29. Juli 2021. URL: <https://www.austrohaus.at/vorteile/ausbaustufen> (Zugriff am 29. 07. 2021).
- [41] OBI Bau- und Heimwerkermärkte Systemzentrale GmbH. *DOLLE Bodentreppe F30 feuerhemmend 140 x 70 cm*. 6. Juli 2021. URL: <https://www.obi.at/innentreppen/dolle-bodentreppe-f30-feuerhemmend-140-x-70-cm/p/1922111#/> (Zugriff am 06. 07. 2021).
- [42] *ÖNORM B 1801-1:2015 12 01: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objekterrichtung*. Deutsch. Norm. Wien: Austrian Standards: Austrian Standards International, 1. Dez. 2015.
- [43] *ÖNORM B 2061: 2020 05 01: Preisermittlung für Bauleistungen*. Deutsch. Verfahrensnorm. Wien: Austrian Standards International, 1. Mai 2020.
- [44] *ÖNORM B 2110: 2013 03 15: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen*. Deutsch. Werkvertragsnorm. Wien: Austrian Standards International, 15. März 2013.
- [45] *ÖNORM B 2204: 2021 01 01 - Ausführung von Bauteilen*. Deutsch. Werkvertragsnorm. Wien: Austrian Standards International, 1. Jan. 2021.
- [46] *ÖNORM B 2211: 2009 06 01 Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten*. Deutsch. Werkvertragsnorm. Wien: Austrian Standards International, 1. Juni 2009.
- [47] A. Pech. *Ziegel im Hochbau: Theorie und Praxis*. ger. Baukonstruktionen. Basel: Birkhäuser, 2015. ISBN: 3035606064.
- [48] K. Plümecke und V. Kuhne. *Preisermittlung für Bauarbeiten*. ger. 26. Aufl. Köln: Rudolf Müller, 2008. ISBN: 3481023324.
- [49] Rohrdorfer. *Preisliste 2019 - Elementdecken, Doppelwände, Fertigtreppe*. 30. Apr. 2021. URL: <https://www2.rohrdorfer.eu/download-548.html> (Zugriff am 30. 04. 2021).
- [50] Rohrdorfer. *Preisliste 2021: Umwelttechnik - Sand und Kies*. 6. Juli 2021. URL: https://www.rohrdorfer.at/1261_DE (Zugriff am 06. 07. 2021).
- [51] Rohrdorfer. *Transportbeton - Preisliste 2021 - Wien, Niederösterreich (NÖ-Nord, NÖ-Süd), Burgenland-Nord*. 15. Mai 2021. URL: https://www.rohrdorfer.at/924_DE-Beton%20%20Estrich-Preislisten%20%20Folder.htm (Zugriff am 15. 05. 2021).

- [52] R. Schach und J. Otto. *Baustelleneinrichtung: Grundlagen - Planung - Praxishinweise - Vorschriften und Regeln*. ger. 3. Aufl. Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden Imprint: Springer Vieweg, 2017. ISBN: 3658160667. DOI: 10.1007/978-3-658-16066-1.
- [53] K. Stark. *Baubetriebslehre - Grundlagen: Projektbeteiligte, Projektplanung, Projektablauf*. Wiesbaden: Friedr. Vieweg und Sohn Verlag GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2006. ISBN: 3834891312. DOI: 10.1007/978-3-8348-9131-0.
- [54] Systembau EDER GmbH. *EDER FERTIGTREPPEN - Typenprogramm gewandelt Typ 10-19*. 23. Aug. 2021. URL: <https://www.eder.co.at/systembau/fertigtreppe/> (Zugriff am 23.08.2021).
- [55] Verband Österreichischer Betonwerke und Fertigteilwerke (VÖB). *Montageanleitung für Elementdecken*. 4. Mai 2021. URL: <https://www.voeb.com/service/richtlinien.asp> (Zugriff am 04.05.2021).
- [56] Verband Österreichischer Betonwerke und Fertigteilwerke (VÖB). *Montageanleitung für Doppelwände*. 30. Apr. 2021. URL: <https://www.voeb.com/service/richtlinien.asp> (Zugriff am 30.04.2021).
- [57] Verband Österreichischer Betonwerke und Fertigteilwerke (VÖB). *Montageanleitung für Treppen*. 26. Apr. 2021. URL: <https://www.voeb.com/service/richtlinien.asp> (Zugriff am 26.04.2021).
- [58] M. Weiss. *Kennzahlen für Stahlbetonarbeiten - Anwendung bei Hochbauprojekten*. de. Hrsg. von C. Hofstadler und D. Schlagbauer. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft Technische Universität Graz. Graz, 19. März 2010. URL: https://online.tugraz.at/tug_online/wbabs.showThesis?pThesisNr=29897&pOrgNr=37 (Zugriff am 18.03.2021).
- [59] Wienerberger Österreich GmbH. *Porotherm Planziegel Auftragswalze*. 24. Apr. 2021. URL: <https://www.wienerberger.at/produkte/wand/produktkatalog/porotherm-planziegel-auftragswalze.html> (Zugriff am 24.04.2021).
- [60] Wienerberger Österreich GmbH. *Preisliste 2021 Tondach Dachlösungen*. 27. Apr. 2021. URL: https://www.wienerberger.at/content/dam/wienerberger/austria/marketing/documents-magazines/technical/WB_Preisliste_Tondach_2021.pdf (Zugriff am 27.04.2021).
- [61] Wienerberger Österreich GmbH. *Preisliste 2021: Porotherm, Terca*. 24. Apr. 2021. URL: https://www.wienerberger.at/content/dam/wienerberger/austria/marketing/documents-magazines/technical/WB_Preisliste_PorothermTerca_2021.pdf (Zugriff am 24.04.2021).
- [62] Wilfried Ritter. *Wände aus Beton für Keller- und Hausbau: Preise für die wichtigsten Angebotspositionen*. 5. Aug. 2021. URL: <https://www.haus-selber-bauen.com/waende-aus-beton.html#wand-schalung> (Zugriff am 05.08.2021).
- [63] WKO. *Lohnnebenkosten Baugewerbe und Bauindustrie ab 1.5.2020*. URL: <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/lohnnebenkosten-bau-per-01.05.2020.pdf> (Zugriff am 19.08.2020).
- [64] WKO. *Preisumrechnung und Indizes: Baumaschinen-ÖBGL; Excel-Dokument*. WKO: Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbandes der Bauindustrie. URL: <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/Preisumrechnung-Indizes.html> (Zugriff am 27.08.2020).

- [65] Ziegelwerk Eder GmbH. *EDER BETONFERTIGTEILE Doppelwand und Elementdecke*. 4. Mai 2021. URL: <https://www.eder.co.at/systembau/betonfertigteile-doppelwand-und-elementdecke/> (Zugriff am 04.05.2021).



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.

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

2.1	Darstellung des konventionellen Ablaufs der Vorplanung (adaptiert nach [53, S. 36])	16
2.2	Beispiel eines Preisspiegels bei der Angebotsprüfung (adaptiert nach [31, S. 124])	18
2.3	Darstellung der Kostenbeeinflussbarkeit in Abhängigkeit des Informationsgehalts unterteilt nach Bauphasen (adaptiert nach [53, S. 35])	20
2.4	Prozesslandkarte (adaptiert nach [53, S. 33])	21
2.5	Ablauf und Aufgaben der Arbeitsvorbereitung (adaptiert nach [53, S. 80])	25
2.6	Zeitliche Eingliederung der Arbeitsvorbereitung aus Sicht eines ausführenden Unternehmens (adaptiert nach [13, S. 11])	27
2.7	Einflussfaktoren auf die Baustelleneinrichtungsplanung (adaptiert nach [52, S. 3])	30
2.8	Ablauf der Baustelleneinrichtungsplanung (adaptiert nach [7, S. 12])	32
2.9	Baustelleneinrichtungsplan (gezeichnet von Marcel Ivenz und Claudia Hötzingler)	34
2.10	Magisches Dreieck (adaptiert nach [13, S. 143])	35
2.11	Planungssystem nach ÖNORM B 1801-1:2015 [42, S. 6]	36
2.12	Ressourceneinsatzplanung in Schritten (adaptiert nach [13, S. 147])	37
2.13	Ressourcenganglinie [13, S. 148]	38
2.14	Planungsprozess für den Schalungseinsatz (adaptiert nach [13, S. 228])	43
2.15	Auszug aus der BGL 2020 eines Turmdrehkrans mit Laufkatzausleger (C.0.10) [17]	46
2.16	Auszug aus der BGL 2020 für Turmdrehkrane mit Laufkatzausleger (C.0.10–C.0.12) [17]	46
2.17	Darstellung eines Geräteeinsatzplans (adaptiert nach [13, S. 298])	50
3.1	Nordostansicht des EFH [39]	53
3.2	Lageplan des Einfamilienhauses [39]	54
3.3	Schnitt A-A durch das Einfamilienhaus [39]	55
3.4	Erdgeschoss – Ausführungsplan [39]	56
3.5	Baustelleneinrichtungsplan [39]	58
3.6	Aufenthaltscontainer X.3.11.0006 – Auszug aus BGL 2020 [17]	60
3.7	Wasch- und Toilettencontainer X.3.18.0003 – Auszug aus BGL 2020 [17]	61
3.8	Magazincontainer X.3.01.0006 – Auszug aus BGL 2020 [17]	61
3.9	Schnellmontagekran C.0.03.0060 – Auszug aus BGL 2020 [17]	62
3.10	Ausleger zum Schnellmontagekran C.0.03.0060 – Auszug aus BGL 2020 [17]	62
3.11	Turmstück zum Schnellmontagekran C.0.03.0060 – Auszug aus BGL 2020 [17]	62
3.12	Silokübel C.3.00.0750 – Auszug aus BGL 2020 [17]	63
3.13	Hydraulikbagger D.1.03.0080 – Auszug aus BGL 2020 [17]	68
3.14	Tieföffel D.1.60.1200 – Auszug aus BGL 2020 [17]	68
3.15	LKW P.2.01.0260 – Auszug aus BGL 2020 [17]	69
3.16	Darstellung der Arbeitsraumbreite in Abhängigkeit des Böschungswinkels [8, S. 211]	69
3.17	Skizze des Kellergeschosses mit außenliegendem Arbeitsraum und Böschungsneigung	70

3.18	Kellergeschoss aus den Ausführungsplänen [39]	73
3.19	Transportbetonmischer B.4.60.0700 – Auszug aus BGL 2020 [17]	81
3.20	LKW P.2.02.0320 — Auszug aus BGL 2020 [17]	81
3.21	Autobetonpumpe B.7.60.0728 – Auszug aus der BGL 2020 [17]	82
3.22	Innenrüttler B.9.31.0038 – Auszug aus BGL 2020 [17]	83
3.23	Spannungswandler für Innenrüttler B.9.53.0015 – Auszug aus BGL 2020 [17]	83
3.24	Rotationslaser Y.0.51.0003 – Auszug aus BGL 2020 [17]	84
3.25	Hydraulikbagger D.1.02.0030 – Auszug aus BGL 2020 [17]	98
3.26	Tieföffel D.1.60.0050 – Auszug aus BGL 2020 [17]	99
3.27	Vibrationsgrabenwalze D.8.40.0070 – Auszug aus BGL 2020 [17]	99
3.28	Auftragswalze für Dünnbettmörtel [59]	114
3.29	Mauerwerksverbände und Wirkungsweise der vertikalen Lastabtragung	115
a	Mauerwerksverband mit Darstellung des Überbindemaßes [47, S. 207]	115
b	Wirkungsweise der vertikalen Lastabtragung [47, S. 144]	115
3.30	Doka – Deckenschalung [10, S. 1]	121
3.31	Obergeschossdarstellung aus den Ausführungsplänen [39]	123
3.32	Taufenschnitt durch die Mauerbank und Dachkonstruktion [39]	140
4.1	Darstellung einer Elementwand während des Einhebens mittels Kran [56]	150
4.2	Sicht auf die Elementdecke von oben (links) und unten (rechts)	155
a	Einheben und Justieren der Elementdecke [55]	155
b	Montageunterstellung [55]	155
5.1	Terminplan – Ortbetonbauweise	164
5.2	Terminplan – Fertigteilbauweise	167
5.3	Geräteinsatzplan – Ortbetonbauweise	168
5.4	Geräteinsatzplan – Fertigteilbauweise	168
5.5	Personalganglinie für Rohbauarbeiten	169
6.1	Darstellung der Herstellkosten über den gesamten Rohbauprozess	174
6.2	Darstellung der Herstellkosten nach Bauteilen	175

Tabellenverzeichnis

2.1	Angabewerte für die Berechnung der Arbeiteranzahl (Alle Werte sind Annahmen)	39
2.2	Gliederung des Geräteschlüssels [3]	45
2.3	Großhandelspreisindex der ÖBGL 2015 [64]	48
3.1	Kenngrößen – Schnellmontagekran mit Laufkatzausleger C.0.03.0060	59
3.2	Bemessung der Sozialeinrichtungen [14]	60
3.3	Aufwandswerte zur Baustelleneinrichtung nach Kropik [30]	63
3.4	Parameter zur Kostenkalkulation – Erdbau	67
3.5	Parameter zur Kostenkalkulation – Fundament	80
3.6	Darstellung des ausgewählten Krans und Silokübel aus der BGL 2020	82
3.7	Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Autobetonpumpe	91
3.8	Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Kran und Silokübel	94
3.9	Gegenüberstellung der Parameter – Variante 1 und 2	95
3.10	Gegenüberstellung der Kosten – Variante 1 und 2	95

3.11	Darstellung der Gesamtkosten – Fundament	96
3.12	Parameter zur Kostenkalkulation – Kelleraußenwände	97
3.13	Gewählte Leistungsgeräte für die Errichtung der Kelleraußenwände in Ortbeton	98
3.14	Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Variante 1	107
3.15	Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Autobetonpumpe (Variante 1)	107
3.16	Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Variante 2	108
3.17	Kostenübersicht – Betoneinbau mittels Kran und Silokübel (Variante 2)	108
3.18	Gegenüberstellung der Parameter – Variante 1 und 2	112
3.19	Gegenüberstellung der Kosten – Variante 1 und 2	112
3.20	Darstellung der Gesamtkosten – Kelleraußenwände	113
3.21	Parameter zur Kostenkalkulation – Innenwände	115
3.22	Zusammenfassende Darstellung der ermittelten Mengen aller Innenwände	118
3.23	Kostenübersicht der Innenwände	120
3.24	Parameter zur Kostenkalkulation – Geschossdecken	122
3.25	Gewählte Leistungsgeräte für die Errichtung der Geschossdecken in Ortbeton	123
3.26	Zusammenfassung der Mengen der drei Geschossdecken	126
3.27	Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Geschossdecke 1: Variante 1	128
3.28	Zwischenergebnisse der Leistungsberechnung – Geschossdecke 1: Variante 2	129
3.29	Gegenüberstellung der Kosten (Geschossdecke 1) – Variante 1 und 2	129
3.30	Darstellung der Gesamtkosten – Geschossdecke 1	130
3.31	Darstellung der Gesamtkosten – Geschossdecke 2	130
3.32	Darstellung der Gesamtkosten – Geschossdecke 3	130
3.33	Darstellung der Gesamtkosten aller Geschossdecken	131
3.34	Aufwandswerte für Schalarbeiten einer Treppe [30]	131
3.35	Parameter zur Kostenkalkulation – Treppen	133
3.36	Gewähltes Leistungsgerät für das Einheben der Fertigteiltreppen	133
3.37	Gesamtkosten der Fertigteiltreppen	135
3.38	Parameter zur Kostenkalkulation – Außenwände Ziegelmauerwerk	136
3.39	Zusammenfassung der Mauerwerksfläche aller Außenwände im Erd- und Obergeschoss	137
3.40	Kostenübersicht aller Außenwände	139
3.41	Parameter zur Kostenkalkulation – Walmdach	141
3.42	Kostenübersicht aller Dacharbeiten	144
3.43	Auflistung der Aufwands- und Leistungswerte	145
3.44	Baustoffpreise	146
3.45	Bewehrungsgrad von Bauteilen	147
3.46	Gesamtkosten des Rohbaus in Ortbetonbauweise	147
3.47	Definition der Herstellkosten nach Angaben des ausführenden Unternehmens	148
4.1	Parameter zur Kostenkalkulation – Kelleraußenwand in Fertigteilbauweise	150
4.2	Gewähltes Leistungsgerät für die Errichtung der Kelleraußenwände in Fertigteilbauweise	151
4.3	Ergebnisse der Leistungsberechnung für das Einbringen des Betons in die Hohlwände	154
4.4	Gesamtkosten – Kelleraußenwände in Fertigteilbauweise	154
4.5	Gesamtkosten – Kelleraußenwände in Ortbetonbauweise	155
4.6	Parameter zur Kostenkalkulation – Geschossdecke in Fertigteilbauweise	156
4.7	gewählte Leistungsgerät für die Einheben der Elementdecken	157
4.8	Ergebnisse der Leistungsberechnung für das Einbringen des Betons in die Elementdecken	160

4.9	Darstellung der Gesamtkosten aller drei Geschossdecken in Fertigteilbauweise	160
4.10	Darstellung der Gesamtkosten aller drei Geschossdecken in Ortbetonbauweise	161
4.11	Gesamtkosten Rohbau – Fertigteilbauweise	161
4.12	Gegenüberstellung der Kosten aus Ortbetonbauweise und Fertigteilbauweise	162
5.1	ermittelte Aufwandswerte aus getätigten Berechnungen	170
5.2	Unterschiede hinsichtlich der Bauzeit bei Betrachtung der beiden Bauweisen	170
6.1	wesentlichsten Unterschiede bei Betrachtung der beiden Bauweisen	175
6.2	Verteilung der Herstellkosten gemäß Angaben des Bauunternehmens	176

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
Arb.	Arbeiter
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
AV	Arbeitsvorbereitung
AW	Aufwandswert
BauV	Bauarbeiterschutzverordnung
BE-Plan	Baustelleneinrichtungsplan
BGL	Baugeräteliste
DDB	Deckendurchbruch
EDM	Elektronische Datenmanagement
EFH	Einfamilienhaus
EG	Erdgeschoss
GHPI	Großhandelspreisindex
GOK	Geländeoberkante
GP	Generalplaner
GU	Generalunternehmer
HKLS	Heizung, Klimatechnik, Lüftung und Sanitär
KG	Kellergeschoss
LV	Leistungsverzeichnis
LW	Leistungswert
MLK	Mittellohnkosten
MLP	Mittellohnpreis

OG Obergeschoss

RDOK Rohdeckenoberkante

RDUK Rohdeckenunterkante

STUK Sturzunterkante

TU Totalunternehmer

VM Vorhaltemonat

WAZ wöchentliche Arbeitszeit

WKO Wirtschaftskammer Österreich

zw. zwischen

ÖBGL Österreichische Baugeräteliste



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.

Anhang

A Termin- und Ressourcenpläne

B Ausführungspläne – Ö-Baumanagement GmbH

AUSFÜHRUNGS PLAN

AUSTRO HAUS

Ö-Baumanagement GmbH
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf
Tel: 07614/71797-0
Fax: 07614/71797-7
www.austrohaus.at

PROJEKT:

NEUBAU Einfamilienhaus mit Doppelgarage

BAUSTELLENADRESSE:

BAULEITER:

GRUNDSTÜCKSNUMMER:

EINLAGEZAHL:

KATASTRALGEMEINDE:

GEMEINDE:

4622 Eggendorf i. Trkr.

BAUWERBER:

GRUNDEIGENTÜMER:

ÄNDERUNGEN:

PLANNUMMER/ INDEX:	DATUM:	ÄNDERUNG:	GEZEICHNET:
AP-01			
AP-02			
AP-03			
AP-04			
AP-05			
AP-06			
AP-07			
AP-08			

**DER VORLIEGENDE AUSFÜHRUNGSPLAN
WIRD VOM BAUWERBER ZUR KENNTNIS
GENOMMEN UND ZUM BAU FREIGEgeben**

UNTERSCHRIFT BAUWERBER:

PLANINHALT:

GRUNDRISSE M 1:100
SCHNITTE M 1:100
ANSICHTEN M 1:100
LAGEPLAN M 1:500

DETAILE

DATUM:

05.05.2020

KUNDENNUMMER:

PLANNUMMER:

AP-08

GEZEICHNET:

GEPRÜFT:

Planerstellung:

GRUNDRISS / SCHNITT

ZIEGELMAUERWERK
TROCKENBAUWEISE
BETON
STAHLBETON
STAHL
HOLZ
DÄMMUNG
ABRUCH
BESTAND

LAGEPLAN

NEUBAU
BESTAND
ABRUCH
VERKEHRSFLÄCHE
GRÜNFLÄCHE
WASSERFLÄCHE
TERRASSENFLÄCHE

BAUVORHABEN:

...

PLANINHALT:

LAGEPLAN

DATUM:

05.05.2020

GEZEICHNET:



WOHNFLÄCHE GEMÄSS Ö-NORM B18900:

136.78m²

MASSSTAB:

M 1:500

VERBAUTE FLÄCHE:

92.40m² + 35.94m² Garage

UNBAUTER RAUM:

626.39m³ + 86.61m³ Garage

ZUR BERECHNUNG DER NETTO WOHNFLÄCHE SIND 3% VERPUTZ ABZUEHLEN!

FUNDAMENTE, BODENPLATTEN, DECKEN UND UNTERZÜGE SIND LAUT STATIK AUSZUFÜHREN. ROHBAUMASSE SAMTLICHER FENSTER, TÜREN, GARAGENTORE SIND MIT DEM HIERBEI GELIEFERTEN ANGABEN ZUR BAUFÜHRUNG SIND GEBORDERTE AUSFÜHRUNGSPLÄNE BZW. DETAILPLÄNE DES BAUFÜHRERS ERFORDERLICH
± 0.00 = FFBOK ERDGESCHOSS

HAUSTÜRE = Rohbaummaß
TERRASSENTÜREN = Rohbaummaß
FENSTER = Rohbaummaß
KELLERFENSTER = Rohbaummaß
GARAGENTORE = Rohbaummaß
DACHBODENTREPPEN = Rohbaummaß

INNENTÜREN = Durchgangsmmaß
BRANNSCHUTZ = Durchgangsmmaß
STAHLTÜREN = Durchgangsmmaß

NATURMASSE NEHMEN - KOTEN PRÜFEN

PLANVERFASSTER:

Ö - Baumangement GmbH

Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614171797-0

Fax: 07614171797-7

www.austrohaus.at

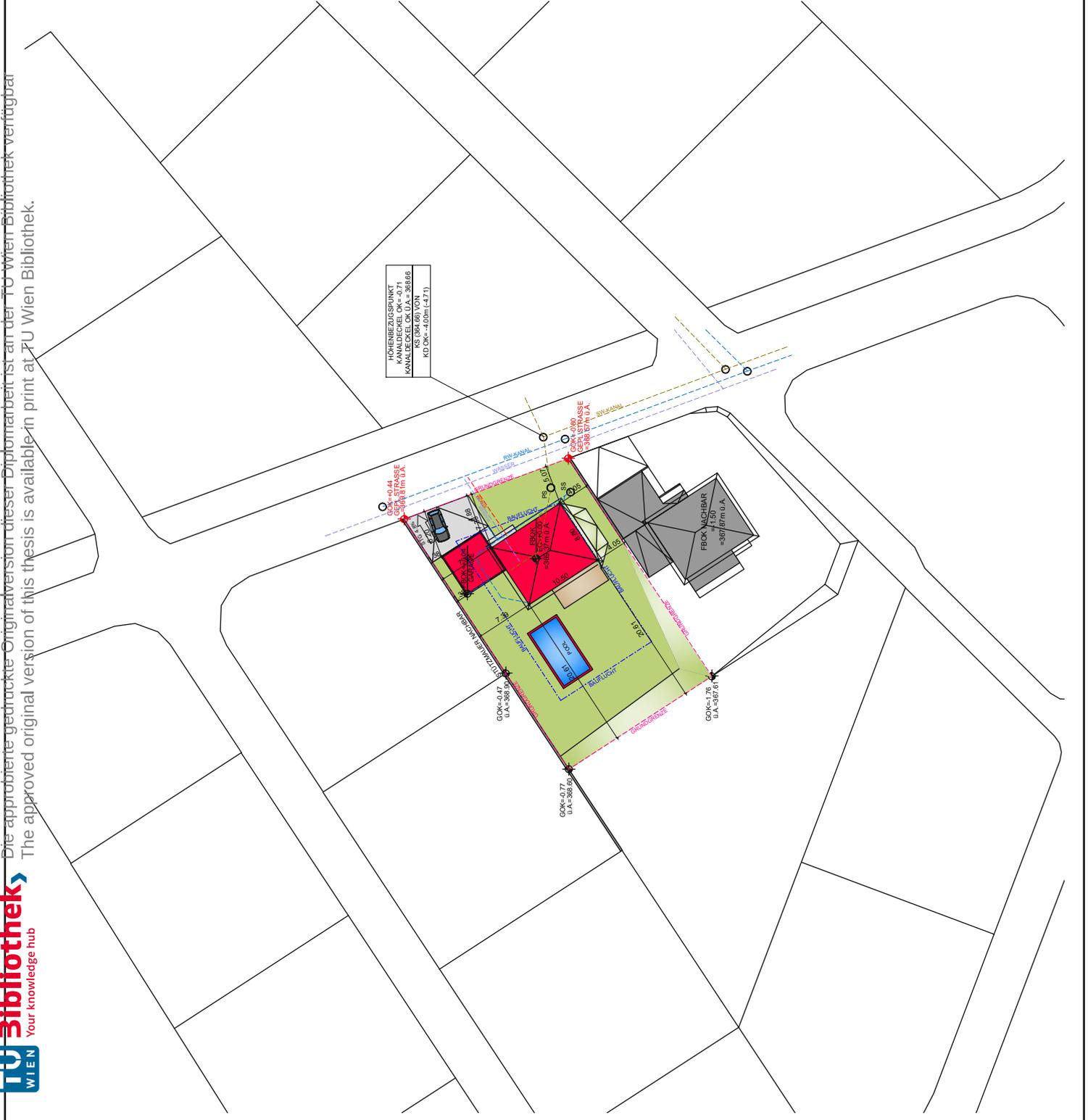


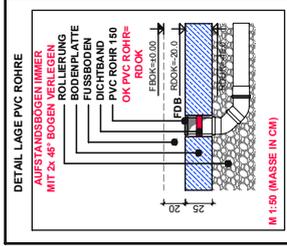
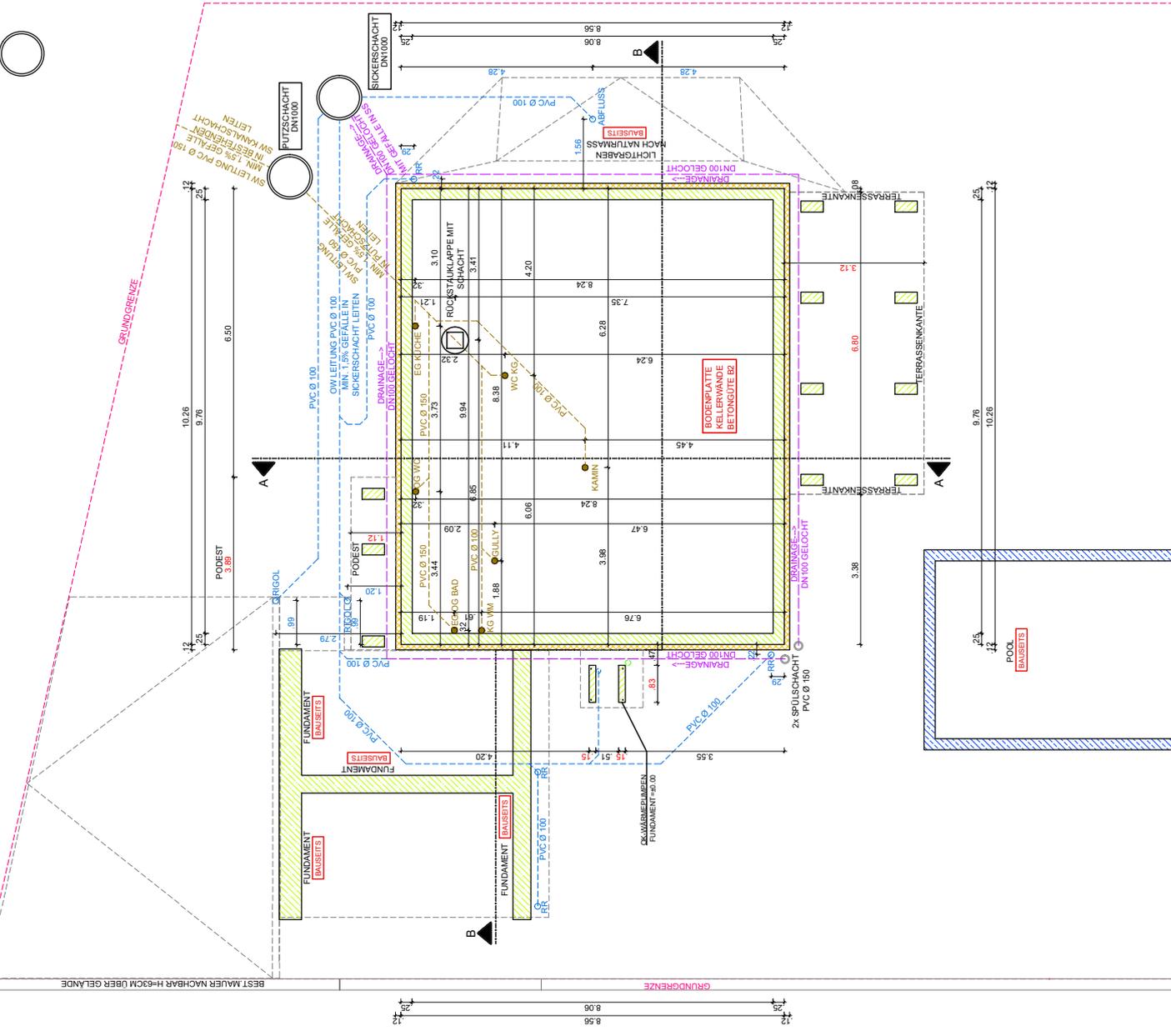
Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. - Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.

AUSFÜHRUNGSPLAN

AP-08

DIN A3





LEGENDE LEITUNGEN UND SYMBOLE

--- FERNWÄRME	--- KANAL (PVC)	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- BEGENTWASSER (PVC)	--- DRAINAGE (PVC110 3x15° Bögen)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x15° Bögen)	--- LEERRÖHR	--- ZULUFT (In Alubeton verlegen)	--- ABLUFT (In Alubeton verlegen)	--- BETONKANTENFUGENBAND
--- STROM (Flexibel CM75)	--- GAS	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- BEGENTWASSER (PVC)	--- DRAINAGE (PVC110 3x15° Bögen)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x15° Bögen)	--- LEERRÖHR	--- ZULUFT (In Alubeton verlegen)	--- ABLUFT (In Alubeton verlegen)	--- BETONKANTENFUGENBAND
--- KANAL (PVC)	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- BEGENTWASSER (PVC)	--- DRAINAGE (PVC110 3x15° Bögen)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x15° Bögen)	--- LEERRÖHR	--- ZULUFT (In Alubeton verlegen)	--- ABLUFT (In Alubeton verlegen)	--- BETONKANTENFUGENBAND	

KÄUSER (Typ 1227-65)
KÄUSER (Typ 1291-22 HALOX-P)
ALARMKONTAKT
RAUCHMELDER
WRL DOSE ZULUFT (Typ Weing DN100 in FT-Daube)
WRL DOSE ABLUFT (Typ Weing DN100 in FT-Daube)
STEIGLEITUNG (Für Entlüftung)

Plandarstellung:

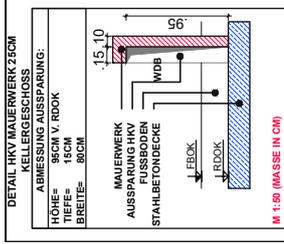
ZIEGELMAUERWERK	TROCKENBAUWEISE	BETON	STAHLBETON	STAHL	HOLZ	DÄMMUNG	ABBRUCH	BESTAND	BAUVORHABEN:
									...

PLANINHALT:

MASSTAB:	M 1:100	DATUM:	05.05.2020
GEZEICHNET:			

PLANVERFASSTER:
Ö-Baumagement GmbH
 Lambacher Straße 40
 A-4655 Vorchdorf
 Tel: 0761471797-0
 Fax: 0761471797-7
 www.austrohaus.at

Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. Aushandlung an dritte Personen oder Vervielfältigung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.



LEGENDE LEITUNGEN UND SYMBOLE

--- FERNWÄRME	--- KANAL (PVC)	--- BEGENWASSER (PVC für 15° Bögen)	--- DRAINAGE (Flexibel gemäß DIN1007)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x15° Bögen)	--- POOL (GPPVC)	--- LEITROHR	--- ABLUFT (In Alufolien verkleben)	--- STEIGLEITUNG (Für Entlüftung)
--- STROM (Flexibel CM75)	--- GAS	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- BEGENWASSER PVC	--- DRAINAGE (Flexibel gemäß DIN1007)	--- POOL (GPPVC)	--- LEITROHR	--- ABLUFT (In Alufolien verkleben)	--- STEIGLEITUNG (Für Entlüftung)
--- KANAL (PVC)	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- BEGENWASSER PVC	--- DRAINAGE (Flexibel gemäß DIN1007)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x15° Bögen)	--- POOL (GPPVC)	--- LEITROHR	--- ABLUFT (In Alufolien verkleben)	--- STEIGLEITUNG (Für Entlüftung)
--- KANAL (PVC)	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- BEGENWASSER PVC	--- DRAINAGE (Flexibel gemäß DIN1007)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x15° Bögen)	--- POOL (GPPVC)	--- LEITROHR	--- ABLUFT (In Alufolien verkleben)	--- STEIGLEITUNG (Für Entlüftung)

LEGENDE LEITUNGEN UND SYMBOLE

- KANAL (PVC)
- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)
- BEGENWASSER PVC
- DRAINAGE (Flexibel gemäß DIN1007)
- HEIZLEITUNG (PVC110 3x15° Bögen)
- POOL (GPPVC)
- LEITROHR
- ABLUFT (In Alufolien verkleben)
- STEIGLEITUNG (Für Entlüftung)

GRUNDRISS / SCHNITT

ZIEGELMAUERWERK	TRÜCKENBAUWEISE	BETON	STAHLBETON	STAHL	HOLZ	DÄMMUNG	ABBRUCH	BESTAND	BAUVORHABEN:
...

PLANINHALT:
KELLERGESCHOSS

MASSSTAB: M 1:100
DATUM: 05.05.2020

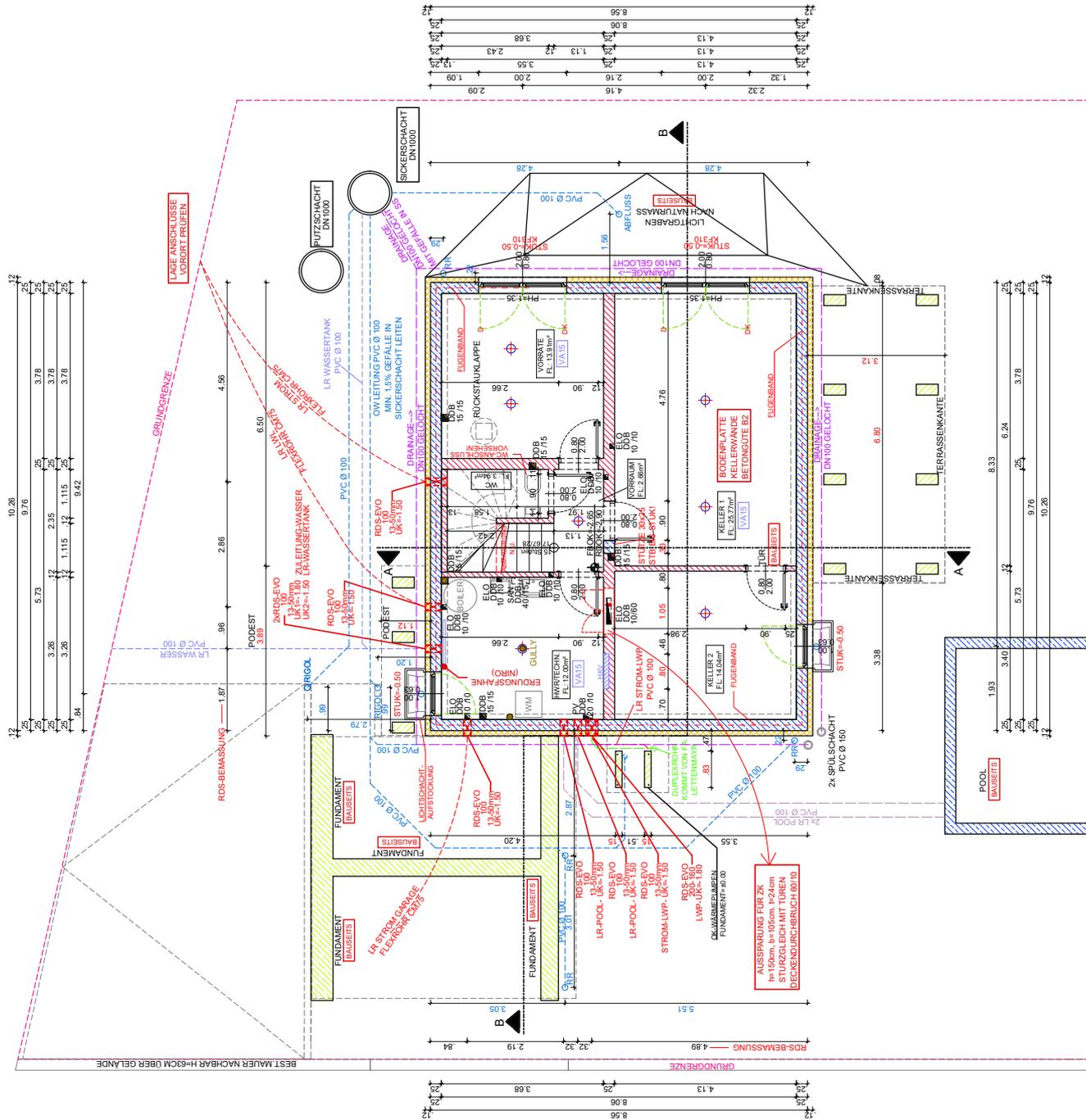
GEZEICHNET:

PLANVERFASSTER:
Ö-Baummanagement GmbH
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf
Tel: 07614171797-0
Fax: 07614171797-7
www.austrohaus.at

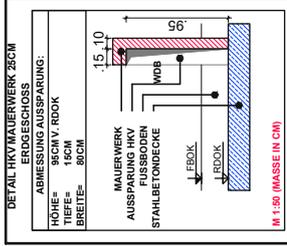
AUSTROHAUS

Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.

AUSFÜHRUNGSPLAN **AP-08** **DIN A3**



Wohnfläche Kellergeschoss gemäß ÖNORM B1800: 71.35m²



LEGENDE LEITUNGEN UND SYMBOLE

--- FERNWÄRME	--- KANAL (PVC)	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- DRAINAGE (PVC110 3x1/2 Bögen)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x1/2 Bögen)	--- FOLLE (GFK)	--- LEERRÖHR	--- ZULUFT (In Alufolien verlagert)	--- ABLUFT (In Alufolien verlagert)	--- BETONKANTENFUGENBAND (Für Entblütlung)
--- STROM (Flexibel CM75)	--- GAS	--- WASSER (PVC100 für 15° Bögen)	--- DRAINAGE (PVC110 3x1/2 Bögen)	--- HEIZLEITUNG (PVC110 3x1/2 Bögen)	--- FOLLE (GFK)	--- LEERRÖHR	--- ZULUFT (In Alufolien verlagert)	--- ABLUFT (In Alufolien verlagert)	--- BETONKANTENFUGENBAND (Für Entblütlung)
--- KAISER (Typ 1227-65)	--- KAISER (Typ 1291-22 HALOX-P)	--- ALARMKONTAKT	--- RAUCHWELDER	--- WRL DOSE ZULUFT	--- WRL DOSE ABLUFT	--- STEIGLEITUNG (Für Entblütlung)			

GRUNDRISS / SCHNITT

ZIEGELMAUERWERK	TROCKENBAUWEISE	STAHLBETON	STAHL	HOLZ	DÄMMUNG	ABBRUCH	BESTAND	BAUVORHABEN:
-----------------	-----------------	------------	-------	------	---------	---------	---------	--------------

PLANINHALT: ERDGESCHOSS

MASSSTAB: **M 1:100**

DATUM: **05.05.2020**

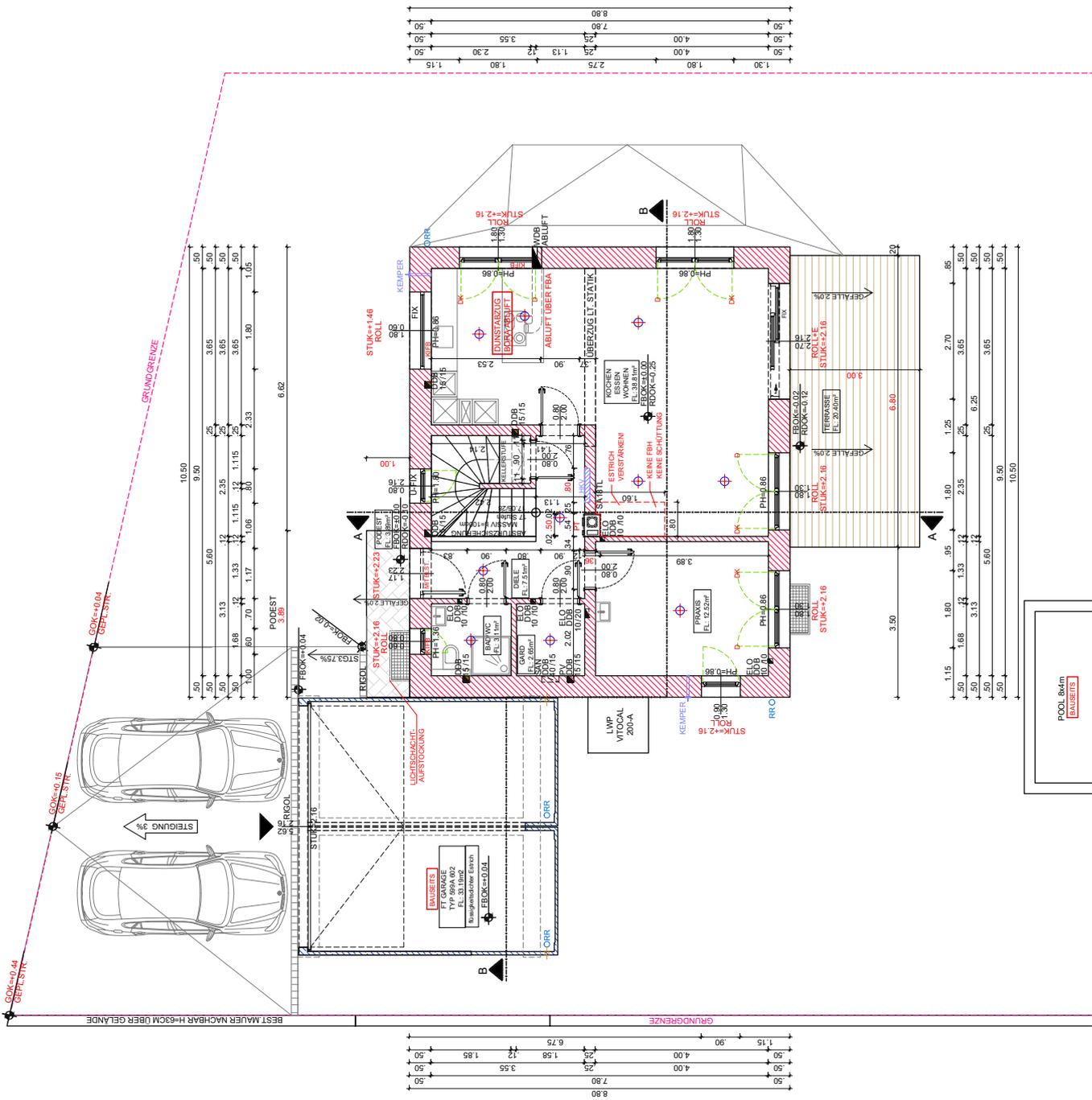
GEZEICHNET:

PLANVERFASSTER: Ö-Baummanagement GmbH
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf

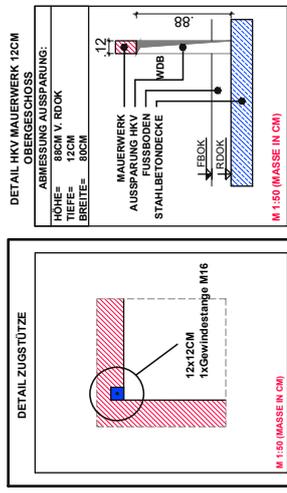
Tel: 07614/1797-0
Fax: 07614/1797-7
www.austrohaus.at

AUSTROHAUS

Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.



Wohnfläche Erdgeschoss gemäß ÖNORM B1800: 67.08m²



LEGENDE LEITUNGEN UND SYMBOLE

FEHRWÄRME	KAISER (TYP 1227-55)
STROM (Flexibel CM75)	KAISER (TYP 1291-22-HALOXP)
GAS	ALARMKONTAKT
KANAL (PVC)	RAUCHWELDER
WASSER (PVC100 für 15° Bogen)	WRL DOSE ZULUFT
BEGENWASSER PVC	WRL DOSE ABLUFT
DEINWASSE (Flexibel gemäß DIN100)	ABLUF (In Alufolien verlagern)
HEIZLEITUNG (PVC110 3K1P Bogen)	BETONKANTEFUGENBAND
POOL (GPP/C)	
LEERRÖHR	
ZULUFT (In Alufolien verlagern)	
STEIGLEITUNG (Für Entlüftung)	

GRUNDRISS / SCHNITT

ZIEGELMAUERWERK	
TROCKENBAUWEISE	
BETON	
STAHLBETON	
STAHL	
HOLZ	
DÄMMUNG	
ABBRUCH	
BESTAND	
BAUVORHABEN:	

PLANINHALT: OBERGESCHOSS

MASSSTAB: M 1:100

DATUM: 05.05.2020

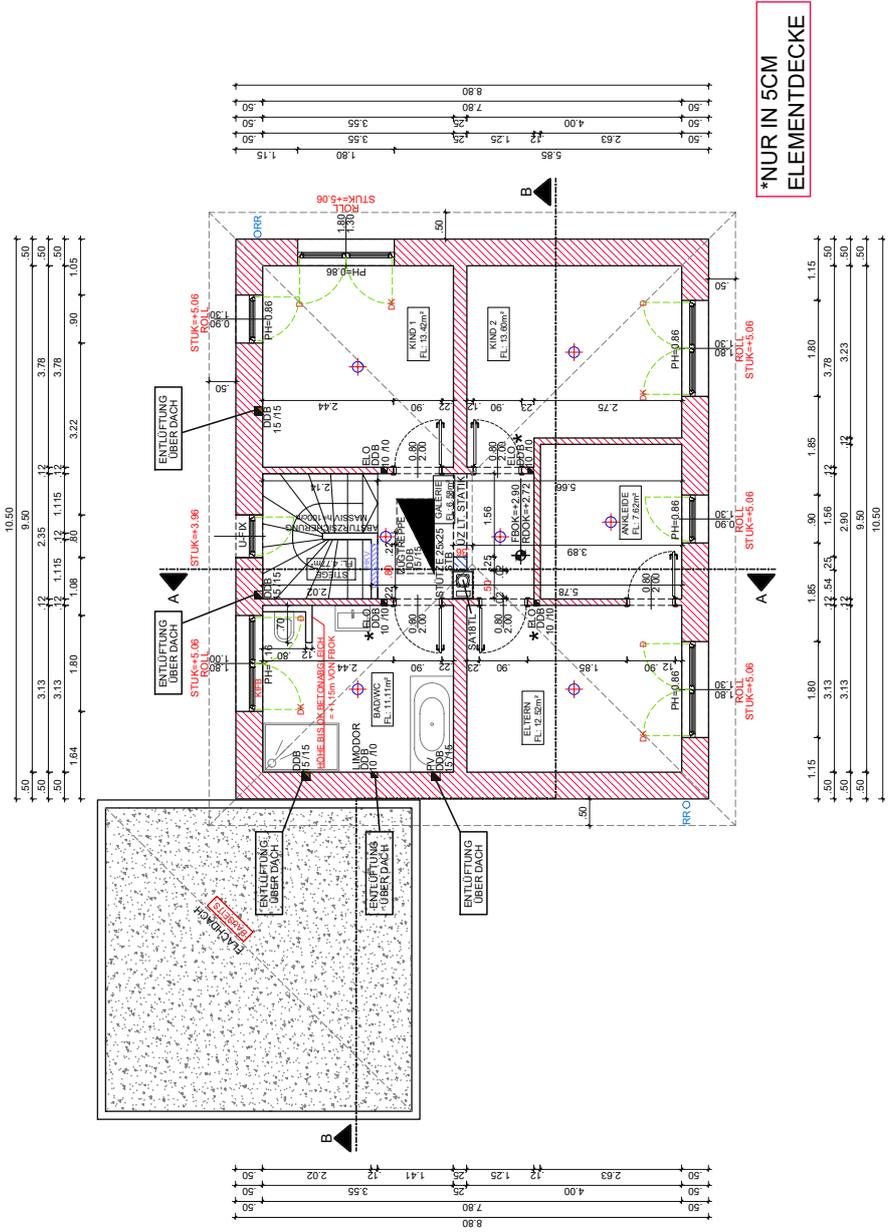
GEZEICHNET:

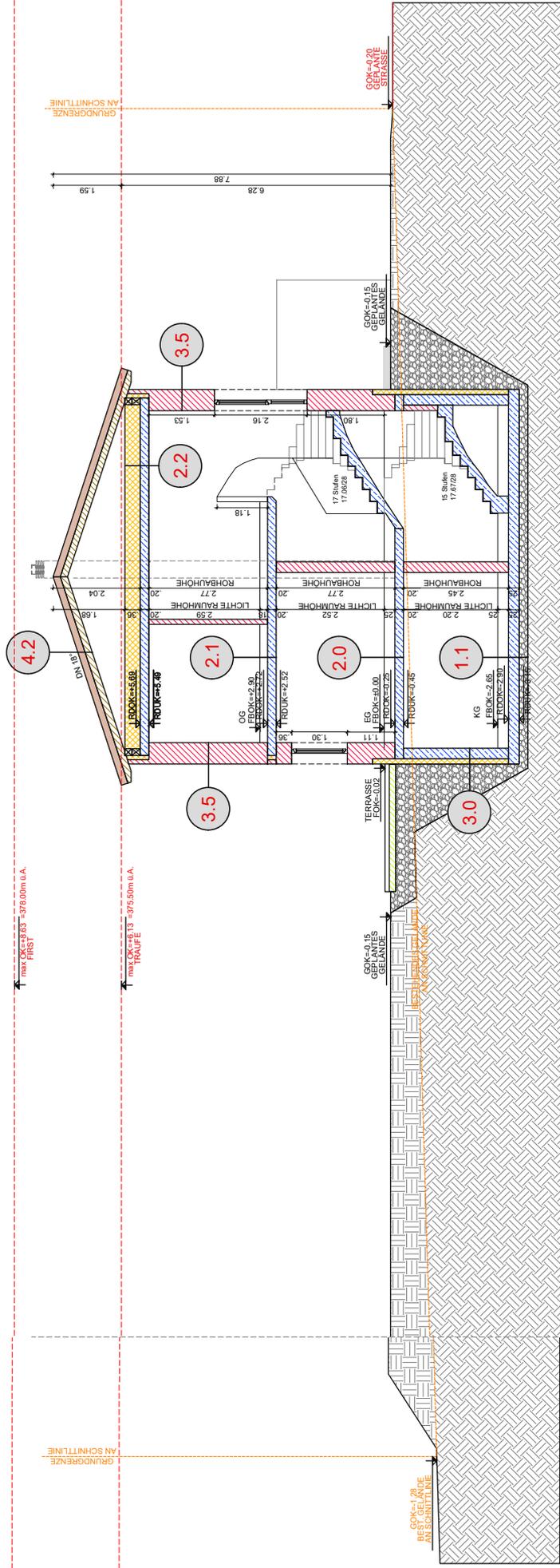
PLANVERFASSTER: Ö-Baumagement GmbH
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf

Tel: 0761471797-0
Fax: 0761471797-7
www.austrohaus.at

Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.

AUSFÜHRUNGSPLAN AP-08 **DIN A3**





BODENPLATTE unbewohntes Kellergeschoss	1.1 zu unbewohntem Keller	2.0 warme Zwischendecke	2.1 zu unbewohntem Dachraum	2.2
Bodenbelag Erdbecken Polyethylen-Folie Polystyrol-Hartschaum EPS W20 Thermo Ausgleichschüttung (Kunststoffgeunden) Feuchtheitsisolierung Bodenplatte Stahlbeton lt. Stalk Rollenring Gesamt 500 mm	Bodenbelag Erdbecken Polyethylen-Folie Polystyrol-Hartschaum EPS W20 Thermo Ausgleichschüttung (Kunststoffgeunden) Elementdecke Beton lt. Stalk Maleranstrich Gesamt 450 mm	Bodenbelag Erdbecken Polyethylen-Folie Polystyrol-Hartschaum EPS W20 Thermo Ausgleichschüttung (Kunststoffgeunden) Elementdecke Beton lt. Stalk Maleranstrich Gesamt 380 mm	Polystyrol-Hartschaum EPS W20 o. Zellulose Elementdecke Beton lt. Stalk Maleranstrich Gesamt 560 mm	300 mm 200 mm
AUSSENWAND KELLER unbewohntes Kellergeschoss Erdanliegend	3.0 AUSSENWAND HLZ 50	3.5 WÄLMDACH Spitzboden	4.2	
Noppenmatte Polystyrol-Hartschaum Blatt Feuchtheitsisolierung Kellerwand Beton Maleranstrich Gesamt 370 mm	Edeleputz Kornputz Spachtelputz (Netz) Grobputz Hochschlagel-Plan 50 Innenputz Gesamt 540 mm	Dachdeckung (Ziegel) Kornputz Kerndämmung Unterspannbahn (diffusionsd.) Rauhschalung Sparran lt. Stalk Gesamt 264 mm	30 mm 30 mm 50 mm 24 mm 160 mm Gesamt 264 mm	

BAUVORHABEN:

...

PLANINHALT:

SCHNITT A-A

MASSSTAB:

M 1:100

DATUM:

05.05.2020

GEZEICHNET:

PLANVERFASSTER:

Ö - Baumangement GmbH

Lambacher Straße 40

A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614771797-0

Fax: 07614771797-7

www.austrohaus.at

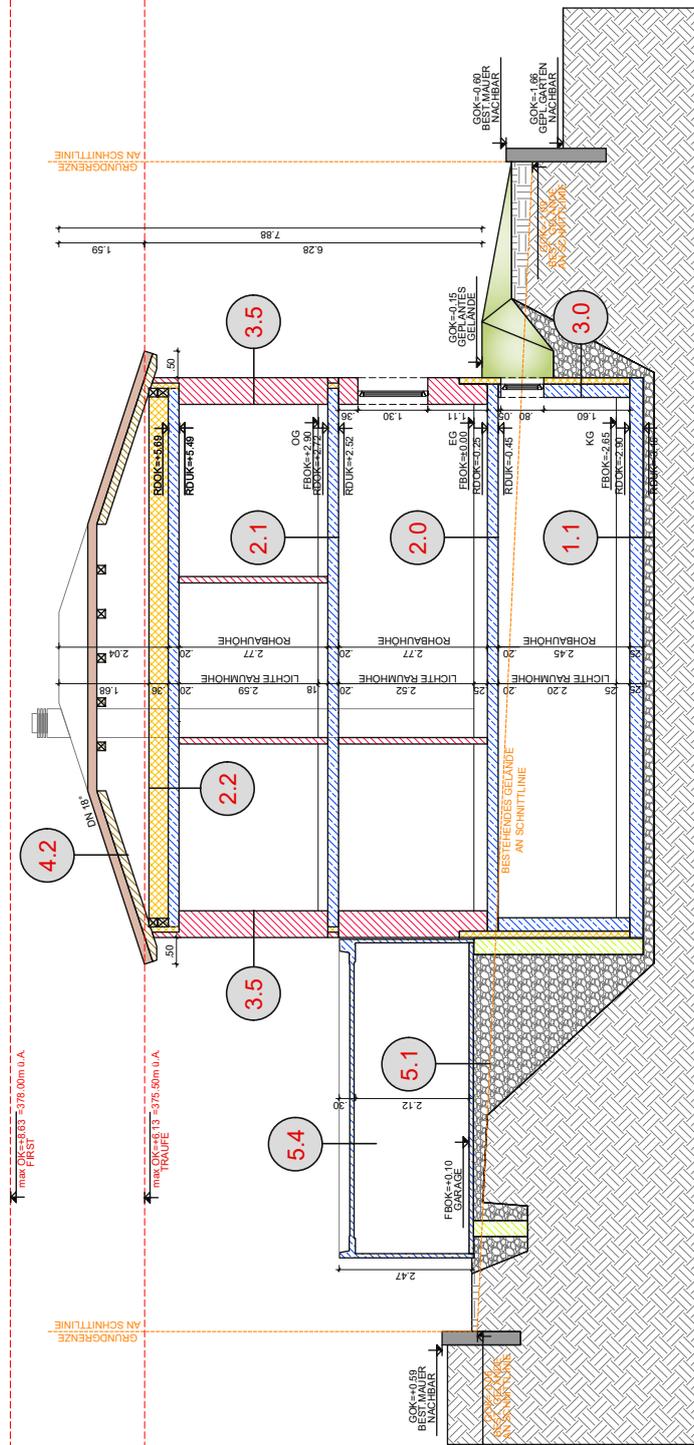
AUSTROHAUS

Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. - Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.

AUSFÜHRUNGSPLAN

AP-08

DIN A3



BODENPLATTE	1.1	DECKE	2.0	DECKE	2.1	DECKE	2.2
unbewohntes Kellergeschoss	zu unbewohntem Keller	warme Zwischendecke	zu unbewohntem Dachraum				
Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 500 mm.	Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 500 mm.	Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 450 mm.	Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 380 mm.	Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 500 mm.	Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 500 mm.	Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 500 mm.	Bodenbelag 15 mm Estrich 70 mm Polyäthylen-Folie 30 mm Polystyrol-Hartschaum EPS W20 135 mm Fruchtigkeitsdämmung 135 mm Bodenplatte Stahlbeton II. Stalk 250 mm Folie Rollerung Gesamt 500 mm.
AUSSENWAND KELLER	3.0	AUSSENWAND	3.5	WALMDACH	4.2	Bodenplatte	5.1
unbewohntes Kellergeschoss Erdmüllend	zu unbewohntem Keller	HLZ 50	Spitzboden	Fertigräume Typ 238k	Bodenplatte STB II. Hersteller (m=1% Galble getrept)	Fertigräume	Blumen-Latex Beschichtung Bitumen Dachfließ
Nappematte 120 mm Polystyrol (Perimeterdämmung) Blumenspackung Feuchtigkeitsdämmung Kellervand Beton Maleranstrich Gesamt 370 mm.	Edelputz 50 mm Vorankstrich Spachtelung (Netz) Großputz Hochdruckbeton-Plan 50 Innenputz Gesamt 540 mm.	Dachdeckung (Ziegel) 30 mm Dachstuhl Kontrollleitung 50 mm Unterspannbahn (diffusionsdicht) 24 mm Rahmschalung 160 mm Sperrholz 10 mm Gesamt 264 mm.	Dachdeckung (Ziegel) 30 mm Dachstuhl Kontrollleitung 50 mm Unterspannbahn (diffusionsdicht) 24 mm Rahmschalung 160 mm Sperrholz 10 mm Gesamt 264 mm.	Blumen-Latex Beschichtung Bitumen Dachfließ 60 mm Gesamt 60 mm.	Blumen-Latex Beschichtung Bitumen Dachfließ 60 mm Gesamt 60 mm.	Blumen-Latex Beschichtung Bitumen Dachfließ 60 mm Gesamt 60 mm.	Blumen-Latex Beschichtung Bitumen Dachfließ 60 mm Gesamt 60 mm.

BAUVORHABEN: ...

PLANINHALT: **SCHNITT B-B**

MASSSTAB: **M 1:100** DATUM: **05.05.2020**

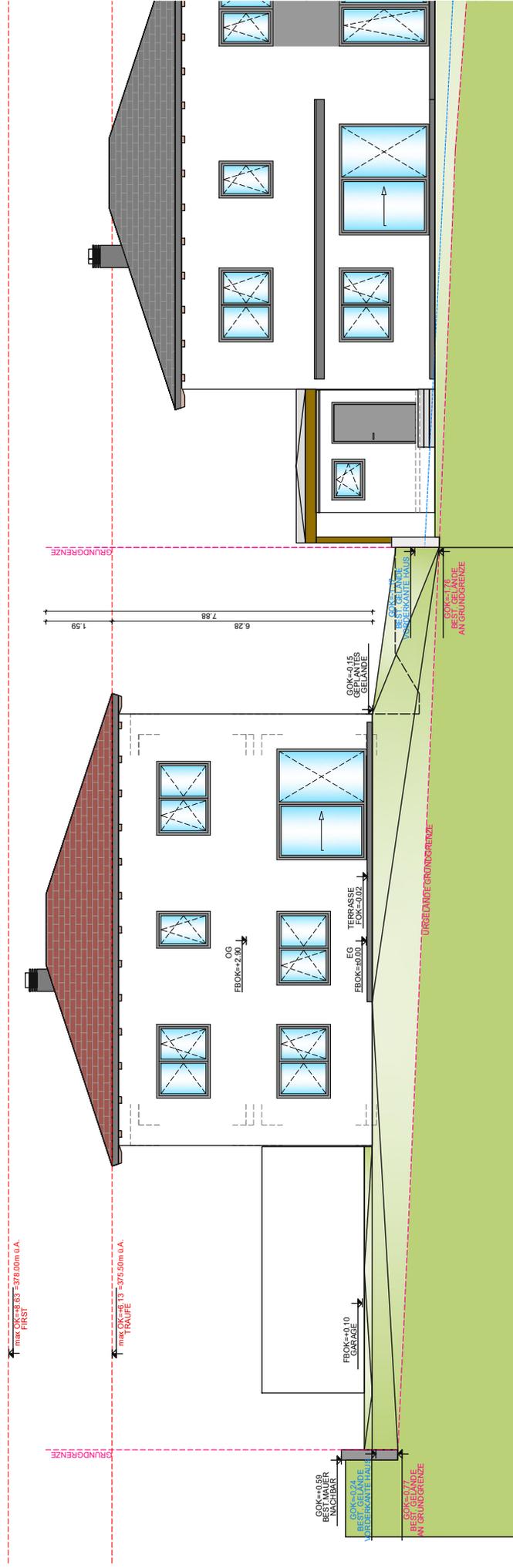
GEZEICHNET:

PLANVERFASSTER: **Ö - Baumanagement GmbH**
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf
Tel: 0761471797-0
Fax: 0761471797-7
www.austrohaus.at

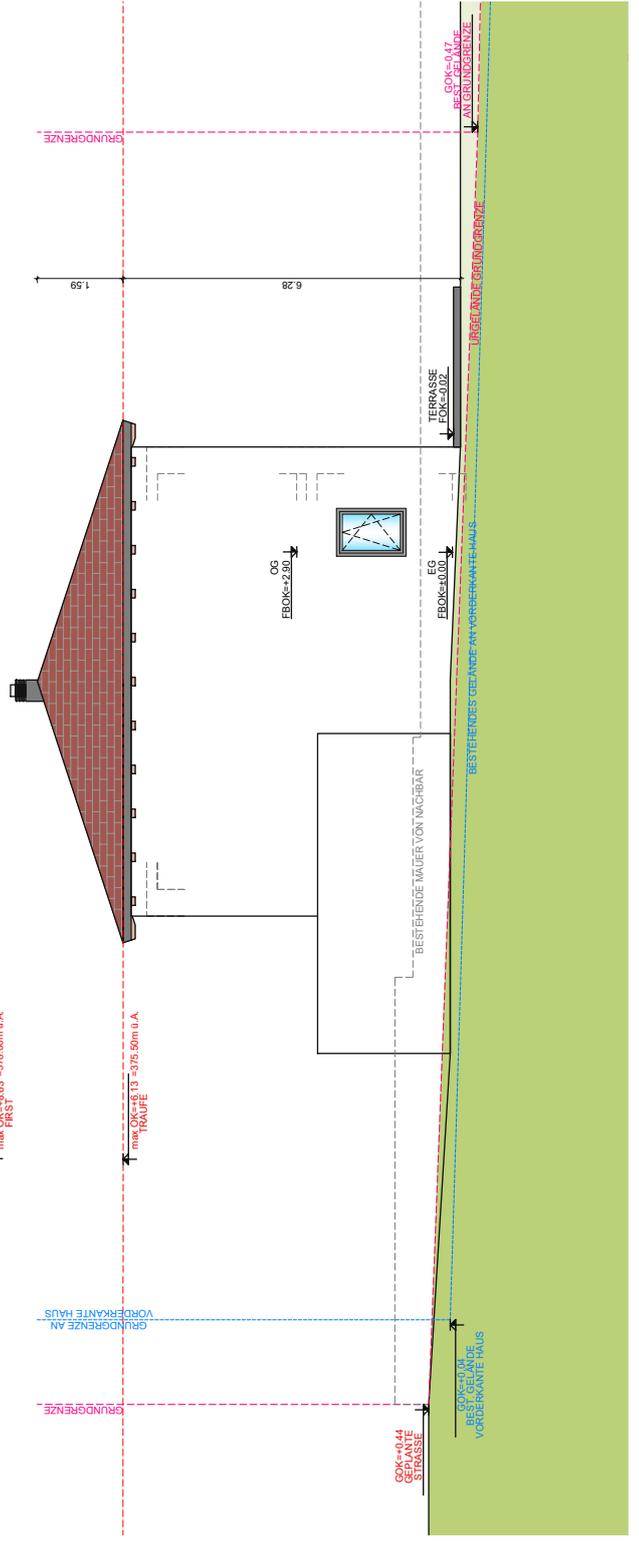
AUSTROHAUS

Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. - Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.

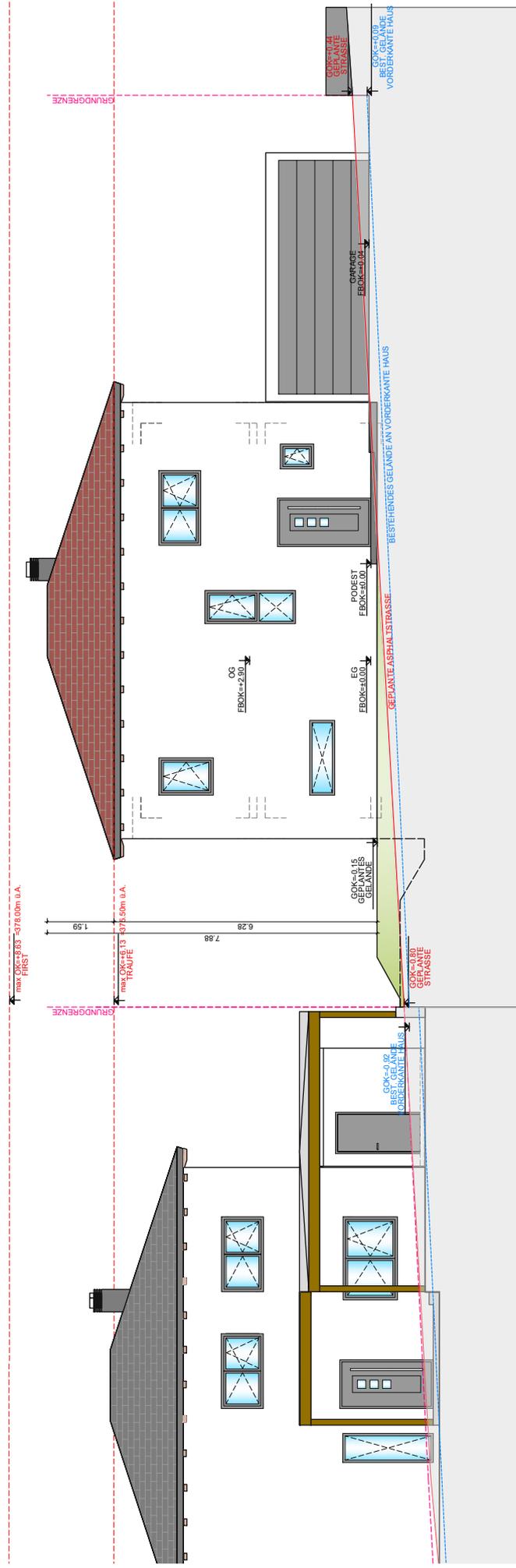
AUSFÜHRUNGSPLAN **AP-08** **DIN A3**



ANSICHT NORDWEST

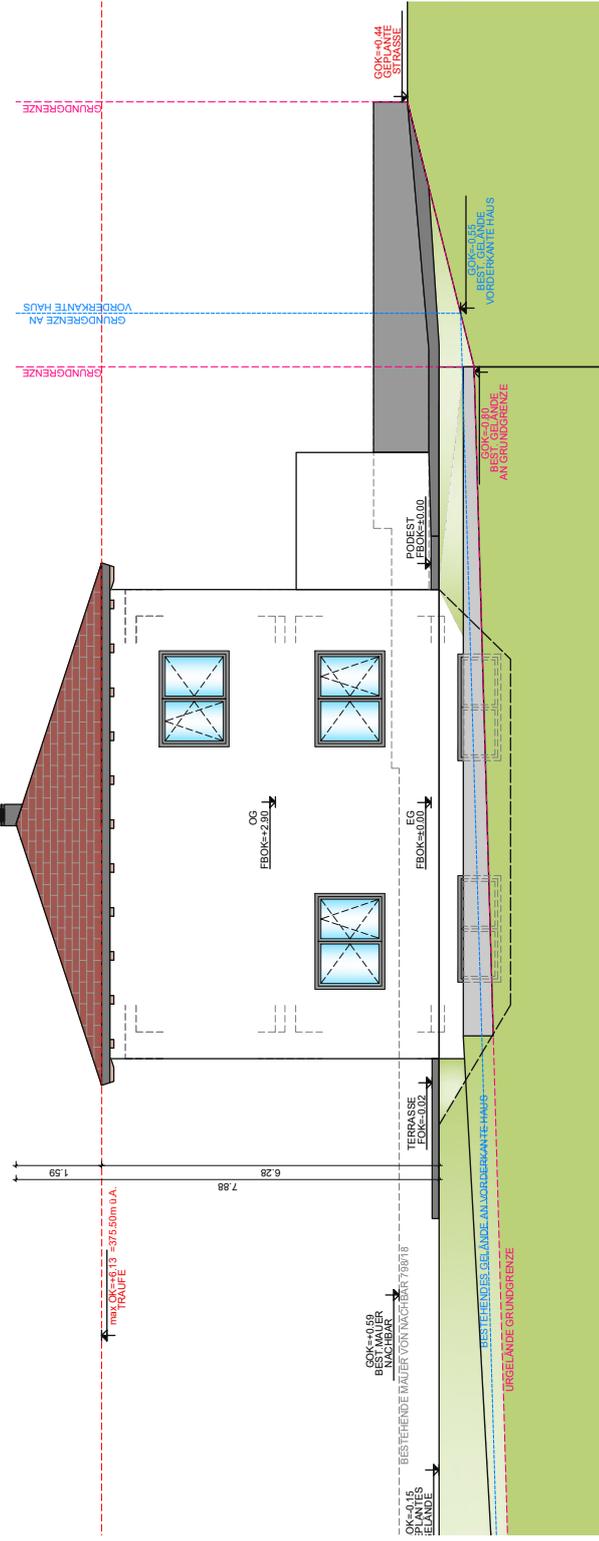


BAUVORHABEN: ...	
PLANNHALT: ANSICHT SW / NW	
MASSSTAB: M 1:100	DATUM: 05.05.2020
GEZEICHNET:	
PLANVERFASSTER: Ö-Baummanagement GmbH Lambacher Straße 40 A-4655 Vorchdorf Tel: 0761471797-0 Fax: 0761471797-7 www.austrohaus.at	
	
Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.	
AUSFÜHRUNGSPLAN	AP-08
	DIN A3

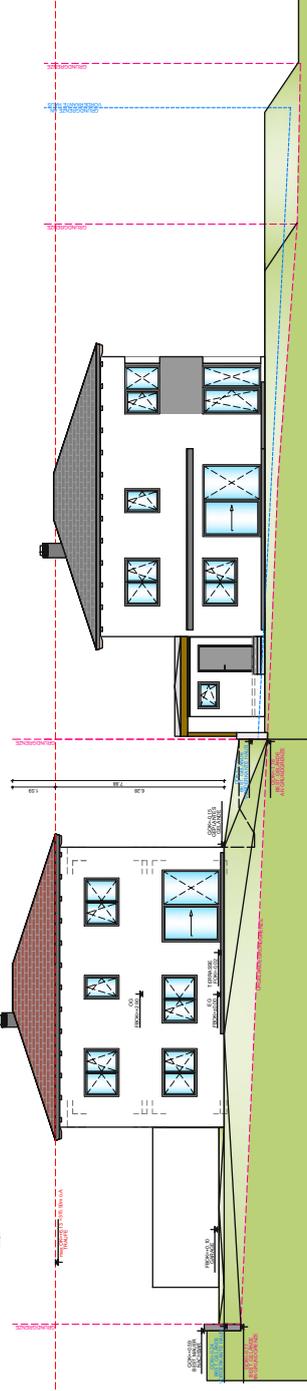


ANSICHT SÜDOST

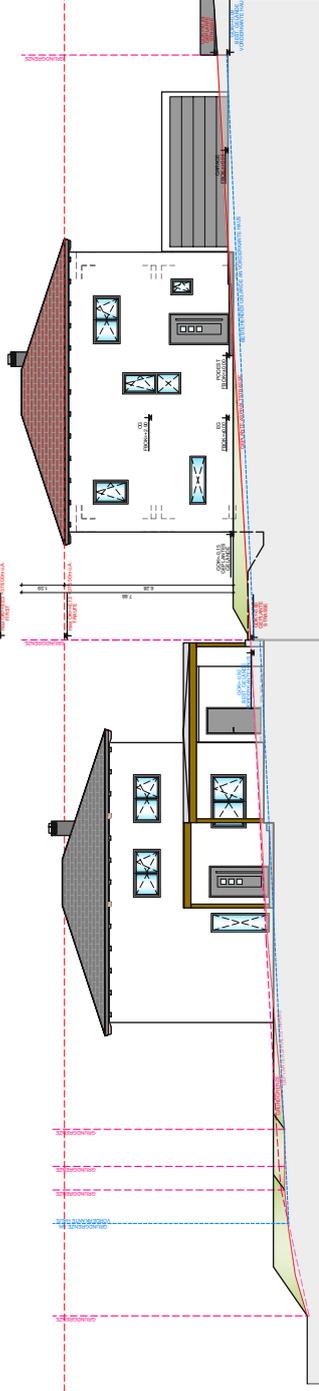
max OK=+9.83 = 378.00m u.A.
 HRS1



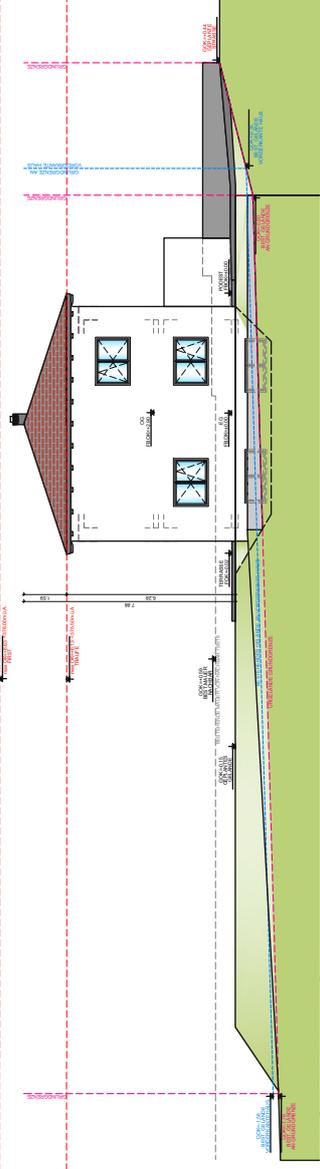
BAUVORHABEN: ...	
PLANNHALT: ANSICHT NO / SO	
MASSTAB: M 1:100	DATUM: 05.05.2020
GEZEICHNET:	
PLANVERFASSTER: Ö-Baumangement GmbH Lambacher Straße 40 A-4655 Vorchdorf Tel: 0761471797-0 Fax: 0761471797-7 www.austrohaus.at	
Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. - Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.	
AUSFÜHRUNGSPLAN	AP-08
	DIN A3



ANSICHT NORDOST



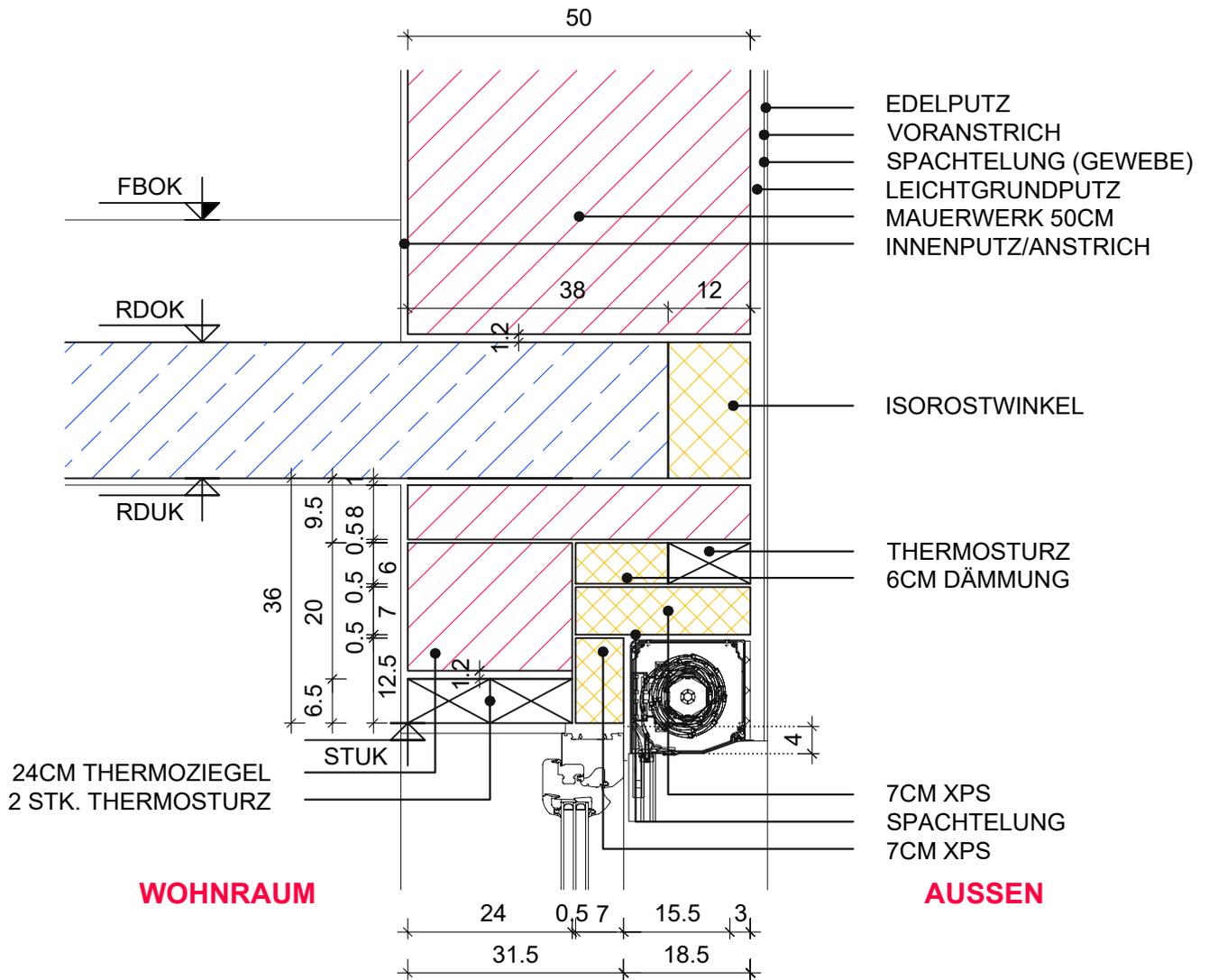
ANSICHT SÜDOST



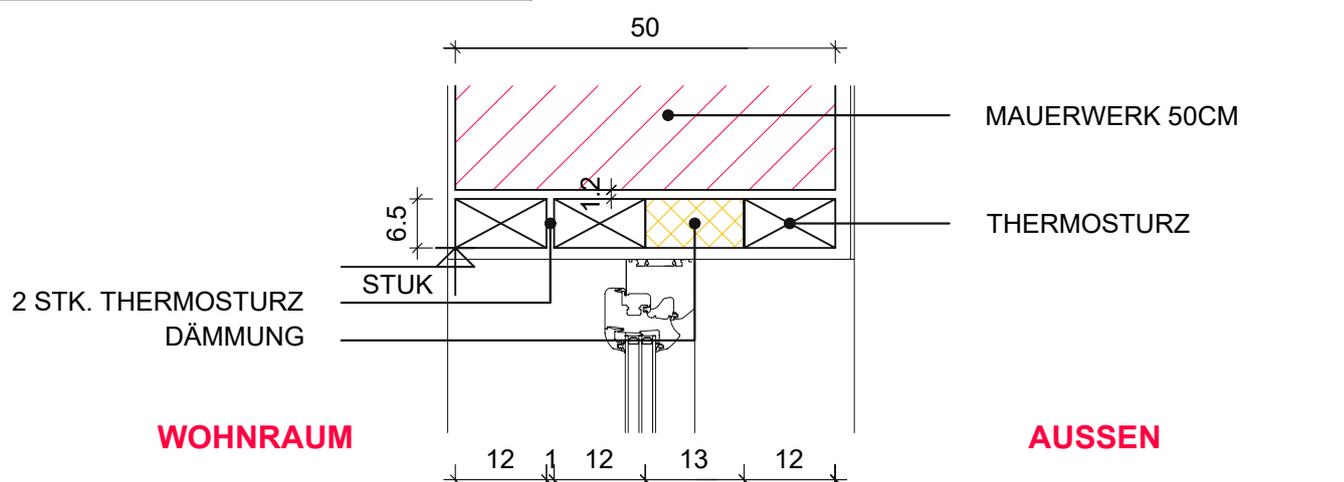
ANSICHT NORDWEST

BAUVORHABEN: ...	
PLANNHALT: ANSICHTEN	
MASSSTAB: 1:200	DATUM: 05.05.2020
GEZEICHNET:	
PLANVERFASSTER: Ö - Baumangement GmbH Lambacher Straße 40 A-4655 Vorchdorf Tel: 0761471797-0 Fax: 0761471797-7 www.austrohaus.at	
<p>AUSTRO HAUS</p> <p><small>Diese Zeichnung ist unser geistiges Eigentum und unterliegt dem Urheberrecht. Es dürfen keine Änderungen ohne Zustimmung des Planverfassers vorgenommen werden. - Aushandlung an dritte Personen oder Überlassung an Konkurrenzfirmen ist untersagt.</small></p>	
AUSFÜHRUNGSPLAN	AP-08
	DIN A3

STURZDETAIL MIT ROLLADEN



STURZDETAIL OHNE ROLLADEN



PLANINHALT:	
ROLLADEN SE 16 ZIEGELSTURZ (MW 50)	
MASSSTAB:	DATUM:
M 1:10	05/2019
DETAIL ROLLADEN 4.01	DIN A4

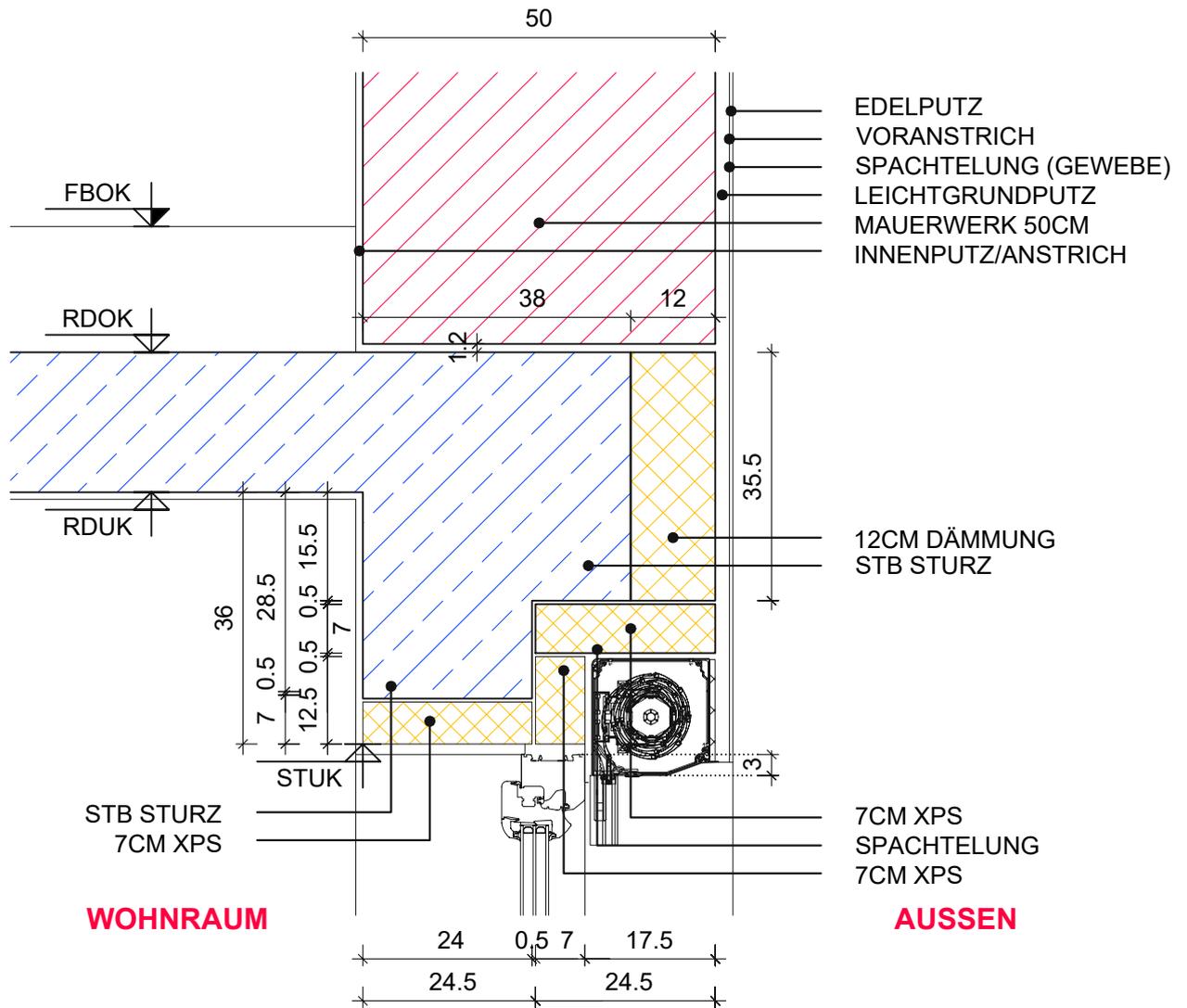
Planverfasser:
Ö-Baumanagement GmbH
 Lambacher Straße 40
 A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614/71797-0
 Fax: 07614/71797-7

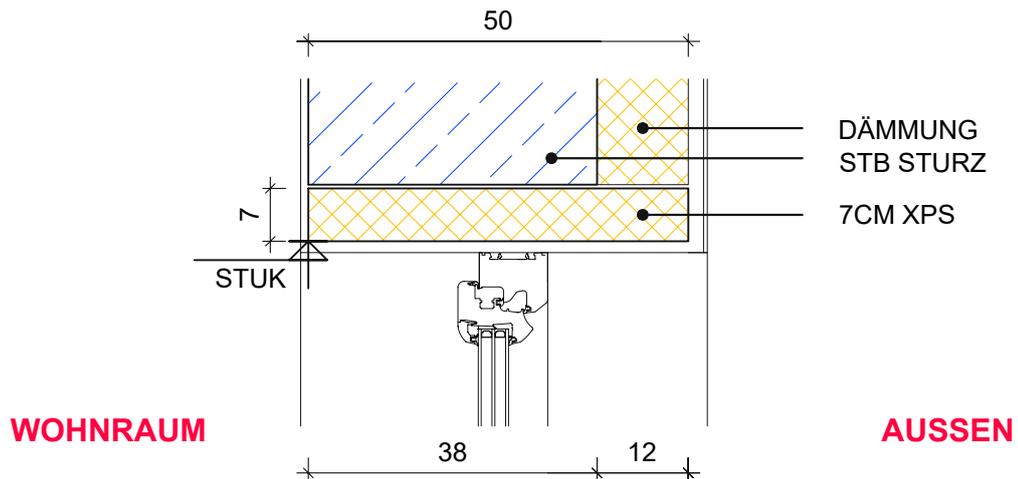
www.austrohaus.at

AUSTROHAUS

STURZDETAIL MIT ROLLLADEN



STURZDETAIL OHNE ROLLLADEN



PLANINHALT:

ROLLADEN SE 16
BETONSTURZ (MW 50)

MASSSTAB:

M 1:10

DATUM:

05/2019

Planverfasser:

Ö-Baumanagement GmbH
 Lambacher Straße 40
 A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614/71797-0

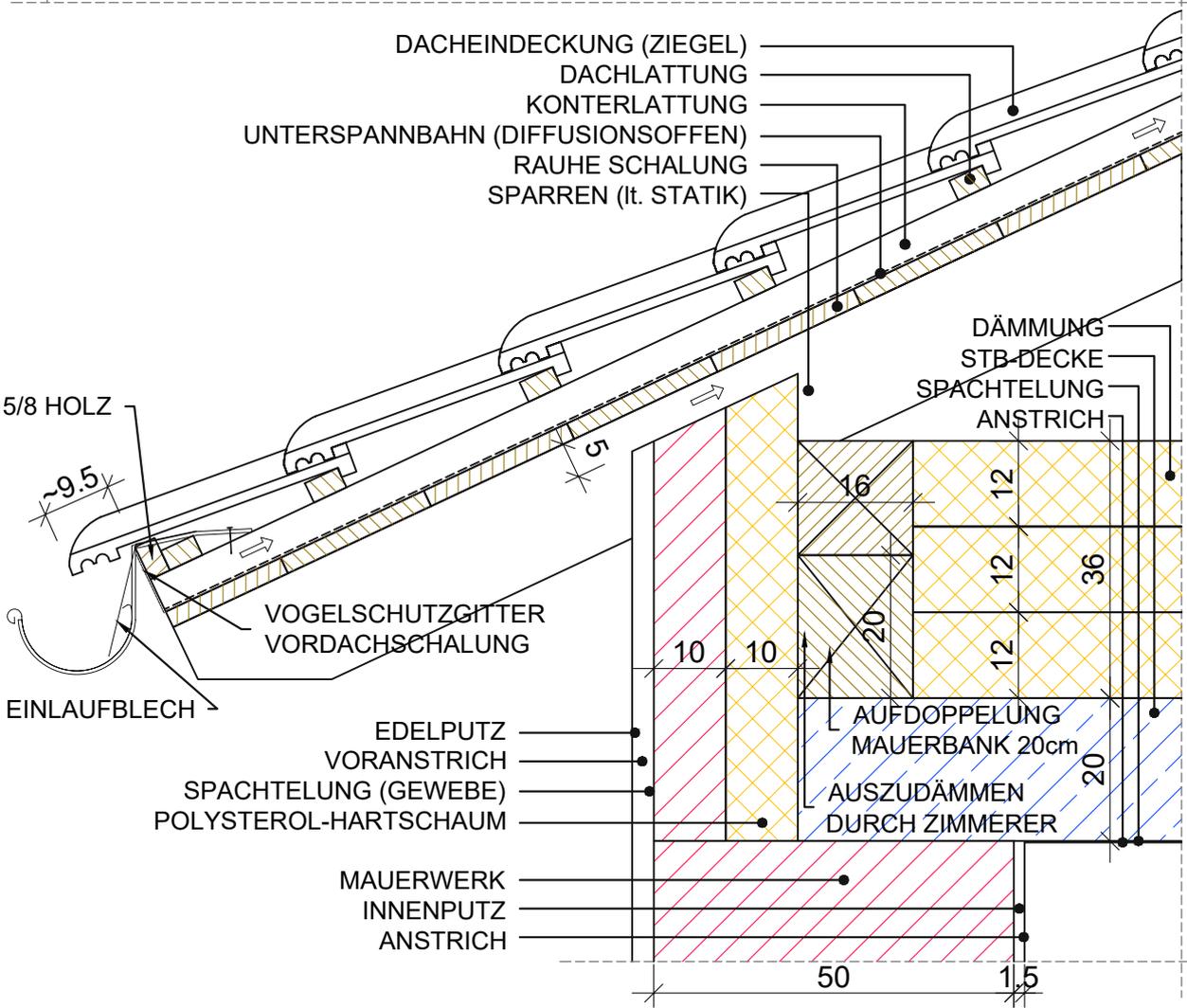
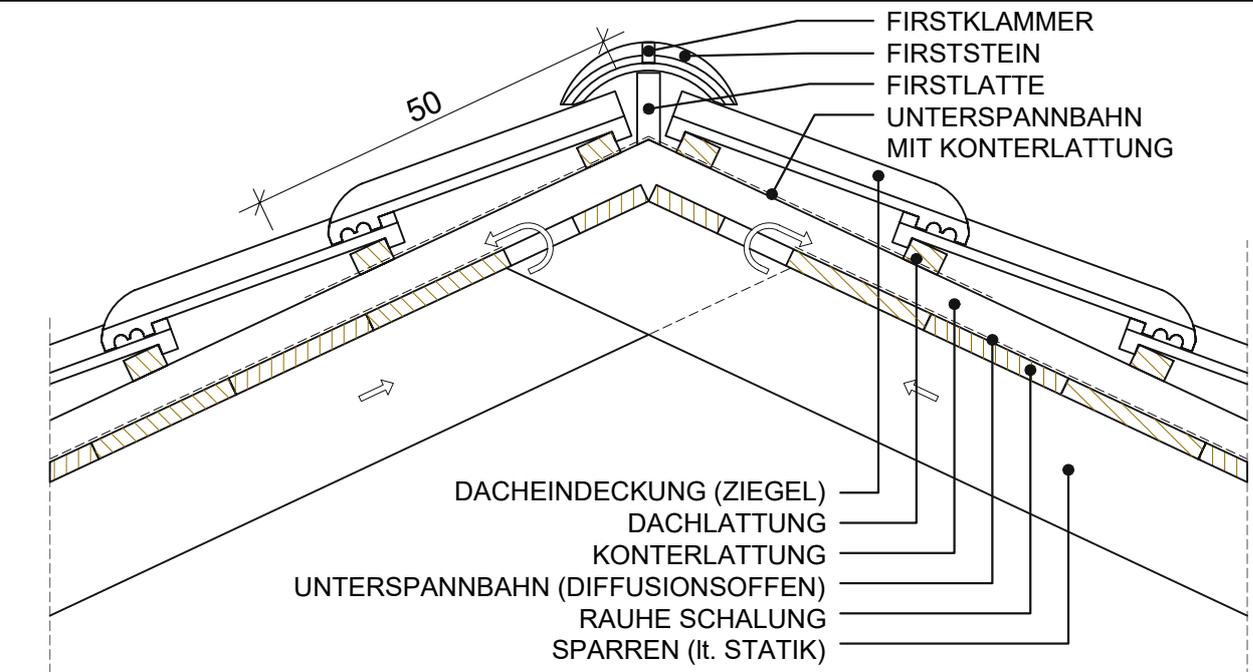
Fax: 07614/71797-7

www.austrohaus.at



DETAIL ROLLADEN 4.02

DIN A4



PLANINHALT:

DACH NICHT AUSGEBAUT
DÄMMUNG 36CM POLYSTEROL
SPARREN NICHT SICHTBAR (MW 50)

MASSSTAB:

M 1:10

DATUM:

05/2018

DETAIL DACH TRAUFE 3.01

DIN A4

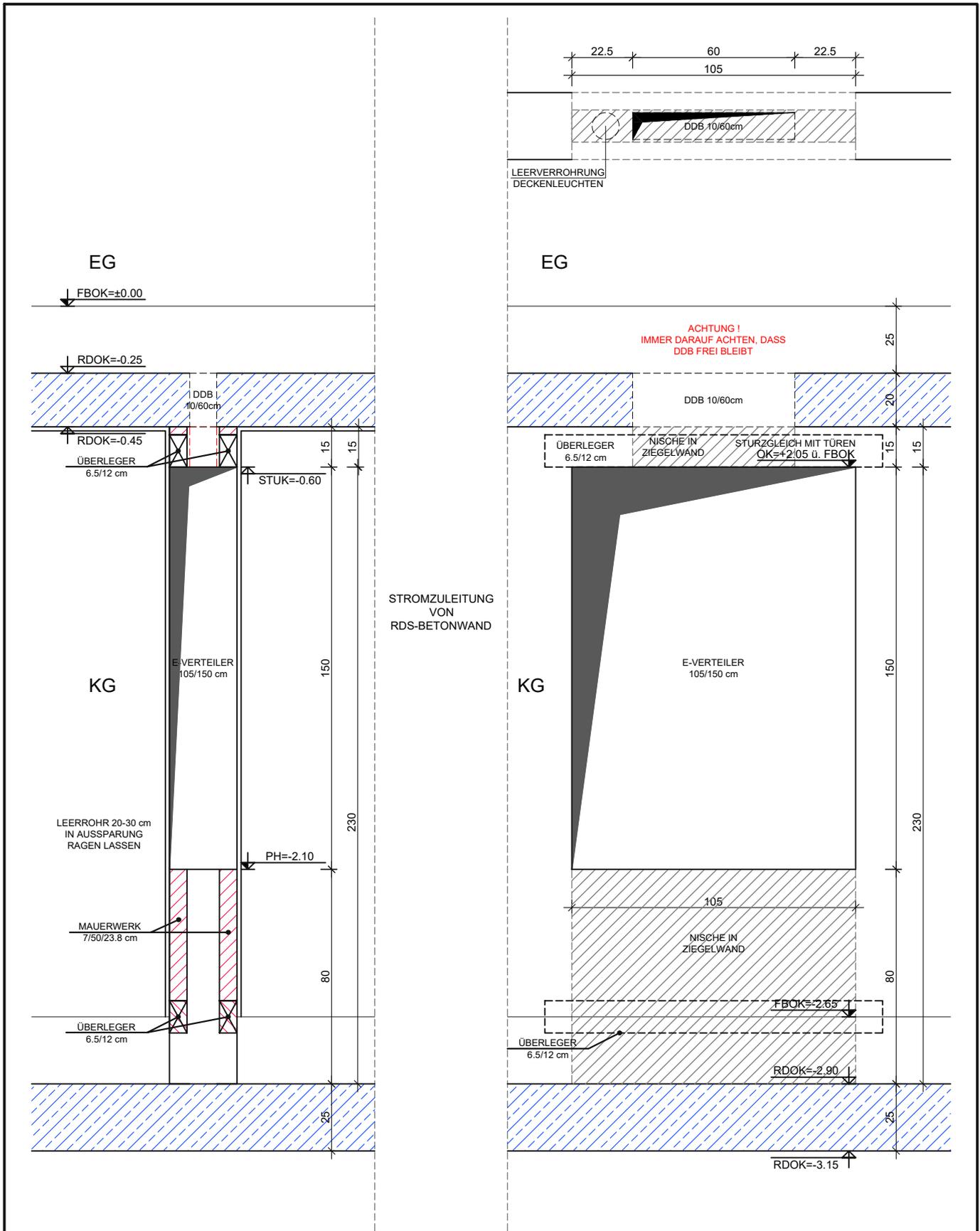
Planverfasser:

Ö-Baumanagement GmbH
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614/71797-0
Fax: 07614/71797-7

www.austrohaus.at





PLANINHALT:

**E-VERTEILER
IM KELLERGESCHOSS
ZÄHLERKASTEN BREITE 105 CM / HÖHE 150 CM
(MW 25)**

MASSSTAB:

M 1:20

DATUM:

01/2019

DETAIL E-VERTEILER 2.04

DIN A4

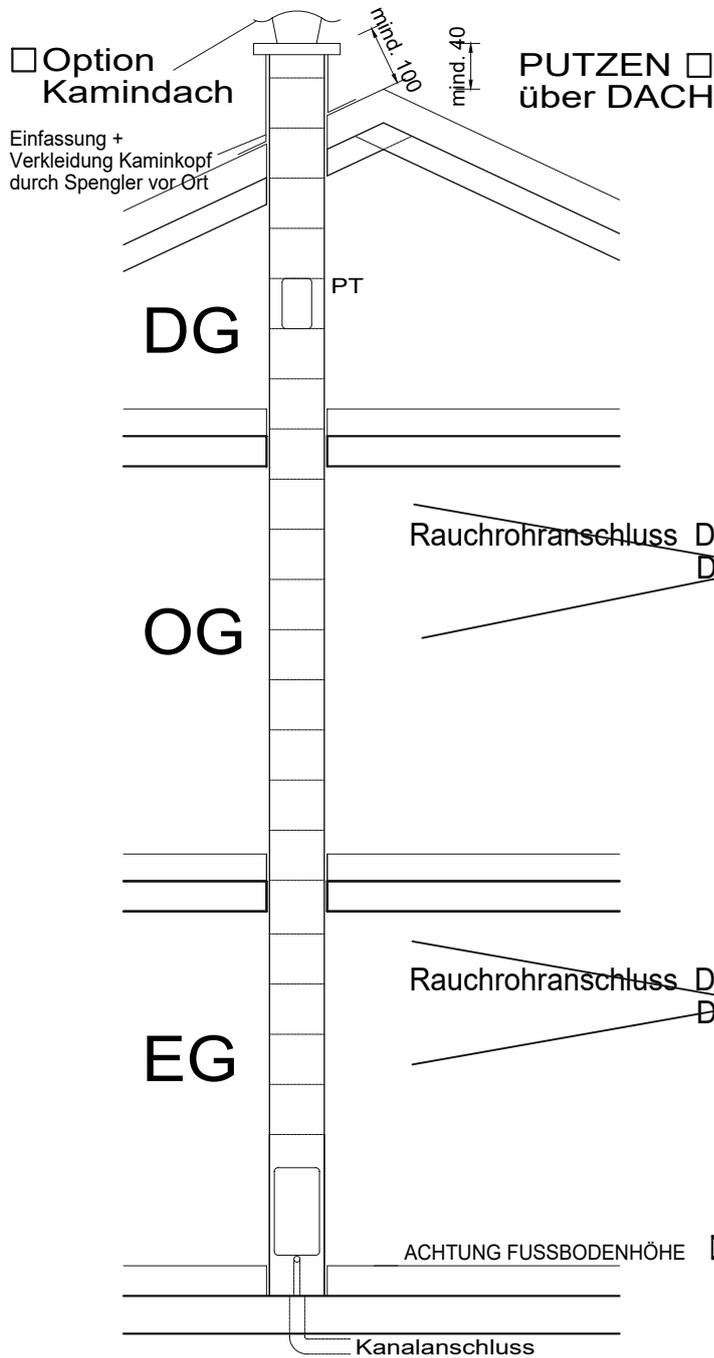
Planverfasser:

Ö-Baumanagement GmbH
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614/71797-0
Fax: 07614/71797-7

www.austrohaus.at

AUSTROHAUS



- EINZÜGIG DN 14
- +TL DN 18
- DN

- ZWEIZÜGIG DN 14
- DN 18

- Abdeckplatte Niro
Gesamthöhe 8.66m

- Kaminhalter (Zwischensparren)

- Bewehrungsset

~~Rauchrohranschluss DN 14 ~~
~~DN 18 ~~
 KEIN RRA

~~Rauchrohranschluss DN~~
~~DN~~
 KEIN RRA

ACHTUNG FUSSBODENHÖHE ab 20cm Fussbodenaufbau
 Sockel unter Kamin mauern
 20cm HOCH

PLANINHALT:	
KAMIN EG - OG - DG WALMDACH	
MASSSTAB:	DATUM:
M 1:50	01/2017
DETAIL KAMIN 4.01	
DIN A4	

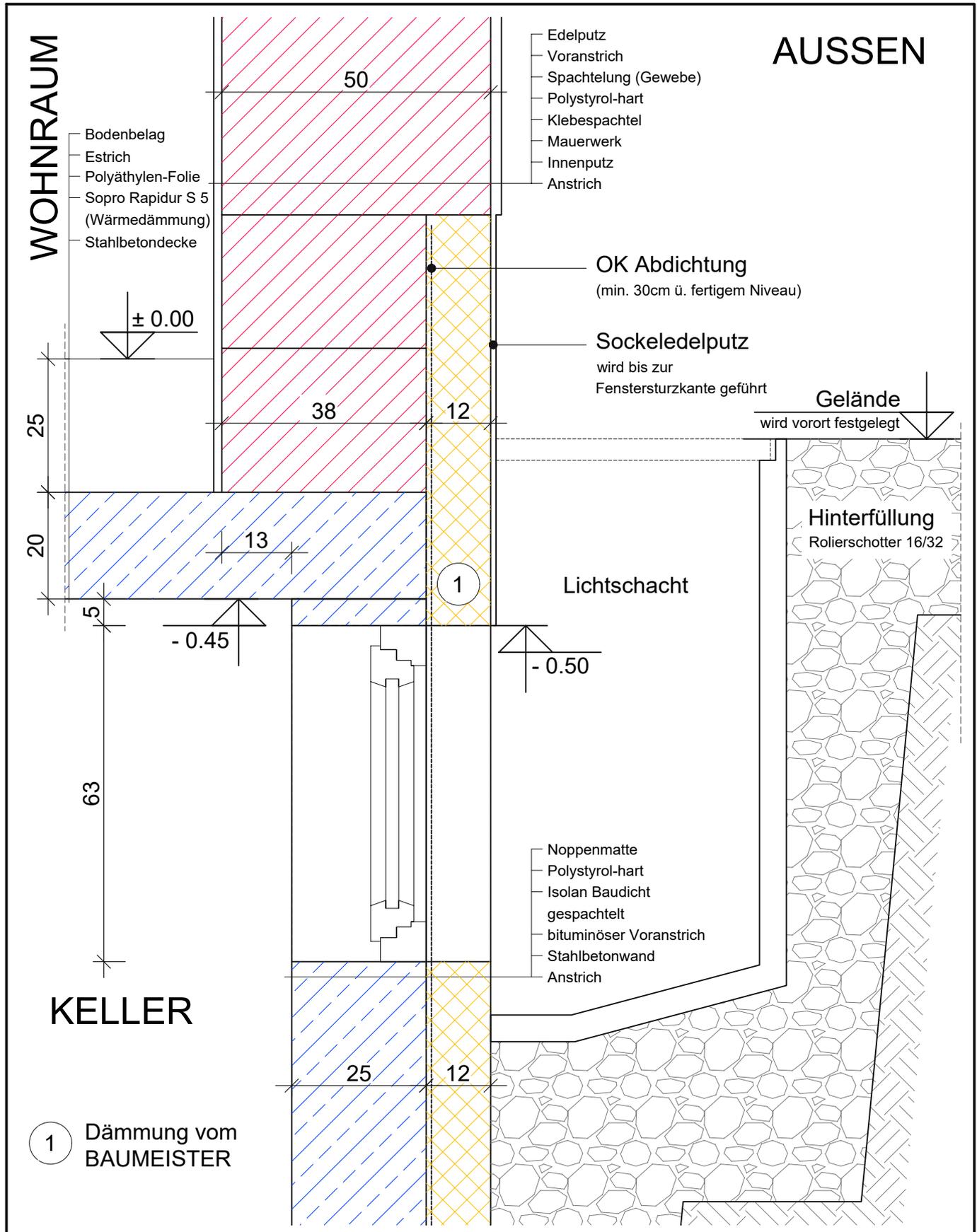
Planverfasser:

Ö-Baumanagement GmbH
 Lambacher Straße 40
 A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614/71797-0
 Fax: 07614/71797-7

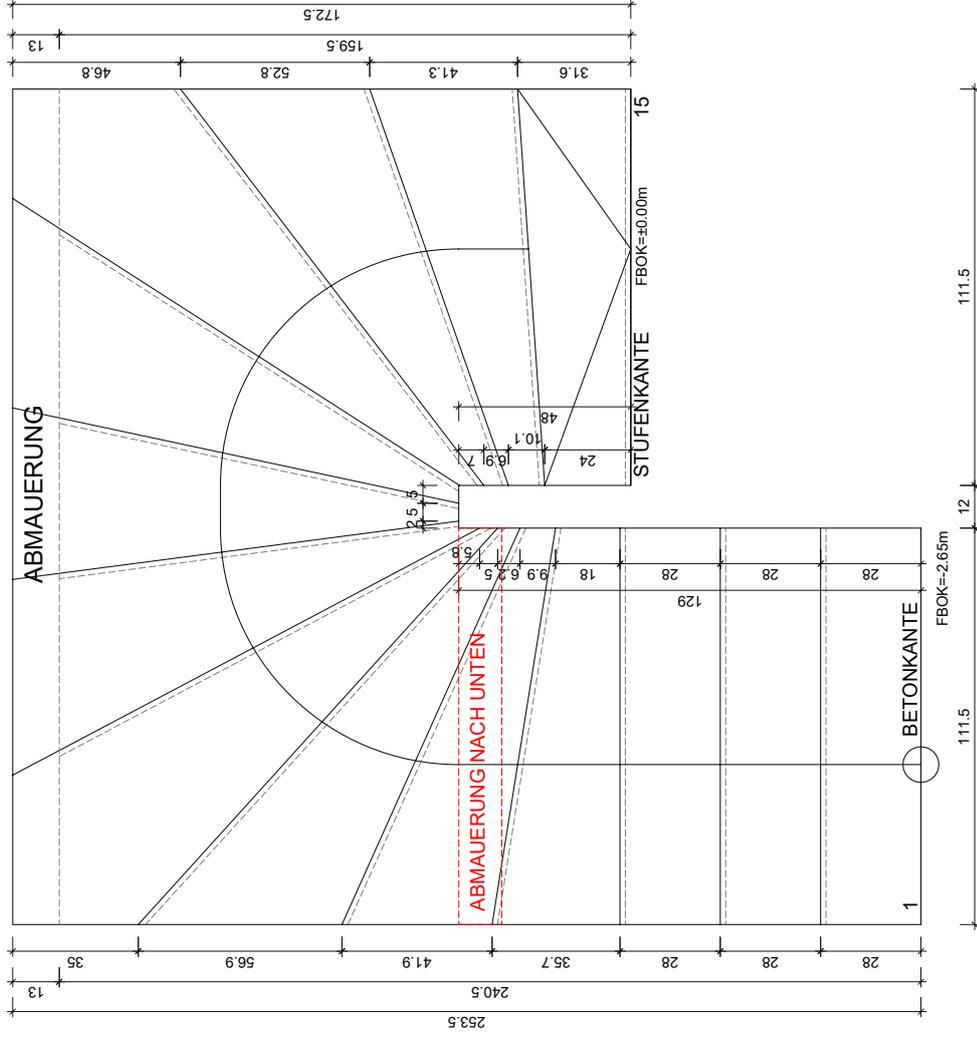
www.austrohaus.at





PLANINHALT:	
SOCKELANSCHLUSS EG - KG	
(MW 50 + DURCHGEHEND 12 VWS)	
MASSSTAB:	DATUM:
M 1:10	01/2017
DETAIL SOCKEL 4.02	DIN A4

Planverfasser:
Ö-Baumanagement GmbH
Lambacher Straße 40
A-4655 Vorchdorf
Tel: 07614/71797-0
Fax: 07614/71797-7
www.austrohaus.at
AUSTROHAUS



**BEMASSUNG BEZIEHT SICH
AUF DIE BETONKANTE**

**BEI ÄNDERUNG DER
DECKENSTÄRKE IST DIE
STUFENHÖHE AUF DER
BAUSTELLE ANZUPASSEN**

PLANINHALT:

STIEGE 1/2 GEWENDELT

BELAG 1.5cm/1.5cm

STIEGUNGSVERHÄLTNIS: 17.67/28.00

MASSSTAB:

Maßstablos

DATUM:

01/2019

PLANVERFASSER:

Ö - Baumangement GmbH

Lambacher Straße 40

A-4655 Vorchdorf

Tel: 07614/71797-0

Fax: 07614/71797-7

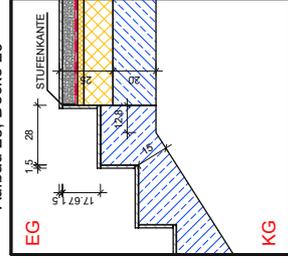
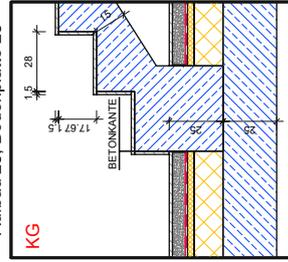
www.austrohaus.at

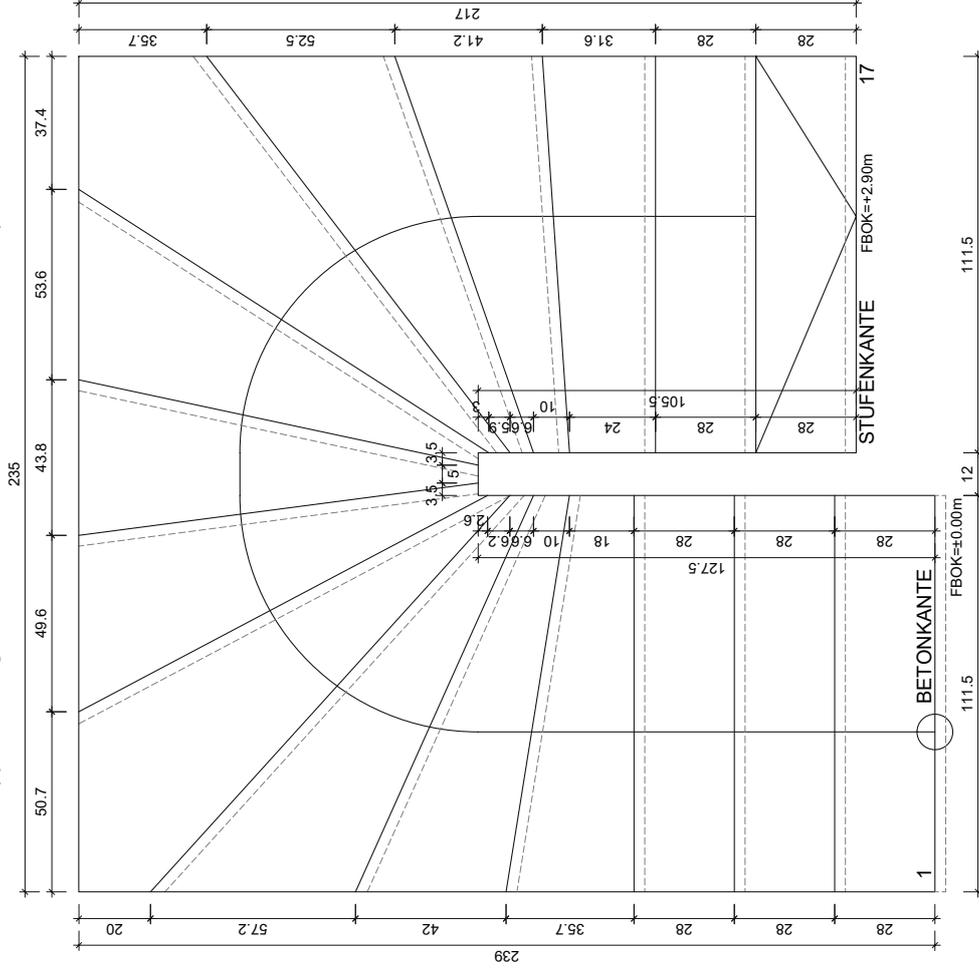
AUSTROHAUS

DETAIL STIEGE 1.05

DIN A3

ANTRITT KG
15 Stufen
Aufbau 25, Bodenplatte 25





**BEMASSUNG BEZIEHT SICH
AUF DIE BETONKANTE**

**BEI ÄNDERUNG DER
DECKENSTÄRKE IST DIE
STUFENHÖHE AUF DER
BAUSTELLE ANZUPASSEN**

PLANNHALT:

STIEGE 1/2 GEWENDELT

BELAG 5cm/3cm

STIEGUNGSVERHÄLTNIS: 17.06/28.00

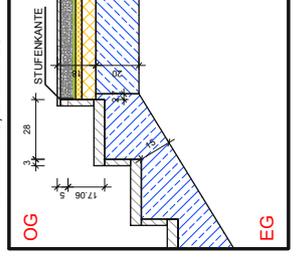
MASSSTAB: Maßstablos

DATUM:

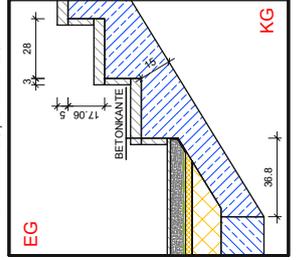
01/2019

PLANVERFASSTER:

AUSTRITT OG kommend von EG
17 Stufen
Aufbau 18, Decke 20



ANTRITT EG IN OG MIT KG
17 Stufen
Aufbau 25, Decke 20



DETAIL STIEGE 3.05

DIN A3