

MASTERARBEIT



BAUABLAUFANALYSE VON GROßVOLUMIGEN HOLZWohnBAUTEN MIT SPEZIELLEM FOKUS AUF AUFWANDS- UND LEISTUNGSWERTERMITTLUNG

Werner Eder, BSc

Vorgelegt am
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Projektentwicklung und Projektmanagement

Betreuer
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Mitbetreuender Assistent
Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber

Graz am 18. Dezember 2014

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 18. Dezember 2014

.....

(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, December 18th, 2014

.....

(signature)

Anmerkung

In der vorliegenden Masterarbeit wird auf eine Aufzählung beider Geschlechter oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort zugunsten einer leichteren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Es soll an dieser Stelle jedoch ausdrücklich festgehalten werden, dass allgemeine Personenbezeichnungen für beide Geschlechter gleichermaßen zu verstehen sind.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck, und Herrn Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber.

Ein großer Dank gebührt auch der Firma Lemsitzer, die es mir ermöglicht hat auf Ihrer Baustelle die notwendigen Untersuchungen auszuführen.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie und meiner Freundin, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützten.

Graz, am 18. Dezember 2014

(Unterschrift des Studenten)

Kurzfassung

Durch die Weiterentwicklungen von Holzprodukten und die Systematisierung neuartiger Verbindungstechniken für den Holzbau in den vergangenen Jahren, speziell im Segment der Massivholzprodukte, erfreut sich der Baustoff Holz neuer Betätigungsfelder und stetig zuwachsender Anteile am Baumarkt.

Diese Masterarbeit beinhaltet einen Überblick zum Bauen mit Holz, die Grundlagen zum Massivholzprodukt Brettsperrholz, sowie die Voraussetzungen für eine Holzbaumontage großvolumiger Bauten und deren Basis in der Kalkulation. Ebenso werden die Grundlagen zur Analyse von Baustellen nach REFA eingehend erläutert und in einem konkreten Bauvorhaben angewendet. Den Hauptbestandteil stellt die Analyse der aufgewendeten Montagezeiten mittels in der Untersuchung von Baustellen gängiger REFA-Methode anhand eines untersuchten Bauprojekts aus Brettsperrholz dar, bei dem die Holzbauarbeiten auf der Baustelle aufgezeichnet, eine Datenanalyse durchgeführt und daraus folgend Aufwands- und Leistungswerte ermittelt wurden.

Als Ergebnis werden Aufwands- und Leistungswerte im Detail betrachtet und für die künftige Kalkulation von Brettsperrholz - Montagearbeiten zusammengefasst dargestellt, da für Investoren und Bauherrn vor allem die Kosten eines Bausystems, wie Brettsperrholz, welche im Zuge eines Bauprojektes entstehen, ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Wahl eines Baustoffs darstellen.

Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei Brettsperrholz um einen neuartigen Baustoff handelt, der seit einigen Jahren einen großen Erfolg feiert, jedoch bis dato kaum bauwirtschaftlich betrachtet wurde, gibt es in der Literatur derzeit noch keine umfangreichen Kalkulationsangaben und Eingangswerte für die Kalkulation von Brettsperrholzmontagearbeiten. Die ermittelten Kalkulationsansätze dieser Arbeit können somit als Basis und künftige Eingangswerte für die Ermittlung von Kosten für die Montage von Brettsperrholzobjekten herangezogen werden.

Abstract

Due to advancements on timber products and the systematisation of new connection technologies within timber constructions, especially in the segment of solid wood products, wood enters new fields of applications as building material, as its market share in the building industry is steadily growing.

This thesis contains an overview of the timber construction methods, the basics for cross laminated timber products, as well as the preconditions for timber assembly of large-volume timber buildings and their basics in the cost calculation. Furthermore, the basics of REFA, a method for the analysis of construction sites, are thoroughly explained and applied to a real building project. The main part is the analysis of the assembly time spent on site by exemplifying the methods of REFA, which are well established in the field of construction site investigations, on a current construction site. Therefore the assembly times were recorded by the author of this thesis on the construction site and a data analysis was executed where performance factors as well as activity values were obtained from.

In addition performance factors and activity values are examined in detail and laid down for future cost calculation of cross laminated timber assembly work, since the costs of a construction system like cross laminated timber is a crucial decision criteria for the choice of a building material to investors and builders,

Although cross laminated timber experienced great success during the last few years as a new type of building material, it was, up to now, hardly examined in economical regards. For that reason in literature there is currently no comprehensive costing information nor are there any input values for the calculation of cross laminated timber assembly work. The input values for cost calculation within this thesis could thus be used as a base for future costing values for the determination of costs for the installation of cross laminated timber objects.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen-Montage im Holzbau	4
2.1	Arbeitsprozesse im Holzbau	6
2.1.1	Planung.....	6
2.1.2	Arbeitsvorbereitung	10
2.1.3	Hersteller und Produktion von Brettsperrholzprodukten.....	16
2.1.4	Logistik und Vorfertigung.....	19
2.1.5	Übergabe des Werkes.....	21
2.2	Holzbauweisen im mehrgeschossigen Wohnbau.....	23
2.2.1	Rahmenbauweise	24
2.2.2	Skelettbauweise.....	28
2.2.3	Holz-Massivbauweise	31
2.3	Brettsperrholzbauweise.....	35
2.3.1	Allgemeine technische Grundlagen.....	35
2.3.2	Herstellung und Produktion von Brettsperrholz.....	38
2.3.3	Logistik in der Produktion.....	49
2.3.4	Qualitätsmanagement in der Produktion.....	50
2.3.5	Oberflächenqualitäten	52
2.3.6	Transportlogistik.....	54
2.3.7	Hebesysteme.....	59
2.3.8	Montage- und Verbindungstechnik.....	62
2.4	Sicherheitstechnik in der Holzbaumontage.....	72
2.4.1	Grundlegendes Brandverhalten von BSP-Elementplatten	72
2.4.2	Sicherheitstechnische Vorschriften in Österreich.....	75
2.4.3	Arbeitssicherheit und Arbeitsschutz an der Baustelle – Umsetzung sicherheitstechnischer Vorschriften in Österreich	78
2.5	Kalkulationsansätze im Brettsperrholzbau	90
2.5.1	Das Leistungsverzeichnis.....	90
2.5.2	Die Baukalkulation	91
2.5.3	Kalkulationsansätze im Holzbau – Focus Brettsperrholz	95
2.5.4	Aufwandswertermittlung im Holzbau	98
2.5.5	Leistungswertermittlung im Holzbau.....	100
2.5.6	Kalkulationsgrundlagen im Holzbau	100
2.6	Personaleinsatz/-bedarf in der Holzbaumontage.....	101
2.6.1	Personalaufwand im Bauwesen	101
2.6.2	Teamzusammensetzung im Holzbau	103
2.6.3	Kriterien für die richtige Personalauswahl im Holzbau	104
2.7	Grundlagen zum Arbeitsstudium nach REFA	105
2.7.1	Das Arbeitssystem	105
2.7.2	Grundlagen der Datenermittlung	107
2.7.3	Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung.....	110
2.7.4	Zeitaufnahmen.....	115
2.7.5	Statistische Auswertung.....	119
3	Datenerfassung auf der Baustelle	122
3.1	Grundlagen der Baustelle.....	122
3.1.1	Projektbeschreibung	122
3.1.2	Planliche Darstellung des untersuchten Objektes.....	124
3.1.3	Baustelleneinrichtung.....	128
3.1.4	Beschreibung – Umsetzung des Holzbaus	129

3.2	Datenerfassung mittels REFA – Analyse.....	142
3.2.1	Baustellenspezifische Gegebenheiten.....	142
3.2.2	Datenerfassungsbögen	144
3.2.3	Datensammlungen.....	149
3.2.4	Problematik der Datenerfassung.....	150
3.2.5	Erforderlicher Beobachtungsumfang	150
3.2.6	Holzbauspezifisches bei der Datenermittlung.....	152
4	Auswertung der Baustellendaten	153
4.1	Ziel der Datenauswertung	153
4.1.1	Auswertung im Bauwesen allgemein.....	153
4.1.2	Holzbauspezifische Auswertung.....	153
4.2	Methode der Datenauswertung	155
4.2.1	Übertragung der Beobachtungsdaten.....	155
4.2.2	Baustellendaten nach den Zeitarten	157
4.2.3	Analyse der Baustellendaten nach Tätigkeiten und Unterbrechungen	158
4.2.4	Bestimmung der Aufwandswerte	159
4.2.5	Bestimmung der Leistungswerte	165
4.3	Ergebnisse der Datenauswertung	166
4.3.1	Auswertung nach Zeitarten	166
4.3.2	Auswertung nach Tätigkeiten und Unterbrechungen	169
4.3.3	Aufwandswerte für die Kalkulation.....	174
4.3.4	Geräteleistung/-kosten für die Kalkulation	193
4.3.5	Fiktiver Kostenvergleich zwischen Personal- und Gerätekosten.....	194
4.4	Darstellung der ermittelten Aufwandswerte	196
4.5	Problematik der Auswertung	201
4.6	Anwendbarkeit in der Holzbaukalkulation	202
5	Potenziale und Ausblick	203
5.1	Potenzial durch holzbauliche Arbeitsverfahren	203
5.2	Potenziale in der Datenerfassung und -auswertung	205
5.3	Potenziale im Personaleinsatz im Holzbau.....	205
5.4	Ausblick – Holzbau.....	206
5.5	Ausblick – Kalkulationsansätze für den Holzbau	207
	Glossar	209
	Literaturverzeichnis	211
	Anhang	218
	Analyse der Arbeitszeit nach Zeitarten.....	218
	Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen	224
	Kalkulationsformblätter.....	236
	Ermittelte Aufwandswerte	241

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Darstellung der Waldflächen in Österreich	5
Abbildung 2.2: Zeitablauf der Planung und Beeinflussung der Kosten	6
Abbildung 2.3: Bauzeit und Baukosten	7
Abbildung 2.4: Prozesse der Arbeitsvorbereitung	11
Abbildung 2.5: Produktionsstandorte von Bauholz	17
Abbildung 2.6: Brettsperrholzproduktion im deutschsprachigen Raum.....	18
Abbildung 2.7: Logistik der Vorfertigung	20
Abbildung 2.8: Grundlegende Einteilung der Holzbauweisen	23
Abbildung 2.9: Einteilung der Holzbauweisen im Wohnbau.....	24
Abbildung 2.10: Konstruktionsprinzip der Rahmenbauweise (links) und Rohbauelement (rechts).....	25
Abbildung 2.11: Grundprinzip des Skelettbaus	29
Abbildung 2.12: Prinzipieller Aufbau einer mehrlagigen Brettsperrholzkonstruktion .	31
Abbildung 2.13: Prinzipieller Aufbau von Brettsperrholz	35
Abbildung 2.14: fünf lagiges BSP-Element	36
Abbildung 2.15: schematische Darstellung des Trockenvorganges von BSP.....	43
Abbildung 2.16: schematische Darstellung der maschinellen Festigkeitsprüfung der Lamellen	44
Abbildung 2.17: schematische Darstellung einer Keilzinkverbindung	44
Abbildung 2.18: schematische Darstellung des Leimauftrages.....	45
Abbildung 2.19: schematische Darstellung des hydraulischen Pressvorganges	46
Abbildung 2.20: Beispiel einer BSP-Produktionsanlage.....	47
Abbildung 2.21: schematische Darstellung eines Abbundes mittels CNC gesteuertem Roboter	47
Abbildung 2.22: Übersicht zum prinzipiellen Herstellungsvorgang von BSP.....	48
Abbildung 2.23: Bandfördereinheit.....	49
Abbildung 2.24: Manipulatoreinheit.....	49
Abbildung 2.25: Beispiel eines ÜA-Zeichens und CE-Zeichens für ein zugelassenes Brettsperrholz.....	50
Abbildung 2.26: Herstellungsbedingte Orientierung der Decklagen.....	51
Abbildung 2.27: Beispiele für BSP-Elementaufbauten mit ihrer Bezeichnung	52
Abbildung 2.28: schematische Darstellung der Liegendverladung von BSP- Elementen auf einem Standard-Aufleger	55
Abbildung 2.29: schematische Darstellung der Stehendverladung von BSP- Elementen auf einem Standard-Aufleger	56
Abbildung 2.30: einteiliger (Bild links) und zweiteiliger Zurrigurt (Bild rechts)	57
Abbildung 2.31: Zurrkette mit Ratschenspanner.....	58
Abbildung 2.32: Hebesysteme (links: Schraube freier Kopf, schräger Einbau; rechts: Hebegehänge Vierpunktlagerung).....	61
Abbildung 2.33: Brettsperrholzdetaill für die Montage- und Verbindungstechnik	62
Abbildung 2.34: Sockelausbildung mit Mörtelbett	64

Abbildung 2.35: Eckstoß	64
Abbildung 2.36: T-Stoß	65
Abbildung 2.37: vertikaler Wandstoß als Stufenfalz.....	65
Abbildung 2.38: Verbindungsknoten Wand UG – Decke – Wand OG.....	66
Abbildung 2.39: Deckenstoß mittels Stufenfalz.....	67
Abbildung 2.40: Unterzug gelagert auf Wandauslass	68
Abbildung 2.41: Unterzug gelagert auf Stützen	69
Abbildung 2.42: Winkelverbindung BSP zu Beton (rechts der Winkeltyp KR 135)....	70
Abbildung 2.43: Winkelverbindung BSP zu BSP (Winkeltyp 90 mit Rippe).....	70
Abbildung 2.44: Gemessene Abbrandtiefe für unbekleidete bzw. mit Spanplatten oder Gipskartonplatten bekleidete Holzbauteile.....	73
Abbildung 2.45: Rettungskette bei der Erst Hilfe	87
Abbildung 2.46: Schema der Zuschlagskalkulation laut ÖNORM B 2061	94
Abbildung 2.47: Einflussgrößen auf den Aufwandswert im Holzbau (in Anlehnung an Hofstadler)	99
Abbildung 2.48: schematische Darstellung des Arbeitssystems	106
Abbildung 2.49: Gliederung der Daten in Mess-, Zähl- und qualitative Daten.....	109
Abbildung 2.50: Gliederung des gesamten Arbeitsablaufes in einzelne Ablaufarten bezüglich des Menschen laut REFA	110
Abbildung 2.51: Gliederung der Zeitarten bei Mensch und Betriebsmittel	113
Abbildung 3.1: Grundriss des Kellers aus Stahlbeton	125
Abbildung 3.2: Grundriss des EG.....	125
Abbildung 3.3: Axonometrie-Darstellung des EG ohne Decke (Nordansicht)	126
Abbildung 3.4: Axonometrie-Darstellung des 1. OG ohne Decke (Nordansicht)..	126
Abbildung 3.5: Axonometrie-Darstellung des gesamten Wohnhauses (Nordansicht)	127
Abbildung 3.6: Axonometrie-Darstellung des gesamten Wohnhauses (Südansicht).....	127
Abbildung 3.7: Ausgangslage der Baustellenuntersuchung.....	129
Abbildung 3.8: Stellen der AW und IW im EG (Wohnung 1)	131
Abbildung 3.9: Stellen der IW (Trennwand zwischen den Wohnungen) im EG	131
Abbildung 3.10: Positionieren der nordseitigen AW im EG	132
Abbildung 3.11: Montage der Unterkonstruktion bestehend aus Stützen und Unterzug für die weitere Deckenauflagerung	132
Abbildung 3.12: Stirnseitiger Einbau des Schallschutzbandes am Beispiel der AW des Technikraumes.....	133
Abbildung 3.13: Montage der BSP-Deckenelemente.....	133
Abbildung 3.14: Einmessen der Decke über EG mit dem erforderlichen Schraubenabstand, sowie der Achsen für die Wände des 1.OG ..	134
Abbildung 3.15: Verschraubung der Decke über EG	134
Abbildung 3.16: Anbringen der Dämmung (Mineralwolle) an der Wohnungstrennwand	135
Abbildung 3.17: Montage des Treppenhauseinganges.....	137

Abbildung 3.18: Schalldämmtrennlage an den Stirnseiten der Deckenelemente....	138
Abbildung 3.19: Montage des westseitigen BSP-Liftschachtelementes.....	139
Abbildung 3.20: Montage des BSP-Liftschachtdeckenelementes mit zusätzlich angebrachten Schlaufen für die spätere Liftmontage.....	139
Abbildung 3.21: Außenverkleidung des Treppenaufganges	140
Abbildung 3.22: Hubvorgang für Montage der BSP-Dachelemente.....	141
Abbildung 3.23: Montage eines BSP-Dachelementes	141
Abbildung 3.24: Darstellung der erforderlichen Beobachtungen in Abhängigkeit vom Vertrauensbereich und dem Anteil der Ablaufarten am Gesamtablauf.....	151
Abbildung 3.25: Anhängen der BSP-Elemente am Sattelanhänger.....	152
Abbildung 4.1: Darstellung der Zeitarten an einem Arbeitstag.....	166
Abbildung 4.2: Darstellung Zeitarten an allen Arbeitstagen	167
Abbildung 4.3: Beurteilung der Grundzeit aller AK.....	168
Abbildung 4.4: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster Ebene an einem Arbeitstag.....	169
Abbildung 4.5: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an einem Arbeitstag.....	170
Abbildung 4.6: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster Ebene an allen Arbeitstagen	171
Abbildung 4.7: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an allen Arbeitstagen	172
Abbildung 4.8: Beurteilung der Haupttätigkeit aller AK	173
Abbildung 4.9: Aufwandswerte - komplette Montage der Außenwand.....	185
Abbildung 4.10: AW_{brutto} - kompletten Montage der Außenwand	186
Abbildung 4.11: Aufwandswerte - kompletten Montage der Innenwand	186
Abbildung 4.12: AW_{brutto} - komplette Montage der Innenwand.....	187
Abbildung 4.13: Aufwandswerte - komplette Montage der Wände	188
Abbildung 4.14: AW_{brutto} - komplette Montage der Wände	188
Abbildung 4.15: Tätigkeitsverteilung beim Stellen der Außenwand im 1. OG	190
Abbildung 4.16: Aufwandswerte - Stellen der AW in den drei Geschossen	190
Abbildung 4.17: AW_{netto} - Stellen der AW in den drei Geschossen	191
Abbildung 4.18: AW_{brutto} - Stellen der AW in den drei Geschossen.....	191
Abbildung 4.19: Aufwandswerte - gesamte Montage der Decken- und Dachelemente.....	192
Abbildung 4.20: AW_{brutto} - gesamte Montage der Decken- und Dachelemente.....	192

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Brettsperrholzhersteller im deutschsprachigen Raum.....	16
Tabelle 2.2:	Ort der Fertigung von Holzbausystemen.....	19
Tabelle 2.3:	Anteil der verschiedenen Holzbauweisen	28
Tabelle 2.4:	Gebrauchsklassen für verbautes Holz	39
Tabelle 2.5:	Dauerhaftigkeitsklassen für verbautes Holz	40
Tabelle 2.6:	Nutzungsklassen für verbautes Holz'	41
Tabelle 2.7:	Übersicht der Sortier- und Festigkeitsklassen.....	42
Tabelle 2.8:	Mindestanforderungen an die Oberflächenqualität für BSP	53
Tabelle 2.9:	Übersicht der standardisierten Transportmittel	55
Tabelle 2.10:	Vor- und Nachteile der aktuell verwendeten Hebesysteme für Wandelemente.....	59
Tabelle 2.11:	Vor- und Nachteile der aktuell verwendeten Hebesysteme für Decken- und Dachelemente.....	60
Tabelle 2.12:	Übersicht über die eingesetzten Schraubverbindungen.....	71
Tabelle 2.13:	Auswahl an Sicherheitszeichen (in Anlehnung an Baresch)	88
Tabelle 2.14:	Einteilung der Vorgänge des Arbeitsablaufes (angelehnt an Schlagbauer).....	112
Tabelle 2.15:	Faktoren zur Berechnung der erzielten Genauigkeit nach dem Variationsverfahren (S=95 %)	120
Tabelle 3.1:	MMA-Datenerfassungsbogen des untersuchten Objektes	145
Tabelle 3.2:	Ausschnitt aus einem ausgefüllten Datenerfassungsbogen (Teil 1).....	147
Tabelle 3.3:	Ausschnitt aus einem ausgefüllten Datenerfassungsbogen (Teil 2).....	148
Tabelle 4.1:	Ausschnitt eines ausgefüllten DEB	156
Tabelle 4.2:	Zuteilung der Zeitangaben (DEB) zu bestimmten Leistungen zur Aufwandswernermittlung.....	165
Tabelle 4.3:	Aufandswerte - Stellen der Außenwand	175
Tabelle 4.4:	Aufandswerte - Verschraubung der Außenwand.....	175
Tabelle 4.5:	Aufandswerte - Stellen der Innenwand.....	176
Tabelle 4.6:	Aufandswerte - Verschraubung der Innenwand	176
Tabelle 4.7:	Aufandswerte - Einrichten und Verschraubung der Unterzüge...	177
Tabelle 4.8:	Aufandswerte - Einrichten und Verschraubung des Unterbaues (südseitig)	177
Tabelle 4.9:	Aufandswerte - Verlegen der Deckenelemente	178
Tabelle 4.10:	Aufandswerte - Verschraubung der Deckenelemente	178
Tabelle 4.11:	Aufandswerte - Verlegen der Dachelemente	179
Tabelle 4.12:	Aufandswerte - Verschraubung der Dachelemente	179
Tabelle 4.13:	Aufandswerte - Einbau Dämmung zwischen den Wohnungen...	180
Tabelle 4.14:	Aufandswerte - Montage der Winkel.....	180

Tabelle 4.15:	Aufandswerte - Dichtungseinbau zur Schallentkoppelung auf den Wandelementen	181
Tabelle 4.16:	Aufandswerte - Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken	181
Tabelle 4.17:	Aufandswerte - Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges	182
Tabelle 4.18:	Aufandswerte - Stellen und Verschrauben des Liftschachtes.....	182
Tabelle 4.19:	Aufandswert - Niveaueausgleich im EG	183
Tabelle 4.20:	Aufandswert - Winkelmontage Verschraubung am Beton im EG	184
Tabelle 4.21:	Aufandswerte - Zu- und Abplanen der BSP-Elemente	184
Tabelle 4.22:	Aufandswert - Stellen der Außenwand im 1. OG	189
Tabelle 4.23:	Aufandswerte - Montage der Winkel.....	196
Tabelle 4.24:	Aufandswerte - Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung.....	196
Tabelle 4.25:	Aufandswerte - Montage der Unterkonstruktion (südseitig) für Balkon	196
Tabelle 4.26:	Aufandswerte - Montage der Wände	197
Tabelle 4.27:	Aufandswerte - komplette bzw. gesamte Montage der Wandelemente	198
Tabelle 4.28:	Aufandswerte - Montage der Unterzüge	198
Tabelle 4.29:	Aufandswerte - Montage der Deckenelemente	199
Tabelle 4.30:	Aufandswerte - Montage der Dachelemente	199
Tabelle 4.31:	Aufandswerte - Montage der Dämmung an der Wohnungstrennwand	199
Tabelle 4.32:	Aufandswerte - Montage der Treppen, der Geländer, des Treppenaufganges, des Liftschachtes und der Dachverkleidung..	200

Formelverzeichnis

Formel 2.1:	Berechnung der Produktivität	97
Formel 2.2:	Berechnen des Aufwandswertes	98
Formel 2.3:	Berechnung des Leistungswertes	100
Formel 2.4:	Berechnung der Arbeitskräfteanzahl	103
Formel 2.5:	Berechnung der Grundzeit	114
Formel 2.6:	arithmetischer Mittelwert	119
Formel 2.7:	Standardabweichung	119
Formel 2.8:	Variationszahl	120
Formel 2.9:	relative Vertrauensbereich	120
Formel 2.10:	Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 %	121
Formel 3.1:	Stichprobenumfang nach der Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 %	151

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AK	Arbeitskraft
AN	Auftragnehmer
ASchG	Arbeitnehmerschutzgesetz
AV	Arbeitsvorbereitung
AW	Außenwand
AW_i	Aufwandswert
AZ	Arbeitszeit
BauG	Baugesetz
BGF	Bruttogeschossfläche
BSH	Brettschichtholz
BSP	Brettsperrholz
DEB	Datenerfassungsbogen
CLT	Cross Laminated Timber
D	Dauer
DIBt	Das Deutsche Institut für Bautechnik
EG	Erdgeschoss
EN	Europäische Norm
ETA	Europäische Technische Zulassung (englisch: European Technical Approval)
EZA	Einzelzeitaufnahme
GB	Giga Byte
GK	Gebrauchsklasse
GKP	Gipskarton-Bauplatte
HBV	Holz-Beton-Verbundbauteil
HF	Holzfeuchte
KF	Kontaktfuge
idF	in der Fassung
IW	Innenwand
KLH	Kreuzlagenholz
KVH	Konstruktionsvollholz
1K-Pur	einkomponentiger Polyurethanklebstoff
L_i	Leistung(-wert)
LB	Leistungsbeschreibung
LB-HB	Leistungsbeschreibung für den Hochbau
LBW	Leichtbauweise
lfm	Laufmeter
LV	Leistungsverzeichnis

M_{BSP}	Bruttoquerschnittsfläche
MBW	Massivbauweise
MF	Melamin Formaldehydklebstoff
MMA	Multimomentaufnahme
MS	Maschinelle Sortierung
MUF	Melamin Harnstoff Formaldehydklebstoff
NK	Nutzungsstufe
OG	Obergeschoss
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
OSB	Grobspanplatte (englisch: oriented strand board)
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
PS	Projektsteuerung
S	Visuelle Sortierung
SiGePlan	Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan
Stk	Stück
StVO	Straßenverkehrsordnung
StVZO	Straßenverkehrszeichenverordnung
TRVB	Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz
Ü	Übereinstimmungszeichen
ÜA	Übereinstimmungszeichen Austria
VE	Verrechnungseinheit (Bezugsgröße)
WKO	Wirtschaftskammer Österreich
WNF	Wohnnutzfläche
ZE	Zeiteinheit

1 Einleitung

In den letzten Jahrzehnten erfreut sich Holz als Baustoff neben den traditionellen Baustoffen Beton und Stahl immer größerer Beliebtheit bei Architekten, Planern und potentiellen Investoren. Dabei wird der Holzbau demnach oft als Nischenprodukt bezeichnet. Es besteht jedoch großes Potential dieses Baustoffes aufgrund von Entwicklungen in den letzten Jahren, sowohl in der Produktion von Holzelementen, als auch im Bauen selbst. Speziell durch die Entwicklung von Massivholzprodukten, zu welchen auch das Produkt Brettsperrholz zählt, stellt sich der moderne Holzbau als interessante und zukunftsfähige Bauweise dar. Durch die flächigen und großvolumigen Bauteile aus Brettsperrholz können statisch sowie bauphysikalisch und bautechnisch komplexe Anforderungen vereint werden, wodurch sich neue Betätigungsfelder, wie beispielsweise der mehrgeschossige Wohnbau, für diese Holzbauweise erschließen lassen. Realisierte Bauvorhaben in ganz Europa, die auch als Pionierbauten des Holzbaues bezeichnet werden können, zeigen, dass der Baustoff Holz nicht nur als „Sonderlösung“ im Bau angesehen werden darf, sondern mehrheitsfähig im gesamten Bauwesen anwendbar ist.

Motivation und Zielsetzung

In den urbanen Zentren Österreichs sowie in anderen Städten werden laufend zahlreiche mehrgeschossige Wohnbauten realisiert, wobei auch die dabei eingesetzten Bauweisen teils sehr stark variieren. Am Anfang jedes Planungsprozesses stellt sich für einen Investor bzw. Bauherrn immer die Frage nach den zu erwartenden Kosten, welche bei der Realisierung eines Wohnbauprojektes anfallen werden. Bei genauer Betrachtung der Baukosten müssen neben den Kosten für den Kauf und die Erschließung des Baulandes, sowie die eigentlichen Herstellkosten für das Bauwerk selbst, auch die Baustelleneinrichtungskosten, die sich zum überwiegenden Teil aus zeitgebundenen Kosten zusammensetzen, betrachtet werden. Die Herstellkosten können aus Erfahrungswerten vergangener Projekte abgeleitet werden, oder mit Hilfe von Kalkulationsansätzen, wie die sogenannten Aufwands- und Leistungswerte, ermittelt werden. In den traditionellen mineralischen Massivbauweisen, wie zum Beispiel dem Stahlbeton- oder Mauerwerksbau, gibt es diesbezüglich eine Reihe von ermittelten Ansätzen in facheinschlägiger Literatur, die in der Kalkulation von ähnlichen Bauobjekten breite Anwendung finden. Diese allgemein gültigen Kalkulationsansätze sind für das Brettsperrholz in der Literatur bis dato kaum erfasst bzw. verankert. Es bestehen derzeit zu dieser Bauweise lediglich firmeninterne Aufzeichnungen die in der Kalkulation von Brettsperrholzbauten Anwendung finden.

Ziel dieser Masterarbeit ist es, neben der grundlegenden Betrachtung der Montage von Holzbauten auch für das Produkt Brettsperrholz, als einen weiteren Vertreter der Massivbauweise, Kalkulationsansätze in Form von Aufwands- und Leistungswerten zu ermitteln, die mittels anerkannter Aufnahme- und Analysemethoden künftig flächendeckend als Eingangswerte für Kalkulationen im Brettsperrholzbau einsetzbar sind.

Struktur der Masterarbeit

Folgende Struktur liegt dieser Masterarbeit zu Grunde:

- **Grundlagen – Montage im Holzbau**

Nach der Einleitung findet in Kapitel zwei ein Exkurs zum Thema Holz als Baustoff statt. Des Weiteren werden die Grundlagen der verschiedenen Arbeitsprozesse im Holzbau und der Holzbausysteme im mehrgeschossigen Wohnbau, mit speziellem Fokus auf das Brettsperrholz, behandelt. In diesem Kapitel wird neben den sicherheitstechnisch relevanten Themen zur Holzbaumontage auch die Themenbereiche der Kalkulationsansätze und der zugehörige Personaleinsatz im Holzbau gewidmet. Den Abschluss bildet die Ausarbeitung der Grundlagen zum Arbeitsstudium nach REFA.

- **Datenerfassung auf der Baustelle**

In Kapitel drei werden die projektspezifischen Grundlagen der Baustelle, sowie die prinzipielle Vorgangsweise der Datenerfassung laut REFA-Studie, mit speziellem Fokus auf die Anwendung von Datenerfassungsbögen und deren Problematik, untersucht.

- **Auswertung der Baustellendaten**

In Kapitel vier werden die Ziele der Datenauswertung definiert und die vorgestellten Methoden zur Datenauswertung des untersuchten Bauobjektes angewendet. Die Ergebnisse werden anhand des Beispiels vorgestellt, wobei bereits an dieser Stelle an die ausführliche Ausarbeitung im Anhang hingewiesen wird. An einem Beispiel wird exemplarisch ein Kostenvergleich zwischen den Personal- und den Gerätekosten dargestellt. Abgeschlossen wird das Kapitel mit dem Hinweis auf die Besonderheiten der Auswertung und deren Anwendbarkeit der Ergebnisse in der Holzbaukalkulation.

- **Potentiale und Ausblick**

In Kapitel fünf wird das Potential von holzbaulichen Arbeitsverfahren, der Datenerfassung bzw. Datenauswertung nach REFA und des Personaleinsatzes auf Holzbau-Baustellen genannt. Geschlossen wird dieses Kapitel mit einem Ausblick zum derzeit vorzufindenden Markt des Holzbaus und den Kalkulationsansätzen im Holzbau.

- **Anhang**

Im Anhang ist die Datensammlung des betrachteten Bauvorhabens gesammelt aufgelistet. Diese besteht aus sämtlichen Datenerfassungsbögen, den zeit- und tätigkeitsbezogenen Analysen über die gesamte Bauzeit und der Darstellung der ermittelten Aufwandswerte für die künftige Kalkulation von Brettsperrholzbauten.

2 Grundlagen-Montage im Holzbau

Dieses Kapitel bietet einleitend einen Exkurs zum Thema Holz als Baustoff im Bauwesen. Des Weiteren werden die Grundlagen der verschiedenen Arbeitsprozesse im modernen Holzbau und der heute anzutreffenden Holzbauweisen im mehrgeschossigen Wohnbau, mit speziellem Fokus auf das Brettsperrholz, näher behandelt. Ebenso wird ein Blick auf die sicherheitstechnisch relevanten Themen von Holzbaumontagen geworfen. Den Abschluss bilden die Themenbereiche Kalkulationsansätze und Personaleinsatz im Holzbau, sowie die Grundlagen zum Arbeitsstudium nach REFA.

Exkurs zum Thema Holz als Baustoff

Holz ist einer der ältesten Baustoffe im mitteleuropäischen Raum, belegt durch geschichtliche Funde im Raum des Bodensees und dessen Umgebung. Dort wurden bei Ausgrabungen Holzpfahlbauten und Holzhütten gefunden, deren Altersmerkmale auf die Zeit um ca. 3000 v. Chr. schließen lassen. Den eigentlichen Beginn der Zimmermannskunst begründen Funde von Zapfenverbindungen bei kantig zugehauenen Hölzern in einem Zeitraum um ca. 1000 v. Chr. Im geschichtlichen Verlauf wurde dem Menschen die Wichtigkeit des Baustoffes Holz immer bewusster und so wurde bereits im 7. Jahrhundert eine Art der Vorfertigung von Holzobjekten gesetzlich verankert. Ab dem 11. Jahrhundert begann die Blütezeit der mittelalterlichen Holzbauten. Um den Bedarf an fähigen Baumeistern zu decken, wurden diese in eigenen Klosterbauschulen ausgebildet.¹

Heute ist das Bauen mit Holz eine moderne Bauweise, welche nicht nur den technischen und ästhetischen Anforderungen der Kunden genügt, sondern auch ein gesundes und komfortables Wohnen gewährleistet. Des Weiteren weist der Baustoff Holz eine hervorragende Ökobilanz im Hinblick auf zukunftsfähiges Wirtschaften mit vorhandenen Ressourcen auf. Durch die rasante technische Weiterentwicklung der letzten Jahrzehnte, wurde der Umgang mit dem Baustoff Holz perfektioniert und neue Standards in den Bereichen Brand- und Schallschutz, vor allem im Wohnbau, gesetzt. Somit ist der Einsatz des Baustoffes Holz auch in jenen Bereichen ein Thema geworden, welchen früher eher den Baustoffen Stahl, Stein und Ziegel oder Beton vorbehalten waren. Als Beispiele können hier weitgespannte Hallen, Mehrfamilienhäuser, mehrgeschossi-

¹ Vgl. : http://waldholzklima.holz-von-hier.de/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=32. Datum des Zugriffs: 05.09.2014.

ge Bürogebäude und andere private und öffentliche Bauten genannt werden.²

Holz als Baustoff ist heute aufgrund seiner großen und leichten Verfügbarkeit und hervorzuhebenden Nachhaltigkeit als nachwachsende Ressource ein interessantes und vielfältig einsetzbares, mehrheitsfähiges Baumaterial.

47 % der Fläche Österreichs sind mit Wald bedeckt

Waldfläche: 3.960.000 ha
 Ertragswald: 3.371.000 ha
 Nadelholz: 67 %
 Laubholz: 24 %
 Büsche/Sträucher: 9 %
 Holzvorrat: 1.095 Milliarden Vorratsfestmeter
 jährlicher Zuwachs: 31.000.000 m³
 jährliche Nutzung: 20.000.000 m³

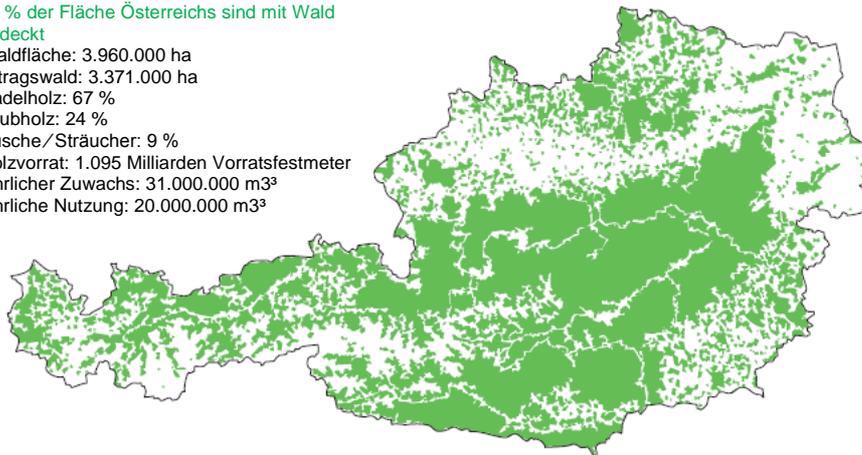


Abbildung 2.1: Darstellung der Waldflächen in Österreich³

Der österreichische Wald bedeckt rund 47 % der Landesfläche, was einer Fläche von rund vier Millionen Hektar und wiederum einem Vorrat von ca. einer Milliarde Festmeter Holz entspricht. Gemessen am Holzvorrat pro Hektar Waldfläche im Vergleich zu den EU-Hauptmärkten, ist Österreich dabei führend in Europa. Österreichs Wälder verzeichnen einen jährlichen Zuwachs von ca. 31 Millionen Kubikmetern, was bedeutet, dass etwa alle 40 Sekunden jene Menge an Holz nachwächst, welches für ein durchschnittliches Einfamilienhaus benötigt werden würde.⁴

² Vgl. : http://waldholzklima.holz-von-hier.de/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=32. Datum des Zugriffs: 05.09.2014.

³ PROHOLZ AUSTRIA: Holz und Klimaschutz. In: edition Holz, Edition 09/2009. S. 6.

⁴ Vgl. a.a.O., S. 2f.

2.1 Arbeitsprozesse im Holzbau

Ein Arbeitsprozess im Holzbau beschreibt die durchzuführenden Aufgaben präzise und ergebnisorientiert. Er wird durch ein spezielles Ereignis, wie einen neuen Auftrag zur Erstellung eines mehrgeschossigen Wohnhauses, ausgelöst und von den Produktionsfaktoren wie Mensch, Produktionsmittel, wie Holz und Betriebsmittel, wie Maschinen, abgebildet. Die einzelnen erforderlichen Abläufe innerhalb eines Arbeitsprozesses laufen nach vordefinierten Methoden und Regeln ab, wobei dabei die Durchführung der einzelnen Aktivitäten, wie Planung, Arbeitsvorbereitung, Produktion usw. unterschiedliche Durchlaufzeiten aufweisen.

Diese Aktivitäten werden im Folgenden eingehend erläutert.

2.1.1 Planung

Aus der folgenden Abbildung ist ersichtlich, dass gerade am Anfang jedes Bauprojektes, speziell auch bei Holzbauprojekten, der größte Einfluss auf die entstehenden Kosten genommen werden kann und das mit dem Übergang aus der Vorbereitungsphase zur Ausführungsphase nur noch maximal 25 % der Kosten beeinflussbar sind.⁵

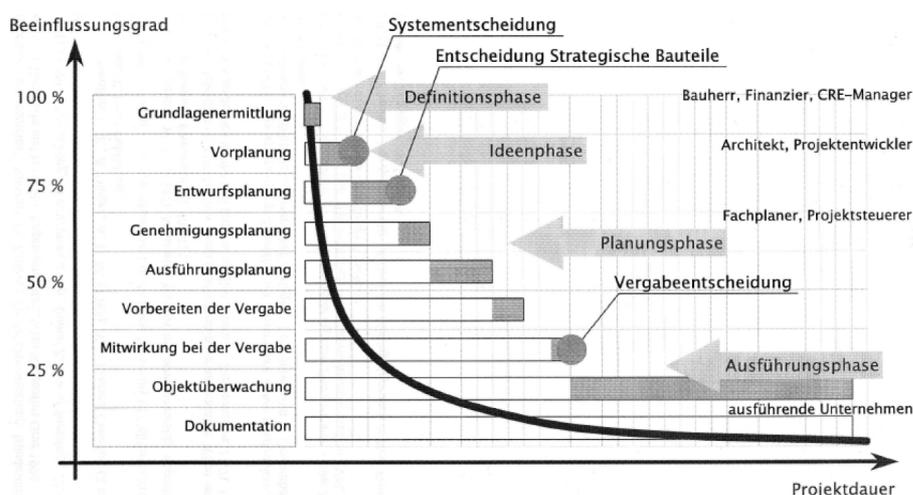


Abbildung 2.2: Zeitablauf der Planung und Beeinflussung der Kosten⁶

Aus diesem Grund muss das Hauptaugenmerk bereits in der Vorplanung auf die Kostensicherheit bzw. -steuerung gerichtet sein, da die Risiken, welche aufgrund unklarer Kostenverhältnisse entstehen können, im Laufe des Projektfortschrittes stark zunehmen. Diese Betrachtungsweise spiegelt auch die Problematik der Qualitätssicherung und der möglichen

⁵ Vgl. HOLZCLUSTER STEIERMARK: Innovativer Holzbau in der Steiermark – eine wirtschaftliche Bewertung entlang der Wertschöpfungskette. Forschungsprojekt. S. 20.

⁶ a.a.O., S. 20.

entstehenden Kosten bei Bauprojekten wider. Werden Fehler frühzeitig, falls möglich noch vor der Ausführungsphase, erkannt, kann dieser Entwicklung gegengesteuert und somit neue Lösungen erarbeitet werden, wodurch für die Projektbeteiligten teure Fehlerbehebungen während oder nach der Ausführungsphase nicht auftreten.⁷

Das Streben nach der technisch-wirtschaftlich optimalen Lösung bedeutet, dass die bautechnische Aufgabenstellung möglichst termin- und kostenoptimal erfolgen muss. Dies kann durch eine entsprechend intensive Planung im Vorfeld realisiert werden. Schon allein die Festlegung der wirtschaftlich günstigsten Bauzeit innerhalb eines Bauvorhabens kann einen hohen technischen Optimierungsaufwand in der Planung bedeuten. Die folgende Abbildung lässt auf den Zusammenhang der zu erwartenden Kosten mit der angesetzten Bauzeit schließen.⁸

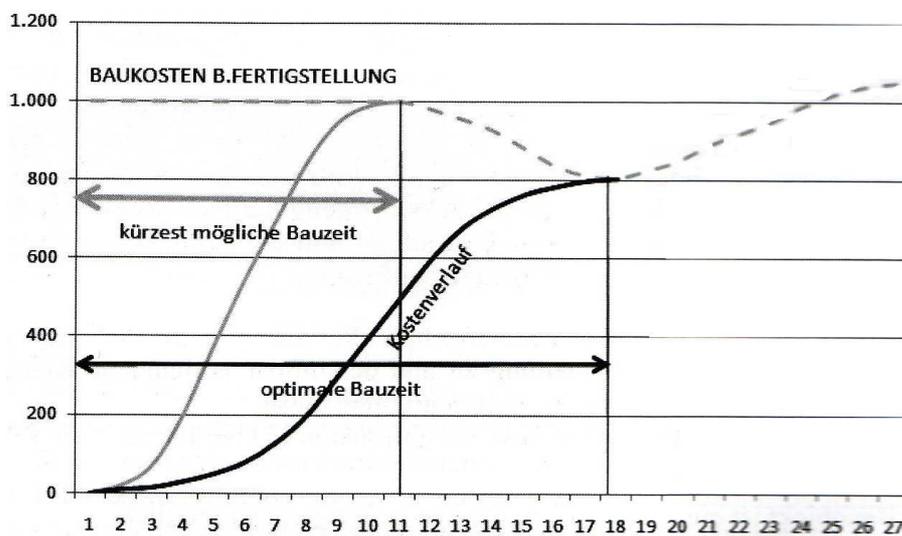


Abbildung 2.3: Bauzeit und Baukosten⁹

Wie aus der angeführten Darstellung abzulesen ist, bedeutet die technisch kürzest mögliche Bauzeit nicht auch automatisch die geringsten zu erwartenden Baukosten, sondern lässt diese möglicherweise stark steigen. Bei einer zu langen Bauzeit werden im Vergleich dazu die zeitgebundenen Kosten über Gebühr steigen. Aus diesem Grund steht der Ermittlung des Minimums aus den Parametern Kosten und Zeit ein iterativer Planungsprozess vor, dessen Eingangsgrößen hohen Einfluss auf das Endergebnis haben.¹⁰

⁷ Vgl. HOLZCLUSTER STEIERMARK: Innovativer Holzbau in der Steiermark – eine wirtschaftliche Bewertung entlang der Wertschöpfungskette. Forschungsprojekt. S. 20.

⁸ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 21.

⁹ a.a.O., S. 22.

¹⁰ Vgl. a.a.O., S. 22.

Die holzbauspezifische Planung unterscheidet sich gegenüber anderen Bauplanungen vor allem durch seine nötige Planungstiefe in der Projektvorbereitungsphase, da sämtliche objektbezogene Details bereits vorab geklärt sein müssen, damit eine genaue Konstruktionsplanung und somit zugehörige Kostenplanung überhaupt möglich ist.

Um eine Kostenoptimierung bereits in der Planung von Bauobjekten aus Brettsperrholz erreichen zu können, sollten folgende Grundsätze Beachtung finden:¹¹

- Verwendung von in großen Mengen vorhandenen und lokalen Holzarten zur Produktion von Brettsperrholzprodukten, um eine effektive Nutzung der Ressourcen zu erreichen.
- Erstellung eines Konzepts, das einheitliche strukturelle Regelungen für die Gestaltung von regelmäßigen Grund- und Aufrissen beinhaltet.
- Anordnung von großflächigen raumhohen Wandscheiben, um die Anzahl nötiger Ausschnitte zu verringern.
- Sekundärtragwerke, wie es beispielsweise ein Balkonzubau sein kann, sollten austauschbar und witterungsbeständig ausgeführt sein.
- Dem Bauplaner muss das interdisziplinäre Denken und Handeln in mehreren Bauphasen möglich sein. D.h. die Planung ist nicht mit dem Rohbau abgeschlossen.
- Kritische Bauteile, wie Flachdächer oder Nassräume, müssen in der Entwicklung und in der Konstruktion besonders beachtet werden.

Der Planungsentwurf steht zu Beginn der Planungsstruktur, der in Zusammenarbeit des Architekten und Ingenieurs entsteht, aus welchem die Ausschreibungsplanung hervorgeht. In der Ausschreibungsphase wird eine ausführende Holzbaufirma bestimmt, welche firmenintern, oder durch externe Vergabe an unabhängige Ingenieure, die Tragwerksplanung durchzuführen hat. Darauf aufbauend wird die Konstruktionsplanung mit der abschließenden Werkplanung und der zugehörigen Arbeitsvorbereitung durchgeführt. Diese Planungsstruktur fordert eine genaue Definition der einzelnen Kompetenzen der Mitwirkenden, damit es zu keinen Überschneidungen kommt.¹²

In Österreich findet zur Gliederung der Planungsleistung im Holzbau, in die zwei Planungsschritte Konstruktions- und Werkstattplanung, die ÖNORM B 2215¹³ Anwendung. Zur Bestimmung der durchzuführenden

¹¹ Vgl. RINGHOFER, A.; SCHICKHOFER, G.: Timber-in-Town – current examples for residential buildings in CLT and tasks for the future. Tagungsbericht. S. 19.

¹² Vgl. WÖRLE, P.: Kosten- und Qualitätssicherung in der Planung von Ingenieur(Holz)bauten. Tagungsband: Internationales Holzbau - Forum - Garmisch Patenkirchen. S. 1-11.

¹³ ÖNORM B 2215, 2009-07-15; Holzbauarbeiten – Werkvertragsnorm.

Planungstiefe im Holzbau wird derzeit am Normenentwurf der ÖNORM B 4115¹⁴, einer weiteren Qualitätssicherungs-Norm im Holzbau, gearbeitet. Deren Ziel ist es, den Holzbau in drei Typen von Ausführungsklassen zu gliedern und die Gebäudeklassen nach einheitlichen Anforderungen an die Bauphysik, die Statik, die Planung bis hin zur Nutzung und Wartung normativ zu integrieren.^{15,16}

Die Grundsätze und Grundlagen der Planung, aber auch der Arbeitsvorbereitung (kurz: AV), können in folgende Bereiche gegliedert werden:¹⁷

- Überbetriebliche einzuhaltende Grundlagen und Vorgaben wie die Gesetze, die Verordnungen, die Normen, die Kollektivverträge, etc.
- Projektbezogene Grundlagen, wie die vom Auftraggeber geforderte Bauzeit, dem Leistungsverzeichnis, der Örtlichkeit und dessen Infrastruktur, Geometrie des Bauobjektes, etc.
- Unternehmensspezifische Grundlagen, wie die Qualifikation der einzelnen Arbeitskräfte (kurz: AK) bzw. die Geräteausstattung, die Leistungsansätze, etc.

Überbetriebliche, projekt- und unternehmensbezogene Grundlagen stellen somit das Fundament einer gut durchdachten Planung dar. In der Planungsphase eines Bauprojektes müssen diese Einflüsse und Aufgaben vom jeweiligen Planer eingefordert und zu Beginn der Planung festgelegt sein, damit eine wirtschaftliche und technisch kostengünstige Planung überhaupt möglich wird.

Dabei fließen ebenso unternehmensbezogene Grundlagen im Laufe der AV in die Projektplanung ein und bestimmen diese teils sehr stark.

14 ÖNORM B 4115, im Entwurf; Ausführung von Holzbauwerken.

15 Vgl. WÖRLE, P.: Kosten- und Qualitätssicherung in der Planung von Ingenieur(Holz)bauten. Tagungsband: Internationales Holzbau - Forum - Garmisch Patenkirchen. S. 1-11.

16 Vgl. Pfemeter Ch.; timber-online.net-Nachrichten-Holzbau/Bauelemente; Gute Auftragslage – Zimmermannszukunft bleibt optimistisch; <http://www.timber-online.net/?id=2500,4366093>. Zugriff am: 14.11.2014.

17 Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 22.

2.1.2 Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung wird wie folgt definiert:

„Die Arbeitsvorbereitung versteht die Planung der Bauausführung im engeren Sinn mit dem Ziel eines geordneten und flüssigen Ablaufes der Baustelle unter der Berücksichtigung der technisch-wirtschaftlich optimalen Lösung. Sie beinhaltet auf jeden Fall die Baustellenorganisation sowie die Terminplanung, Einsatzmittel- und Baustelleneinrichtungsplanung.“¹⁸

Aus der Definition der AV muss sich der Planer eines Bauprojektes, im Gegensatz zur stationären Industrie, immer mit den folgenden Randbedingungen auseinandersetzen:¹⁹

- Jedes Bauobjekt ist ein Prototyp.
- Die Kalkulation einer Leistung und der daraus ermittelten Kosten beruhen fast ausschließlich auf einem unfertigen Planstand.
- Es herrschen unterschiedliche Umwelteinflüsse an jedem Objektstandort.
- Die Herstellungsverfahren variieren in Abhängigkeit der Bauaufgabe.
- Das Personal wechselt teils stark.
- Eine sich ständig verändernde Marktsituation bestimmt bei jedem Bauvorhaben den Preis.
- Es herrschen schlecht vorhersehbare Rahmenbedingungen betreffend Witterung und Baugrund vor.

Aufgrund all dieser Anforderungen ist die Betrachtung eines auszuführenden Bauauftrages als gesamter Prozess unerlässlich. Der Baubetrieb unterscheidet diesbezüglich zwischen den Primärprozessen, welche zur Existenzsicherung des Unternehmens beitragen und den Sekundärprozessen, welche als unterstützende Prozesse verstanden werden.

Trotz der eigentlichen Planungsaufgaben der AV, wie Kosten- und Terminplanung, Baustelleneinrichtung, etc., welche baustellenspezifisch stark unterschiedlich sein können, kann die AV als Primärprozess verstanden werden, da zu hohe finanzielle Einbußen des Bauablaufs aus mangelnder Vorbereitung sehr wohl existenzgefährdend für ein Unternehmen sein können.²⁰

¹⁸ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 21.

¹⁹ Vgl. a.a.O., S. 21.

²⁰ Vgl. a.a.O. S. 24.

Die AV lässt sich in folgende sechs Primärprozesse gliedern:²¹



Abbildung 2.4: Prozesse der Arbeitsvorbereitung

Die dabei auftretenden Primärprozesse Fertigungsverfahren, Termin- und Ablaufplanung, Baustelleneinrichtung, Ressourcenplanung und Arbeitskalkulation werden im Folgenden näher erläutert.

▪ Fertigungsverfahren

„Unter Fertigungsverfahren versteht man die Methode zur Herstellung von Baustoffen oder Bauteilen im Rahmen der Errichtung eines Bauwerkes.“²²

Da im modernen Holzbau, je nach Bauweise, ein sehr hoher Vorfertigungsgrad erzielt werden kann, soll betreffend der durchzuführenden AV zwischen der Fließ- und der Taktfertigung unterschieden werden. Im Werk findet die klassische Fließfertigung, auch Serienfertigung genannt, Anwendung, da die einzelnen Elemente mehrheitlich aus gleichen Arbeitsschritten, welche nacheinander abgearbeitet werden, bestehen. Somit führt das eingesetzte Personal im Wesentlichen immer dieselben Tätigkeiten aus, was im Fall guter AV und professioneller Umsetzung, die Fertigungszeit auf ein Minimum sinken lässt. Bei einer Baustellenmontage kann nicht mehr von einer Fließfertigung gesprochen werden, da die Arbeitskräfte mehrere, unabhängig voneinander ablaufende Tätigkeiten in immer unterschiedlichen Konstellationen und Randbedingungen, ausführen. Durch diesen, als höher einzuschätzenden Aufwand des eingesetzten Personals, wird eine Taktfertigung angestrebt, welche die nacheinander folgenden Ausführungen verschiedener Arbeitsgänge eindeutig beschreibt, wodurch der Arbeitsprozess an sich ebenso deutlich beschleunigt werden kann. Die AV versucht diesbezüglich einen Stunden-, Tages- oder Wochentakt zu erarbeiten.²³

Aus der folgenden Beschreibung geht hervor, dass im modernen Holzbau das Erzielen eines hohen Vorfertigungsgrades erstrebenswert ist. Um eine maximale werksseitige Fertigung zu realisieren, müssen alle Fragen bezüglich Statik, Konstruktion, objektbezogenen Details, wie der Anschlussarten, der Oberflächenbeschaffenheit, die generelle Objekt-

²¹ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 24.

²² Vgl. a.a.O., S. 35.

²³ Vgl. a.a.O., S. 35ff.

und Elementabmessungen, etc. geklärt sein. Dies wiederum verlangt eine genaue Aufgaben- bzw. Leistungsbeschreibung an den ausführenden Architekten und den Tragwerksplaner.

Leistungen des Architekten können wie folgt verstanden werden:²⁴

- Das Klären der Aufgabenstellung bezüglich des Raumprogrammes, der Randbedingungen aus Funktion und der projektspezifischen Bauvorschriften.
- Die Konzepterarbeitung mit besonderem Augenmerk auf die Funktion, der Energetik und der Gestalt des Holzbaubjektives.
- Das Übernehmen der Koordination der verschiedenen, an der Planung fachlich beteiligten Projektmitarbeiter und die Einarbeitung der erarbeiteten Beiträge.
- Die Durchführung und die Erstellung der Kostenschätzung nach ÖNORM B 1801-125.
- Das Erarbeiten von Vorschlägen bezüglich der Gebäudegeometrie mit ständiger Optimierung des Konzepts.
- Das Anfertigen der genehmigungserforderlichen Unterlagen nach den geltenden öffentlich-rechtlichen Vorgaben.
- Die Ermittlung der zu verbauenden Massen mit anschließender Leistungsbeschreibung.
- Das Einholen von Angeboten mit anschließender Prüfung.
- Das Verhandeln mit Anbietern und Mitwirkenden bei der Vergabe.
- Die abschließende Erstellung des Kostenvoranschlags nach ÖNORM B 1801-1.

Leistungen des Tragwerkplaners können wie folgt verstanden werden:²⁶

- Das Klären der Aufgabenstellung bezüglich der Randbedingungen für das Tragwerk aus Lastannahmen, der Voraussetzungen für Gründungen, etc.
- Das Erstellen des Nutzungsplans mit der Angabe der Einwirkungen auf das Tragwerk, wie Lasten aus Schnee, Wind, etc.

²⁴ Vgl. HERZOG, T. et al.: Holzbau Atlas. S. 78.

²⁵ ÖNORM B 1801 -1, 2009-06-01; Bauprojekt- und Objektmanagement – Teil 1: Objekterrichtung.

²⁶ Vgl. HERZOG, T. et al.: Holzbau Atlas. S. 78.

- Das Erstellen eines oder mehrere Tragwerkskonzepte und des Sicherheitskonzepts, welche im Einklang mit den geltenden Bauvorschriften stehen.
- Das Einbringen von Vorschlägen zur Gebäudegeometrie und einsetzbarer möglicher Baustoffe.
- Das Erstellen einer Tragwerkslösung mit der Angabe der Hauptabmessungen des Tragwerks und seiner Bestandteile.
- Das Erstellen einer Tragwerksbeschreibung bzw. Mitwirken bei der Kostenberechnung nach ÖNORM B 1801-1.
- Das Mitwirken bei Verhandlungen, wobei eventuell die Ausschreibung des Tragwerkes gegenüber der eigentlichen Projektausschreibung vorgezogen wird.
- Das Erstellen von Ausführungsplänen für das Tragwerk und dessen Details mit zugehörigen Stücklisten.
- Das Ermitteln von Tragwerksmassen mit den zugehörigen Verbindungsmitteln.
- Das Erstellen der Leistungsbeschreibung des Tragwerks.

▪ **Termin- und Ablaufplanung**

Der Terminplan ist der Zeitplan, in welchem alle Zeitpunkte durch ein Kalenderdatum, falls erforderlich auch mit Uhrzeit, beschrieben sind. Die örtliche Bauaufsicht hat als unmittelbare Vertretung des Bauherrn auf der Baustelle die Existenz eines Terminplans zu prüfen, auf Widersprüche darin hinzuweisen und gegebenenfalls auch einen solchen detaillierten Terminplan einzufordern. Terminpläne sind stets auf deren Vollständigkeit und Eignung für die jeweilige Bauausführung zu prüfen.²⁷

Dem Terminplan muss bereits in der Planungsphase erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, da durch Beachtung wesentlicher Kriterien bereits in diesem Stadium des Projektes eine Vielzahl von zu erwartenden Konfliktpunkten, wie zu wenig Personal aufgrund von Urlaubstagen, eventuellem Schlechtwetter aufgrund der frühen/fortgeschrittenen Jahreszeit, etc. ausgeschlossen werden können.

Die Vorgehensweise bei der Erstellung eines Terminplans erfolgt hauptsächlich aus den technischen Vorgaben einer umzusetzenden Konstruktion oder dem dafür passenden Bauverfahren und in weiterer Folge aus

²⁷ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 53.

den Überlegungen der AV für den Zeitbedarf anderer ablauftechnischer Parameter.²⁸

Speziell in der Holzbaumontage ist eine genaue und detaillierte Terminplanausarbeitung unumgänglich, da vorzugsweise das gesamte angelieferte zu versetzende Material direkt vom LKW aus montiert wird. Diese Art der Lieferung wird allgemein als just in time Lieferung verstanden.

Mit der durchgeführten Terminplanung erfolgt der Übergang von der Planungsphase in die Ausführungsphase.

▪ Baustelleneinrichtung

Unter einer Baustelleneinrichtung versteht man alle nötigen zu treffenden Maßnahmen, um eine Baustelle in die Lage zur Erfüllung von Baustellenaufgaben zu versetzen.²⁹

Unter anderem müssen folgende Leistungen im Rahmen der Errichtung der Baustelleneinrichtung erbracht werden:³⁰

- Der An- und Abtransport aller erforderlichen Geräte und Werkzeuge und teils der zu verarbeitenden Materialien.
- Der An- und Abtransport aller erforderlichen Einrichtungen, wie Unterkünfte für das Personal, etc.
- Das Herstellen der infrastrukturellen Einrichtungen, wie Strom-, Wasser-, Gas- und gegebenenfalls Internetanschlüsse.
- Das Herstellen ordnungsgemäßer Anfahrtswege und Baustraßen für die weitere Versorgung der Baustelle.
- Der Aufbau sonstiger Anlagen und Einrichtungen, wie Abfallsammelstellen, Lagerplätze, etc.

Die Baustelleneinrichtungsplanung dient somit der grundlegenden Herstellung einer optimalen Versorgung der Baustelle mit den notwendigen Betriebsmitteln und Betriebsstoffen für die gewählten Bauprozesse über die gesamte Bauzeit. Sie stellt die Grundlage für eine gut funktionierende Infrastruktur, die benötigten Geräte und Materialien und nicht zuletzt für das erforderliche Personal dar, damit diese zur rechten Zeit, am rechten Ort, in genauer Menge und Qualität zu möglichst geringen Kosten vorhanden sind.³¹

28 Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 53.

29 Vgl. OBERNDORFER, W.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 62.

30 Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 93.

31 Vgl. a.a.O., S. 94.

Die Baustelleneinrichtungsplanung umfasst ein sehr großes Aufgaben-
gebiet und ist somit ein Kerngebiet der Arbeitsvorbereitung. In Kapitel
drei dieser Arbeit wird auf die projektspezifische Baustelleneinrichtung
näher eingegangen.

▪ Ressourcenplanung

Die Ressourcenplanung und deren Verteilung über die Bauzeit spielt im
Bauwesen eine wesentliche Rolle, da sich in der Regel nicht alle ange-
botenen und damit potentiellen Projekte mit den vorhandenen Ressour-
cen eines Unternehmens bewerkstelligen lassen. Beispielsweise kann es
zu Engpässen bezüglich des einsetzbaren Personals und der vorhande-
nen Betriebsmittel kommen. In die Ressourcenplanung fließen auch fi-
nanzielle Aspekte und Möglichkeiten des Unternehmens ein. Die AV hat
bezüglich des Ressourcenmanagements die Aufgabe, genügend Res-
ourcen, wie Arbeitskräfte und Personal, Geräte, Materialien, etc. zur
Erreichung des Projektzieles zur Verfügung zu haben. Daraus folgt, dass
die Termin- und Ressourcenplanung intensiv aufeinander abgestimmt
sein müssen.³²

▪ Arbeitskalkulation

Prinzipiell findet in der Arbeitskalkulation eine exakte Aufgliederung der
Auftragskalkulation mit den tatsächlich zu erwartenden Leistungen und
entsprechenden Kosten statt. Das bedeutet, dass die Angebotskalkulati-
on in operativ durchführbare Arbeitsschritte und in nachvollziehbare Ar-
beitsabläufe gegliedert wird. Die Arbeitskalkulation bewertet die zu er-
bringende Bauleistung mit realistischen und spekulationsbereinigten
Aufwands- und Leistungswerten, sowie marktangepassten Lohn-, Gerä-
te- und Materialkosten. Die Arbeitskalkulation kann von der Auftrags-
oder Angebotskalkulation mittels detaillierter Informationen der Baustel-
lenverhältnisse bzw. optimierter Kombination der eingesetzten Produkti-
onsfaktoren abweichen. Des Weiteren fließen Anpassungen, wie verän-
derte Positionsinhalte im Leistungsverzeichnis, geänderte Massen aus
der genauen Massenermittlung, geänderte Einheitspreise aufgrund von
Auftragsverhandlungen und eventuellen Nachlässen in die Arbeitskalku-
lation mit ein.³³

³² Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 149.

³³ Vgl. a.a.O., S. 305.

2.1.3 Hersteller und Produktion von Brettsperrholzprodukten

Die folgende Tabelle enthält jene BSP-Hersteller im deutschsprachigen Raum, welche derzeit über eine gültige Europäische Technische Zulassung (kurz: ETA) bzw. eine Deutsche Bauaufsichtliche Zulassung (Zulassungsnummer: Z-x.y-xyz) verfügen. Die detaillierte Betrachtung der Zulassungen wird in weiterer Folge im Kapitel 2.3.4 erläutert.

BSP-Hersteller	Bezeichnung der Zulassung	Gültig bis
Binderholz Bausysteme GmbH	ETA-06/0009	20.12.2016
	Z-9.1-534	06.10.2014
Stora Enso Timber Bad St. Leonhard GesmbH	ETA-08/0271	27.04.2014
	Z-9.1-559	13.01.2017
W. u. J. Derix GmbH + Co.	ETA-11/0189	10.06.2016
Finnforest Merk GmbH	ETA-10/0241	12.08.2015
Haas Fertigtbau GmbH	Z-9.1-404	10.11.2015
Eugen Decker – Holzindustrie KG	Z-9.1-721	25.09.2018
KLH Massivholz GmbH	ETA-06/0138	30.06.2016
Mayr-Melnhof Kaufmann GmbH	Z-9.1-638	01.01.2016
Merkle Holz GmbH	ETA-11/0210	05.07.2016
NORITEC Holzindustrie GmbH	ETA-12/0281	19.08.2017
Paul Stephan GmbH + Co. KG	Z-9.1-793	14.06.2016

Tabelle 2.1: Brettsperrholzersteller im deutschsprachigen Raum³⁴

Die Produktion von Holzelementen, wie Konstruktionsvollholz (kurz: KVH), Brettschichtholz (kurz: BSH) und Brettsperrholz (kurz: BSP) findet derzeit hauptsächlich an unterschiedlichen, vor allem dezentralen Produktionsstandorten der Hersteller, eher im ländlichen Raum, statt. Aufgrund dieser Produkte und der vorab getätigten Verarbeitungsweisen kann im Holzbau ein sehr hoher Vorfertigungsgrad erreicht werden.

Die folgende Abbildung gibt Aufschluss über die einzelnen Produktionsstandorte für KVH, BSH und BSP in Deutschland und Österreich, in wel-

³⁴ Vgl. BSP-Holz; Brettsperrholz (BSP, X-Lam)-Gültige Zulassungen. http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/gueltige-zulassungen/mn_45182. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.
Vgl. SCHIERMEYER, V.: State-of-the-art Report zur Verbindungstechnik bei Brettsperrholz. Bemessungskonzept. S. 19ff.

cher ersichtlich ist, dass es österreichweit bereits acht Produktionsstandorte gibt, die Brettsperrholz industriell herstellen.

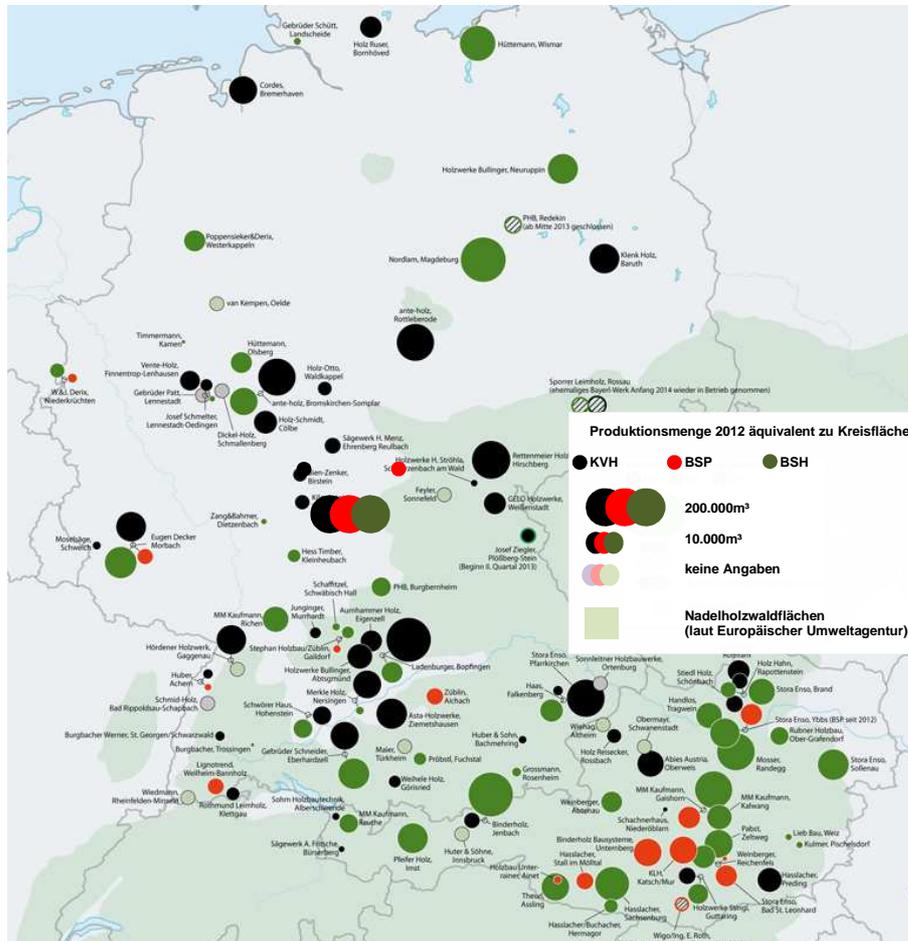


Abbildung 2.5: Produktionsstandorte von Bauholz³⁵

Laut einer Umfrage, durchgeführt von Holzbau Austria³⁶, waren 2013 über 60 % der Weltproduktion an industriell gefertigten BSP-Elementen aus Österreich, wobei aus der Statistik der Exportanteil von Brettsperrholz nicht ablesbar ist, was auf die fehlende flächendeckende Warennummer an den Produkten zurück zu führen ist. Österreich wird im Laufe der nächsten Jahre aufgrund von geplanten Nachrüstungen von bestehenden Anlagen aber auch Errichtung von Neuanlagen in Deutschland, Großbritannien, aber vor allem in Osteuropa und Übersee seine bedeu-

35 Timber-online.net; Marktanalysen-BSP weiter auf der Überholspur. <http://www.timber-online.net/?+BSP+weiter+auf+UEberholspur+id=2500%2C5345934%2C%2CY2Q9NTI%3D>. Datum des Zugriffs: 10.11.2014.

36 Vgl. Plackner H.; holzbauaustria, Österreichische BSP-Hersteller dominieren. http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_tnews%5Bt_news%5D=4991&chHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Zugriff am: 16.10.2014.

tende Stellung als derzeitiges weltweites Haupt-BSP-Herstellerland einbüßen.³⁷

Die folgende Abbildung zeigt eine Auflistung der produzierten BSP-Produkte führender BSP-Hersteller im deutschsprachigen Raum. Aus der Grafik ist zu entnehmen, dass zur Deckung des weltweiten BSP-Marktes derzeit rund 500.000 m³ BSP-Produkte pro Jahr produziert werden.

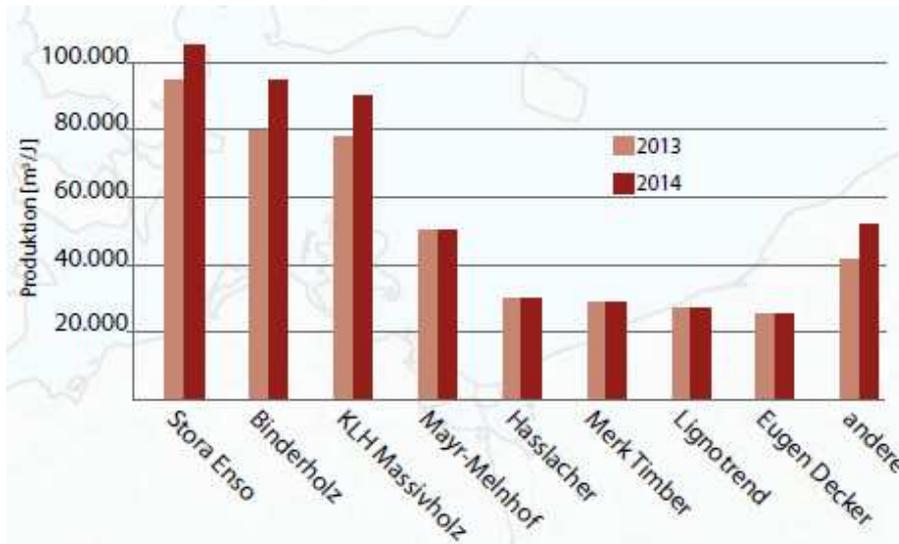


Abbildung 2.6: Brettsperrholzproduktion im deutschsprachigen Raum³⁸

Im Herstellwerk werden die Produkte bzw. die Elemente als Standardware, wie es prinzipiell das KVH und teilweise das schon seit längerem BSH ist, oder als Prototypen, wie es zum überwiegenden Teil derzeit noch BSP-Elemente sind, gefertigt. Die Herstellung von BSP-Platten bzw. BSP-Elementen erfolgt direkt nach Eingang der einzelnen Konstruktionszeichnungen, d.h. das Produkt wird auftragsbezogen und nicht als Massenprodukt standardmäßig hergestellt. Der sogenannte Abbund, d.h. Zuschnitt der BSP-Platten mit zusätzlichen Ausnehmungen für Türen, Fenster, Durchbrüche, Auflager für Stürze und Unterzüge sowie Nuten und Fräsungen und sonstigen Anforderungen, wird zum überwiegenden Teil bereits vom Herstellwerk übernommen.

Die Herstellung von BSP-Elementen selbst wird in Kapitel drei genau beschrieben.

³⁷ Vgl. Plackner H; holzbauaustria, Österreichische BSP-Hersteller dominieren. http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=4991&cHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Zugriff am: 16.10.2014.

³⁸ Knapp_verbinder.com; Service – Downloads - WALCO® V - Presse 2014. http://www.knapp-verbinder.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=41%3Awalco-v&Itemid=86. Datum des Zugriffs: 24.11.2014

Preisentwicklung von Brettsperrholz im Jahr 2014

Laut Angaben der Herstellwerke (Stand: Juni 2014) konnte im ersten Quartal des Jahres 2014 ein Umsatzplus zwischen 20 % und 30 % verzeichnet werden. Aufgrund der starken Nachfrage nach BSP-Produkten müssen zurzeit Lieferzeiten bis zu zwei Monaten und eine Preissteigerung um bis zu fünf Prozent, was wiederum einem Preisanstieg von rund 20 bis 25 €/m³ entspricht, vom Kunden oder verarbeitenden Holzbaubetrieben in Kauf genommen werden.³⁹

2.1.4 Logistik und Vorfertigung

Der moderne Holzbau und die dabei zum Einsatz kommenden Holzbauweisen zeigen, dass sich die Arbeit des heutigen Holzbauers (vom früheren Zimmerer) immer mehr von der Baustelle ins Herstellwerk verlagert. Damit verändert sich einerseits die Rolle des Holzbauers mit den sich verändernden Fertigungsprozessen und andererseits verlagern sich die Schnittstellen zwischen Planungs- und Ausführungsphase zeitlich nach vorne. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den möglichen Ort der Vorfertigung im heutigen Holzbau.⁴⁰

Systeme	Skelettbau / traditioneller Holzbau	Holzrahmenbau	Holzmassivbau
Im Produktionswerk/ Im Sägewerk	Herstellen der Balken, Bretter, Platten	Herstellen der Balken, Platten	Herstellen und Konfektionieren der Platten
Beim Holzbaubetrieb	Abbinden der Balken	Abbinden der Balken, Zuschneiden der Platten, Zusammenbau zu Elementen	-
Auf der Baustelle	Zusammenbau der Einzelteile	Montage der Elemente	Zusammenbau der Platten

Tabelle 2.2: Ort der Fertigung von Holzbausystemen⁴¹

Der hohe Vorfertigungsgrad im heutigen Holzbau bringt laut Ansicht zahlreicher betroffenen Experten und Mitwirkenden im Planungsprozess einen steigenden Planungsaufwand mit sich, was aber die Montagezeit

³⁹ Vgl. Plackner H.; timber-online.net, BSP weiter auf Überholspur. <http://www.timber-online.net/?id=2500,5345934>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014

⁴⁰ Vgl. SCHÖBER, P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz, 50/2013, S. 12f.

⁴¹ a.a.O., S. 13.

auf den Baustellen und somit die direkt beeinflussbaren Kosten deutlich reduzieren kann.⁴²

Die Vorfertigung von Holzelementen geht von der einfachen Fertigung von Stäben und Trägern, bis hin zu verleimtem Schichtholz. Einzelne Hersteller bieten teils sogar ein Gesamtkonzept einer Raumzelle an. Beim Einsatz von Holzrahmenbauelementen bzw. Brettspertholzprodukten ist der Gestaltungsfreiheit beauftragter Planer und Architekten kaum Grenzen gesetzt. In der folgenden Abbildung ist der mögliche Vorfertigungsgrad im Holzbau schematisch dargestellt.

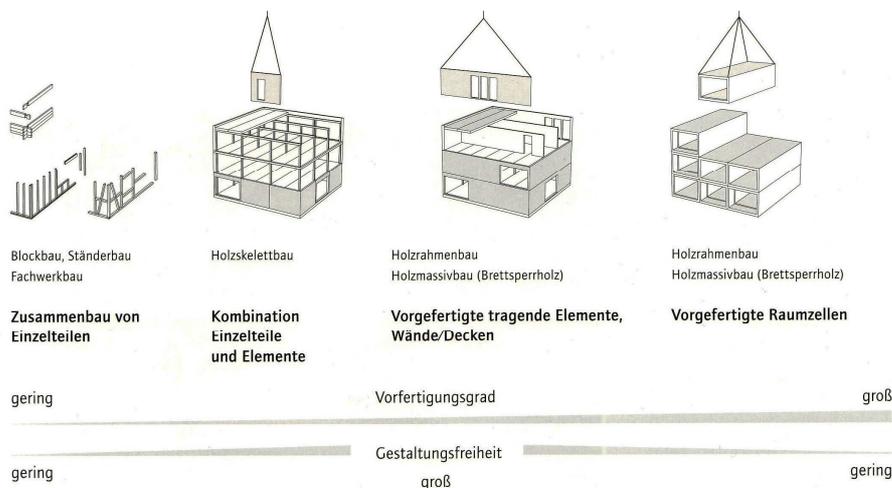


Abbildung 2.7: Logistik der Vorfertigung⁴³

Der Transport der hergestellten Holzelemente und Halbfertigteile muss für oftmals überbreite und überlange Transporte über Bundes-, Landes- und Gemeindestraßen realisierbar sein. Oft sind die Montageorte nur über schwierige teils enge Straßen und beschränkte Zufahrtswege erreichbar. Dieser Umstand kann eine maximale Bauteilabmessung vorgeben, was wiederum eine genaue Abstimmung zwischen Produktionsplanung und Transportlogistik erfordert.

Der Logistikaufwand für den Transport im Holzbau kann aufgrund unwirtschaftlicher Bedingungen durch zu lange Transportwege, Ansuchen um Sondergenehmigungen, etc. sehr groß sein, was wiederum mit hohen Kosten verbunden ist und die wirtschaftliche Frage in den Vordergrund rückt.

42 Vgl. SCHÖBER, P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz, 50/2013, S. 12f.

43 a.a.O., S. 12.

2.1.5 Übergabe des Werkes

Die Bauüberwachung als Vertretungsinstanz des Bauherrn, meist in Form einer örtlichen Bauaufsicht (kurz: ÖBA) oder eines Projektsteuereers (kurz: PS), ist im Zuge des Baufortschritts für Übergabe der Teil- und Gesamtleistungen zuständig.⁴⁴

Übergaben im Zuge der Holzbauausführung sollten parallel zum Bauablauf erfolgen, d.h. alle erbrachten Leistungen sind zu begutachten, zu beurteilen und zu dokumentieren, wobei eventuell vorhandene Mängel immer schriftlich zu dokumentieren sind, vorzugsweise in Form eines Abnahmeprotokolls.⁴⁵

Die Übergabe des Holzbauwerkes erfolgt nach Beendigung der Bauarbeiten, zumeist in Form einer gemeinsamen Begehung des Objektes und der Erstellung einer eventuellen Mängelliste in Form eines Übergabeprotokolls. Mit der Übergabe des Bauwerkes sind dem Bauherrn von der zuständigen Projektleitung alle erforderlichen Unterlagen, wie z.B. Prüfprotokolle, Auflistung der Gewährleistungsfristen, etc. zu übergeben.⁴⁶

In der Bauwirtschaft ist der Trend bezüglich der Vergabe von Bauleistungen von Nachunternehmern, meist vertreten durch traditionelle Handwerksbetriebe, in Richtung General- und teilweise Totalunternehmen und anderen gängigen Modellen bereits seit längerem eindeutig festzustellen, womit dieser, wenn nicht anders vereinbart, der einzige Ansprechpartner für den Auftraggeber ist.⁴⁷ Somit tritt in den meisten Fällen der Holzbau als Gewerk, sozusagen als Subunternehmen eines Generalunternehmers, in Erscheinung. Die Übergabe des Werkes erfolgt somit nicht direkt zwischen der ausführenden Holzbau- bzw. Montagefirma und dem Bauherrn, sondern zwischen dem Sub- und dem Generalunternehmer und in weiterer Folge zwischen Generalunternehmer und dem Bauherrn. Etwaige Verpflichtungen, wie die Gewährleistungspflicht, beginnen für den Generalunternehmer, welcher die fachgerechte Ausführung des gesamten Werkes dem Bauherrn schuldet, mit der Fertigstellung und der Übergabe des Baus, während die Gewährleistungspflicht von Subunternehmen, die ihre Teilleistungen bereits vor der Fertigstellung des Gesamtbauwerkes erbracht haben, schon früher beginnt und somit auch früher verfällt. Bei eventueller Mängelhaftung gegen Ende der Gewährleistungspflicht des Generalunternehmers kann sich dieser nicht mehr an den Subunternehmer wenden, wobei dies sehr stark

44 Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master) Skriptum. S. 337ff.

45 Vgl. a.a.O., S. 337ff.

46 Vgl. a.a.O., S. 337ff.

47 Vgl. a.a.O., S. 68f.

von der Vertragsgestaltung zwischen General- und Subunternehmer abhängig ist.⁴⁸

An dieser Stelle wird auf die ÖNORM B 2110⁴⁹ verwiesen, welche beim Großteil der Bauvorhaben in Österreich die Vertragsgrundlage bildet. In dieser Norm wird der Anwendungsbereich der allgemeinen Vertragsbestimmungen für Bauleistungen genau erläutert.

48 Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master) Skriptum. S. 121.

49 ÖNORM B 2110 -1, 2013-03-15; Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm.

2.2 Holzbauweisen im mehrgeschossigen Wohnbau

Die grundsätzliche Einteilung der Holzbauweisen erfolgt über die Gliederung in die sogenannte Holz-Leichtbauweise und in die sogenannte Holz-Massivbauweise, wobei bei beiden Bauweisen die Lastabtragung entweder stabförmig oder vorwiegend flächenförmig über einzelne Elemente erfolgt. Die Bezeichnung der Holzbauweisen basiert grundsätzlich nach Ausführung der Tragkonstruktion.

Der Unterschied der Bauweisen zwischen dem Holz-Leichtbau (kurz: Holz-LBW) und dem Holz-Massivbau (kurz: Holz-MBW) liegt in der Lage der eingesetzten Dämmebene. So kommt es bei der massiven Ausführung zu einer klaren Trennung zwischen Dämmebene und Tragstruktur. Dabei übernehmen die massiven, zum überwiegenden Teil großformatigen und flächenhaften Elemente, die statische Tragfunktion. Die Dämmebene wird direkt auf den Elementen angebracht. Im Gegensatz dazu liegt bei der Holz-Leichtbauweise die Dämmebene innerhalb der Tragstruktur. Die Tragfunktion übernehmen stabförmige, lastabtragende Holzprodukte, die wiederum beidseitig mit flächigen, meist dünnen Plattenwerkstoffen, beplankt werden. Bezüglich technischer Anforderungen, wie Wärme- und Schallschutz, sind beide Bausysteme sehr anpassungsfähig und durchaus vergleichbar.⁵⁰

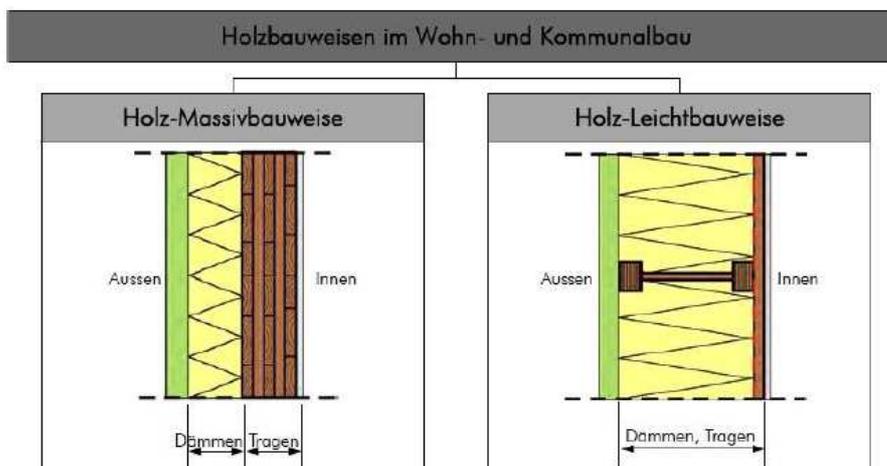


Abbildung 2.8: Grundlegende Einteilung der Holzbauweisen⁵¹

Die beiden Holzbauweisen können als Überbegriff verstanden werden, da sie stellvertretend für eine große Anzahl verschiedener Bauweisen im Holzbau stehen.

⁵⁰ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 111.

⁵¹ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. A-7.

Eine weitere Untergliederung der Holzbauweisen ermöglicht die Kategorisierung laut folgender Abbildung in die Skelettbauweise und in die Rahmenbauweise, welche beide zur Übergruppe der Holz-Leichtbauweise zählen und der Holz-Massivbauweise oder auch oftmals Massivholzbauweise genannt.

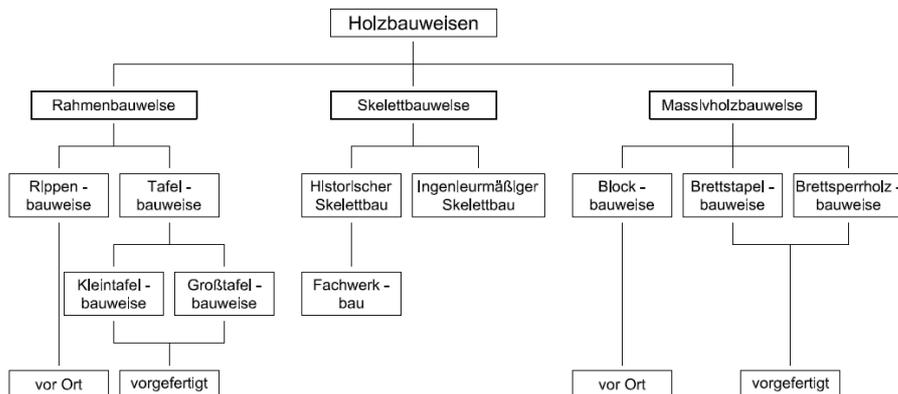


Abbildung 2.9: Einteilung der Holzbauweisen im Wohnbau⁵²

In den weiteren Kapiteln werden die allgemeinen Anwendungen aller Holzbauweisen im Wohnbau näher dargestellt.

2.2.1 Rahmenbauweise

Die Rahmenbauweise ist bis heute die vorherrschende Bauweise im Holzbau in Europa, was auf den Umstand der großen Gestaltungsfreiheit, sowohl im Grundriss, als auch in den Elementen selbst, zurückzuführen ist. Die Holzrahmenbauweise ist ein Leichtbausystem, welches aufgrund der meist geringen Wandstärken flächensparend ist und mit dem ein- und mehrgeschossige Gebäude mit entsprechend unterschiedlichen Konstruktionsausführungen einfach realisiert werden.⁵³

Das Grundprinzip in der Konstruktion besteht aus einem Holzrahmen, welcher aus einer liegenden Schwelle, stehenden Ständern und einem obenliegenden Rähm⁵⁴ besteht. Eine entsprechende Beplankung mit Spanplatten⁵⁵ (z.B. Grobspanplatten⁵⁶ oder Sperrholzplatte⁵⁷) oder auch

52 TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettspertholz im Geschoßbau, Fokus Bauphysik. S. 2.

53 Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise. S. 5.

54 Der Rähm bildet den oberen Abschluss der Holzrahmenkonstruktion und übernimmt die Aufgabe des Längsverbandes (Aufnahme und Ableiten der auftretenden horizontalen Schubkräfte).

55 Spanplatten sind Holzwerkstoffe aus Holzspänen, die mit der Zugabe von Klebern unter Wärme und Druck hergestellt werden.

56 Grobspanplatten (kurz: OSB) sind Holzwerkstoffe, die aus ausgerichteten, langen, schlanken Spänen hergestellt werden. (OSB steht für engl.: *oriented strand board* bzw. *oriented structural board*., was bedeutet: „Platte aus ausgerichteten Spänen“)

57 Sperrholzplatte (auch als Tischlerplatte und Furnierplatte bekannt) besteht aus einer geraden oder ungeraden Anzahl an verleimten Lagen aus Holzwerkstoffen.

Gipskarton-Bauplatten⁵⁸ (kurz: GKP), welche abhängig von den statischen, konstruktiven, haustechnischen und bauphysikalischen Anforderungen stark variieren können, vollendet die Konstruktion. In dieser Bauweise wird die Lastabtragung über den Rahmenaufbau mit den Rippen und den Schwellen gewährleistet, die Aussteifung und somit horizontale Lastabtragung des Systems übernimmt die Beplankung. Der prinzipielle Aufbau ist in der folgenden Abbildung dargestellt, woraus ersichtlich ist, dass in der Regel der Holzrahmen immer geschossweise ausgeführt wird.⁵⁹

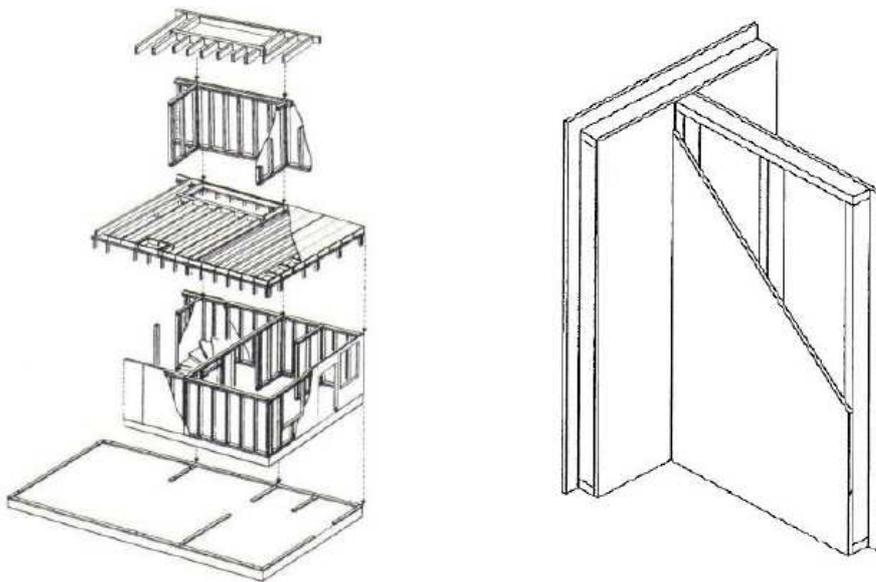


Abbildung 2.10: Konstruktionsprinzip der Rahmenbauweise (links) und Rohbauelement (rechts)⁶⁰

Die Ausführung eines Rahmenbaus lässt einen schlanken Konstruktionsaufbau zu, da die Dämmebene in der Tragstruktur liegt. Bezüglich der bauphysikalischen Anforderungen, wie Feuchtigkeits-, Brand- und Schallschutz, muss der Schichtaufbau dementsprechend den klimatischen, brandschutztechnischen und akustischen Bedingungen angepasst sein. Dieser Umstand benötigt eine genaue Planung und eingehende bauphysikalische Betrachtung im Voraus, sowie eine exakte Ausführung der Elemente in der Vorfertigung.

Die Holzrahmenbauweise ermöglicht, aufgrund seiner einfachen Ausführung der Einzelkomponenten einen eher hohen Vorfertigungsgrad, welcher prinzipiell nur durch die haustechnischen und bauphysikalischen Anforderungen und den Möglichkeiten des Transportes begrenzt ist. Der

⁵⁸ Gipskarton-Bauplatten sind Plattenbaustoffe bestehend aus Gips mit beidseitigem Kartonage-Bezug.

⁵⁹ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 5ff.

⁶⁰ Vgl. a.a.O., S. 5.

Vorfertigungsgrad reicht somit von der eher seltenen Baustellenfertigung bis hin zum komplett fertigen Wand- bzw. Deckenelement, was vor allem im mitteleuropäischen Raum den Standard darstellt. In den seltensten Fällen werden gesamte Raumzellen als fertige Module hergestellt, wobei eine zunehmende Tendenz erkennbar ist. Fast immer werden in den fertigen Elementen bereits sämtliche Elektro- und Wasserinstallationen, sowie die Innenbeplankung und auch die Fassade, teilweise sogar die Fenster, im Werk eingebaut.⁶¹

▪ Rippenbauweise

Elemente in Rippenbauweise werden zum Großteil direkt auf der Baustelle gefertigt, da das System nur aus eng stehenden Ständern aus Holz und beidseitiger Beplankung aus Plattenwerkstoffen aus Gips oder Holz bzw. Holzwerkstoffen besteht. Der Vorteil dieser Bauweise liegt im einfachen technischen Aufwand in der Herstellung, hat jedoch den Nachteil eines sehr geringen Vorfertigungsgrades und der spezifischen baustellenbedingten Umwelteinflüsse bei der Fertigungsausführung.⁶²

▪ Tafelbauweise

In der Tafelbauweise handelt es sich um geschosshohe, meist geschlossene Fertigteilelemente, welche direkt und zu annähernd 100 % vorgefertigt im Produktionsbetrieb hergestellt werden. Sie bestehen aus einem Holzrahmen mit zwischenliegender Dämmung, darin eingebauter Wasser-, Heizung- und Elektroinstallationen und außen- und innenliegender Beplankung. Die Größenordnung der Elemente ist durch die Produktionsmöglichkeit einzelner Hersteller, sowie durch den Transport bestimmt. Meist werden Standardelemente bis zu einer Höhe von 2,5 m und einer Länge von ca. 13,0 m hergestellt, da dies die Abmessungen eines Standard-LKW's darstellen und somit noch keine Genehmigung für einen Sondertransport erforderlich ist. Die Montage vor Ort wird meist mittels Autokran durchgeführt. Der hohe Vorfertigungsgrad bringt eine erhebliche Reduktion der Montagezeit mit sich.⁶³

▪ Raumzelle

Das Prinzip der Raumzelle beruht auf dem Prinzip der Tafelbauweise mit einem noch höheren Vorfertigungsgrad. Die Hersteller fertigen im Werk bereits die einzelnen Elemente, bestehend aus dem Boden, den Wänden und der Decke zu einem fertigen Raummodul an. Aufgrund der Transportmöglichkeiten sind die Abmessungen einer fertigen Raumzelle

⁶¹ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 5ff.

⁶² Vgl. a.a.O., S. 5ff.

⁶³ Vgl. a.a.O., S. 5ff.

stark beschränkt, wenn es zu keinem überbreiten Transport kommen soll. Das Prinzip der Raumzelle findet auch bei anderen Bauweisen, wie beispielsweise der Massivholzbauweise, mittlerweile des Öfteren Anwendung.

Die Vor- und Nachteile der Rahmenbauweise weist folgende Charakteristika auf.⁶⁴

Vorteile:

- Gestaltungsfreiheit des Innenraums
- Variable Größen von Öffnungen für Fenster und Türen
- Günstige Herstellungskosten durch den Einsatz von Modulsystemen
- Leicht anpassungsfähige Wandstärken an unterschiedliche, bauphysikalische Anforderungen
- Führung der Installationen in der Tragebene ohne Platzverlust
- Vorhandene und etablierte standardisierte Lösungen
- Kurze Bauzeit durch hohen Vorfertigungsgrad
- Trockene Bauweise im Vergleich zur mineralischen Bauweise

Nachteile:

- Schlanke und leichte Wände erfordern im mehrgeschossigen Wohnbau oft zusätzliche Sicherungsvorkehrungen gegen Abheben in Folge von Windbeanspruchung an Wand und Dach
- Besondere Beachtung bei geschossweiser Ausführung auf die Fugenausbildung im Wand-Decke-Wand Bereich
- Geringe Maßtoleranz
- Je nach Transportabmessungen Bedarf für große Hebezeuge
- Zerlegbarkeit der Einzelelemente durch große Schichtanzahl problematisch im Falle des Abbruchs
- Einsatz vieler Folien- und Abdichtungssysteme für Diffusionssperre-/bremse

Die Rahmenbauweise findet im deutschsprachigen Raum vor allem in der klassischen Fertighausindustrie ihr Hauptanwendungsgebiet. Sie

⁶⁴ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 5ff.

wird aber aufgrund des hohen Eigenfertigungsanteils auch von den meisten Zimmerei- und Holzbaubetrieben in den unterschiedlichsten Varianten und Ausprägungen verwendet. Sie stellt derzeit nach wie vor den größten Prozentsatz im Holzwohnbau dar, wie aus der nachfolgenden Datenerhebung, durchgeführt von Holzforschung Austria aus dem Jahr 2008, hervorgeht.

Systeme (in %)	Skelett- bau	Blockbau	Holzrah- menbau	Holzmas- sivbau (BSP)
Einfamilienhäuser	1	10	84	4
Mehrfamilienhäuser	0	1	94	5
Um- und Zubauten (z. B. Carports)	62	10	26	2
Öffentliche Bauten	37	3	55	5
Gewerbe- und Industriebauten	16	6	73	5
Landwirtschaftliche Zweckbauten	26	3	70	1

Tabelle 2.3: Anteil der verschiedenen Holzbauweisen⁶⁵

2.2.2 Skelettbauweise

Die Holzskelettbauweise besteht grundsätzlich aus einem Stabsystem, das aus tragenden, vertikalen Stützen und tragenden, horizontalen Trägern besteht. Die Beplankung wird mit nicht tragenden und nicht der Aussteifung dienenden Elementen vorgenommen.⁶⁶

Das Grundprinzip der Konstruktion beruht auf einem Großraster in der Tragstruktur. Heutzutage kommt vor allem Brettschichtholz in Kombination mit hochbelastbaren Verbindungsmitteln zum Einsatz, wodurch Stützenabstände bis zu zwölf Metern und durchaus mehr realisierbar sind. Die Tatsache, dass die Beplankung, im Gegensatz zur Holzrahmenbauweise, keine lastabtragenden und aussteifenden Funktionen erfüllt, bedingt einer besonderen Beachtung in der grundlegenden Konstruktion, wie in folgender Abbildung ersichtlich ist.⁶⁷

⁶⁵ SCHÖBER, P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz, 50/2013. S. 12.

⁶⁶ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 7ff.

⁶⁷ Vgl. a.a.O., S. 7ff.

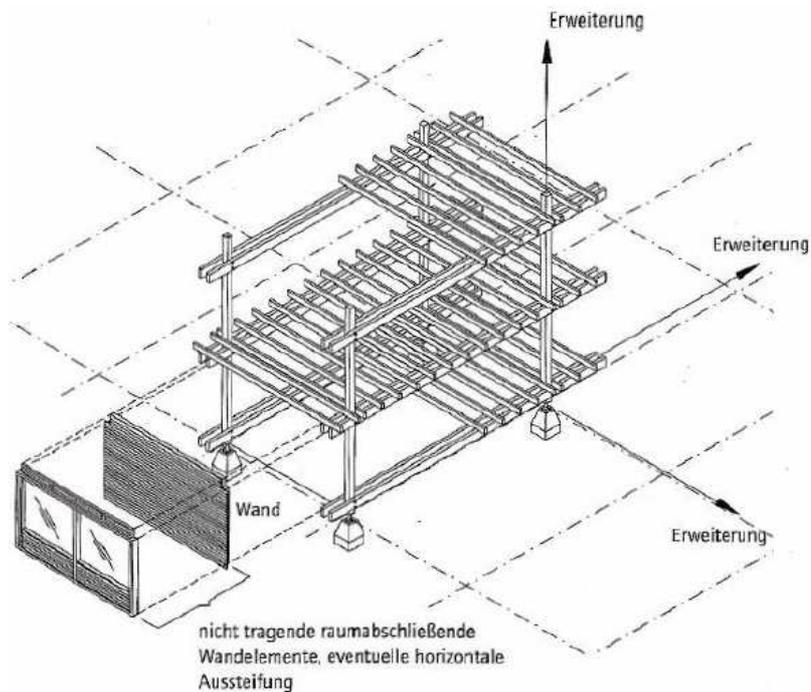


Abbildung 2.11: Grundprinzip des Skelettbaus⁶⁸

Der Aufbau aus tragenden Stützen und Trägern in Kombination mit nicht-tragenden, raumabschließenden Elementen führt zu einer meist großen Anzahl an Fugen. Dieser Umstand stellt bezüglich Wärme-, Feuchtigkeits- und Schallschutz eine besondere Herausforderung an die Bauphysik der Gebäude dar. Es muss somit auf die Ausbildung dieser Fugen ein großes Augenmerk gelegt werden.

Der Skelettbau bietet die Möglichkeit eines hohen Vorfertigungsgrades, da im Herstellwerk der komplette Abbund der einzelnen Stützen und Träger bis hin zur Fertigung der raumabschließenden Elemente durchgeführt werden kann.

⁶⁸ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschöbiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 54.

Die Skelettbauweise weist folgende Vor- und Nachteile auf:⁶⁹

Vorteile:

- Gestaltungsfreiheit des Innenraums durch geringere Stützenanzahl
- Gestaltungsfreiheit durch eine variable Raster- und Modulanordnung
- Veränderbare Grundrissgestaltung durch leicht versetzbare, nicht-tragende Zwischenwände mit großer Nutzungsanpassung
- Beliebig erweiterbar
- Lastübertragung durch die Stützen ermöglicht punktuell angeordnete Fundamente mit weniger Aushub und einer geringeren Anzahl an Fundamenten
- Offene Tragstruktur ermöglicht den Einsatz von großen transparenten Außenflächen
- Anpassbarer Vorfertigungsgrad

Nachteile:

- Eine hohe Anzahl an Fugen erfordert ein besonderes Augenmerk auf die Fugenausbildung
- Zahlreiche aufwendige, oft komplexe Knotenpunkte in der Tragstruktur
- Meist nur in Kombination mit anderen Bauweisen realisierbar. Herstellung der raumumschließenden Wände z.B. mit Rahmenbauelementen
- Im Brandfall wird die freistehende Tragstruktur von allen Seiten beansprucht (umseitiger Abbrand); Das erfordert größer dimensionierte Querschnitte
- Längere Bauzeit im Vergleich zum Rahmenbau
- Unterschiedliches Schwind- und Quellverhalten einzelner Bauteile
- Witterungsabhängige Baustellenmontage

Generell wird diese Art der Holzkonstruktion eher selten eingesetzt, da die raumumschließenden Elemente bei entsprechender Ausbildung für aussteifende Zwecke sinnvollerweise eingesetzt werden, was in der

69 Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 7ff.

Aussteifung der Haupttragkonstruktion einen Kostenvorteil mit sich bringen kann.

2.2.3 Holz-Massivbauweise

Die heute als jüngste und oftmals gleichzeitig als modernste Form bekannte Holz-Massivbauweise ist das Bauen mit großformatigen Vollholzelementen. Als Grundmaterial werden Holzbretter verwendet, die dabei entweder mehrlagig-parallel oder mehrlagig-gekreuzt miteinander starr verbunden sind. Für diese Aufbauten, oft auch als Brettstapelholz bezeichnet, lassen sich die verschiedenen Produkte wie Brettschichtholz (kurz: BSH) oder Brettsperrholz (kurz: BSP) ableiten.⁷⁰

Das Grundprinzip der Konstruktion beruht auf den großformatigen Holzmassivbauteilen, welche nicht nur die Lastabtragung in vertikaler Ebene gewährleisten, sondern auch zusätzlich die Aussteifung der Tragstruktur übernehmen. Aufgrund dieser statischen Vorzüge und der Vielzahl an Möglichkeiten bezüglich der Verbindungs- und Fügechnik werden im modernen mehrgeschossigen Holzbau fast ausschließlich Holzmassivbauteile meist mit dem Produkt Brettsperrholz realisiert.⁷¹

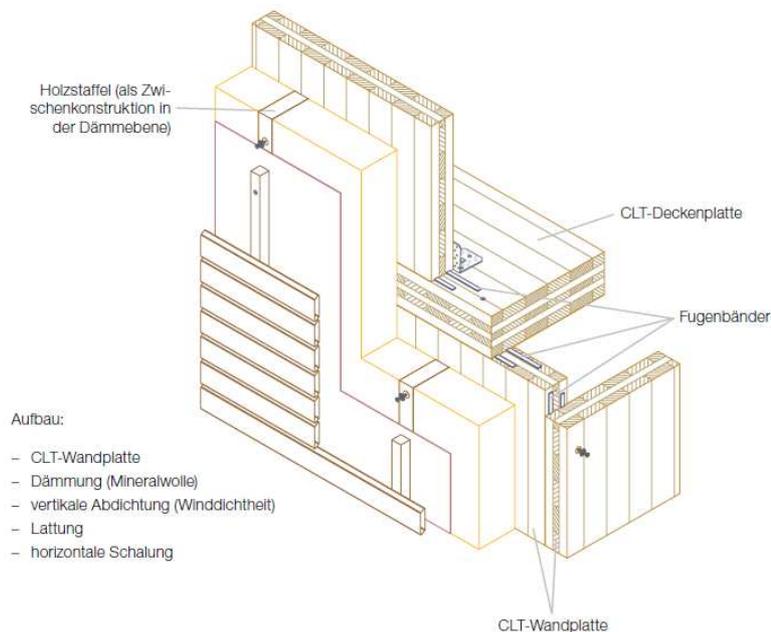


Abbildung 2.12: Prinzipieller Aufbau einer mehrlagigen Brettsperrholzkonstruktion⁷²

70 Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 8ff.

71 Vgl. a.a.O., S. 8ff.

72 Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 63.

Im Regelfall wird die eingesetzte Wärmedämmung an der Außenseite des BSP-Elementes angebracht, was wiederum eine gute Anpassung an die Wärmedämm- und Wärmeschutzvorgaben durch die Variation der Dämmstärken ermöglicht. Durch die Produkteigenschaften, welche sich aus dem Herstellungsprozess ergeben, kann Brettsperrholz als luftdicht angesehen werden. Die außenliegende Wärmedämmung muss mittels der Fassadenkonstruktion vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Bezüglich des Schallschutzes müssen, speziell aufgrund des Trittschalls, Decken ausreichende Maßnahmen zur Vermeidung von schallübertragenden Schnittstellen hin zu Wänden und anderen aufgebauten Bauteilen gesetzt werden.⁷³

Die massiven, großformatigen Vollholzelemente werden ausschließlich im Werk hergestellt, wo zum überwiegenden Teil auch der Abbund stattfindet. Die generellen Ausbauarbeiten, wie beispielsweise die Aufbringung der Wärmedämmung, finden zur Zeit hauptsächlich direkt auf der Baustelle statt, wobei die Möglichkeit einer werksseitigen Vorfertigung einzelner Ausbaustufen, beispielsweise der Aufbringung der Dämmung sowie der Einbau von Elektro- und Wasserinstallationen, bestehen, was zur Zeit aber noch selten zum Einsatz kommt.

Im europäischen Raum sind die eingesetzten Massiv-Holzbauweisen im mehrgeschossigen Holzbau die Brettstapelbauweise und die Brettsperrholzbauweise. Die Blockbauweise, die auch zu den Vertretern der massiven Bauweise zählt, spielt im mehrgeschossigen Wohnbau nur noch eine untergeordnete Rolle und gilt heute als historisch.

▪ Brettstapelbauweise

Bei der Brettstapelbauweise werden einzelne Bretter hochkant verlegt und miteinander verleimt, vernagelt oder gedübelt. Prinzipiell ist ein Brettstapelement ein vollflächiges Element, das eine einachsige Tragwirkung aufweist und somit automatisch ohne zusätzliche Maßnahmen keine Scheibenwirkung ausbildet. Dadurch erscheint der Einsatz eines Brettschichtholzträgers, der um 90 Grad gedreht horizontal eingebaut wird, vor allem als Deckenelement im mehrgeschossigen Wohnbau als sinnvoll. Zur Herstellung von Brettstapelementen werden, je nach Hersteller, Bretter mit den Stärken 24 mm bis 60 mm herangezogen. Die Elementabmessungen richten sich nach den möglichen Transportabmessungen, wobei Abmessungen in der Breite von bis zu 2,5 m und in der Länge bis zu 13,5 m möglich sind.⁷⁴ Aufgrund des großen Schwindverhaltens quer zur Spanrichtung werden üblicherweise Elemente bis zu einer Breite von 65 cm eingesetzt.

⁷³ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 8ff.

⁷⁴ Vgl. a.a.O., S. 8ff.

▪ Brettsperrholzbauweise

Bei der Brettsperrholzbauweise werden einzelne Brettsperrholzplatten, welche, im Regelfall aus um 90° gedrehten kreuzweise verklebten Brettern bestehen, eingesetzt. Durch diese Anordnung bildet das Brettsperrholz im Gegensatz zum Brettschichtholz eine Scheibenwirkung aus, womit sich dessen Einsatz im mehrgeschossigen Hochbau nicht nur als Deckenelement, sondern auch als tragendes, aussteifendes Wandelement anbietet.⁷⁵

An dieser Stelle wird auf die ausführliche Darstellung dieser Bauweise im nachfolgenden Kapitel verwiesen.

Die Holz-Massivbauweise weist folgende Vor- und Nachteile auf:⁷⁶

Vorteile:

- Platten- und Scheibentragwirkung
- Hohes Maß an Vorfertigung möglich
- Homogenisierung der mechanischen und biophysikalischen Eigenschaften des Werkstoffes Holz
- Verwendung von „minderwertigem“ Holz, der sogenannten Brettseitenware, möglich
- Raumabschließende Funktion
- Hohe speicherwirksame Masse
- Gut kombinierbar mit anderen Bauweisen
- Hohe statische Belastbarkeit

Nachteile

- Hoher Holzverbrauch pro m² Bauteil
- Hohe Kosten des Grundproduktes
- Große Transportabmessungen
- Schweres Gerät zum Versetzen auf der Baustelle erforderlich
- Zur Zeit noch geringer Vorfertigungsgrad gesamter Wandaufbauten

⁷⁵ Vgl. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . S. 8ff.

⁷⁶ Vgl. a.a.O., S. 8ff.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass speziell in Mitteleuropa die sogenannte Tafelbauweise, in Österreich auch als Rahmenbauweise bekannt, mit vorgefertigten Elementen im Einfamilienhausbau und die Holz-Massivbauweise mit vorgefertigten Elementen im mehrgeschossigen Wohnbau derzeit hauptsächlich zum Einsatz kommt, wobei die Skelettbauweise für den Wohnungsbau eher eine untergeordnete Rolle spielt.⁷⁷

Der Einsatz einer Mischform jener genannten Systeme, aber auch Kombinationen mit mineralischen Baustoffen bietet jenen Vorteil, dass beispielsweise beim Geschossbau in der sogenannten Schottenbauweise⁷⁸, lastabtragende Bauteile aus Brettsperreholzelementen und die bauphysikalischen, wärmeschutztechnischen Bereiche aus Rahmenelementen Anwendung finden.⁷⁹

Ebenso wäre an dieser Stelle das System von Holz-Beton-Verbundbauteilen, hauptsächlich bei Decken eingesetzt, zu nennen, wobei in dieser Arbeit nicht näher darauf eingegangen wird.

77 Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperreholz im Geschoßbau, Fokus Bauphysik. S. 2.

78 Bei der Schottenbauweise werden tragende Wände in Querrichtung angeordnet um die Lasten der Geschosdecken und des Daches über die Schotten (Scheibe) abgetragen zu können.

79 Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperreholz im Geschoßbau, Fokus Bauphysik. S. 2.

2.3 Brettsperrholzbauweise

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über grundlegende statische und bauphysikalische Eigenschaften von Brettsperrholz, dessen Produktion und zugehörige Qualitätskriterien. Dabei werden neben dem eingesetzten Rohmaterial auch die Logistik, sowie die derzeit eingesetzte Montage- und Verbindungstechnik von Brettsperrholz beschrieben. Abgeschlossen wird das Kapitel mit den Grundlagen zur REFA-Analyse und zur Kalkulation im Holzbau.

Für den relativ jungen Baustoff Brettsperrholz werden nach wie vor, aufgrund der Entwicklungen in den letzten Jahren, viele verschiedene Bezeichnungen verwendet. Als herstellerunabhängige Bezeichnungen werden im deutschsprachigen Raum die Begriffe Brettsperrholz (kurz: BSP) sowie die englische Cross Laminated Timber (kurz: CLT) verwendet. Alle anderen Bezeichnungen wie Kreuzlagenholz (kurz: KLH), Dickholz oder X-Lam sind Produktbezeichnungen unterschiedlicher Hersteller, wobei auch CLT korrekterweise eine Firmenbezeichnung ist.

2.3.1 Allgemeine technische Grundlagen

Brettsperrholz wird aus einzelnen festigkeitssortierten Brettern, den sogenannten Lamellen, lagenweise aufgebaut. Die Lagenanzahl ist immer ungerade, dabei variabel gestaltbar und vom Produkt, den statischen Erfordernissen und gegebenenfalls von den Wünschen der Auftraggeber (kurz: AG) und auch Tragwerksplaner abhängig. In der Regel handelt es sich um drei-, fünf- oder sieben-schichtige Elemente, wobei die einzelnen Brettlamellen typischerweise rechtwinklig zueinander verdreht sind und flächig miteinander verklebt werden.⁸⁰

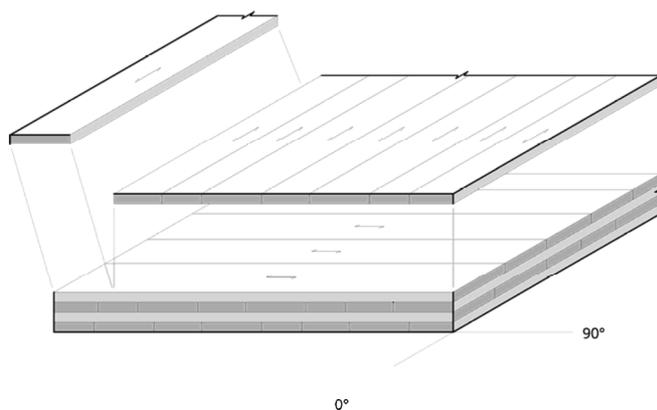


Abbildung 2.13: Prinzipieller Aufbau von Brettsperrholz⁸¹

⁸⁰ Vgl. PRO HOLZ: Brettsperrholz Bemessung - Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. S. 8.

⁸¹ Vgl. PROHOLZ AUSTRIA; WALLNER-NOVAK, MARKUS; KOPPELHUBER, JOSEF; POCK, KURT; Brettsperrholz Bemessung - Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Informationsbroschüre. S. 8.

Zum Einsatz kommen derzeit bei fast allen Herstellern hauptsächlich die Holzarten Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche, wobei die zwei Letztgenannten eine eher untergeordnete Rolle einnehmen. Die Stärke der einzelnen Bretter bewegt sich zwischen 19 mm und 45 mm, was Elementstärken zwischen 57 mm und 400 mm ergeben kann. Bei typischen BSP-Elementen in drei- oder fünf-schichtiger Ausführung ergeben sich somit Elementstärken zwischen 57 mm und 400 mm. Bei handelsüblichen Deckenaufbauten von BSP-Elementen in fünf- oder sieben-schichtiger Ausführung beträgt die Elementstärke zwischen 140 mm und 200 mm. Die Elementabmessungen variieren teils sehr stark zwischen den einzelnen Produzenten, sind aber auch durch die maximalen Transportabmessungen und den Montagegegebenheiten definiert und damit eingeschränkt. Die Standardabmessungen, die vom Großteil der Lieferanten gefertigt werden, liegen bei einer Breite zwischen 2,40 m und 3,0 m und einer Länge zwischen 12,0 m und 20,0 m.⁸²

Brettsperrholz wird zurzeit von allen Herstellern als flächiger Baustoff in ebener Form hergestellt. Einige wenige Lieferanten bieten auch gebogene bzw. geformte BSP-Elemente an.



Abbildung 2.14: fünf lagiges BSP-Element⁸³

Aufgrund der Variation der Längs- und Querlagen innerhalb der BSP-Elemente ergeben sich unterschiedliche Aufbauten, welche einerseits das Angebot für den einzelnen Kunden erhöhen, andererseits eine Optimierung der statisch konstruktiven und brandschutztechnischen Faktoren zulassen. Die Herstellung und Kennwerte der BSP-Elemente ist in den jeweiligen technischen Zulassungen eindeutig geregelt, wodurch

⁸² Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau, Fokus Bauphysik. S. 3.

⁸³ Mayr-Melnhof Holz Leoben, GmbH/Produktkatalog/Brettsperrholz. <http://4118.at.all.biz/brettsperrholz-g26625>. Zugriff am: 13.10.2014.

mechanische Anforderungen und Verwendungsmöglichkeiten standardisiert sind.⁸⁴

Derzeit gibt es allerdings weltweit noch keine eindeutige gültige Norm, welche die Berechnung und Herstellung von BSP eindeutig regelt. Es liegt lediglich ein vielfach diskutierter Normenentwurf, die ÖNORM EN 16351⁸⁵, vor.

Folgend werden die Vorteile benannt, welche das Bauen mit BSP-Elementen mit sich bringt:

Eine Konstruktion mit BSP bietet folgende Vorteile:⁸⁶

- Es findet eine Aussteifung des Gebäudes bei gleichzeitiger Ableitung der vertikalen Lasten statt.
- Es werden einfache Anschlussmöglichkeiten möglich, da man an keine Raster gebunden ist, wie beispielsweise bei Rahmenelementen.
- Diese Bauweise ermöglicht ein flächiges und räumliches „Denken“ im Bauen mit einem aus stabförmigen Produkten hergestellten Element.
- Horizontale Kräfte, wie Wind- und Erdbebenlasten, sind über die großflächigen Deckenelemente konstruktionseinfach in die vertikalen Wandscheiben und weiter in die Fundamente ableitbar.

Bezüglich der Kostenoptimierung sollten in der Planung mit BSP folgende Grundsätze Beachtung finden:⁸⁷

- Der Einsatz von wirtschaftlichen Spannweiten, welche bei Brettsperrholzdecken bis rund 6 m liegt, ist erstrebenswert.
- Tragende Wandscheiben sollten stets übereinander angeordnet werden.
- Fensteröffnungen sollten stockwerkübergreifend übereinander liegen.
- Balkone sind aus bauphysikalischer Sicht immer dem Objekt vorzusetzen.

84 Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau, Fokus Bauphysik. S. 3.

85 Entwurf ÖNORM EN 16351, 2012-01-01; Holzbauwerke – Brettsperrholz - Anforderungen.

86 Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau, Fokus Bauphysik. S. 3f.

87 Vgl. a.a.O., S. 4.

Weitere Vorteile betreffend der Konstruktion und den bauphysikalischen Eigenschaften mit BSP, lauten folgend:⁸⁸

- Statische Vorzüge sind aufgrund der Möglichkeit der Herstellung von einfachen Wand-, Decken und Dachelementen vorhanden.
- Es können einfache Schichtaufbauten durch eine klare Trennung zwischen der Tragstruktur und der Dämmebene realisiert werden.
- Es ist prinzipiell eine einfache Fügechnik, sowie eine hohlraumfreie Konstruktion möglich.
- Es kann eine gute Luftdichtheit des Gebäudes ohne zusätzliche strömungsdichtende Bahnen erreicht werden.

2.3.2 Herstellung und Produktion von Brettsperrholz

Die Herstellung von BSP umfasst mehrere voneinander unabhängige Produktionsschritte, welche auch teilweise an unterschiedlichen Produktionsstandorten durchgeführt werden.

Die im Folgenden zusammengestellten Klassifizierungen dienen dem Fachplaner zur Erreichung eines durchdachten konstruktiven Holzschutzes, welcher generell im Holzbau und daher auch im Bauen mit BSP, anzustreben ist. Dies dient der Realisierung der wirtschaftlichen und ökologischen Ziele eines Projekts und einem fehlerfreien Einsatz des Baustoffs Holz im Bauwesen.

▪ Gebrauchsklassen

Die Einteilung in die sogenannten Gebrauchsklassen (kurz: GK) des Holzes hängt hauptsächlich von den Umgebungsbedingungen ab, welchen die Holzbauteile während ihrer Verwendung ausgesetzt sind. Aus den Umgebungseinflüssen lassen sich auch mehr oder weniger große Schadenswahrscheinlichkeiten ableiten. Die Gebrauchsklassen sind normativ in der ÖNORM B 3802-2⁸⁹ geregelt und in der folgenden Tabelle gelistet.

⁸⁸ Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschosßbau, Fokus Bauphysik. S. 4.

⁸⁹ ÖNORM B 3802-2, 2014-06-01; Holzschutz im Bauwesen - Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes.

GK	Beanspruchung des Holzes	Gefährdung durch	Beispiele
0	Keine statische Belastung, HF unter 10 %		Trockener Wohnbereich z.B. Möbel, Holzböden etc.
1	Statisch belastetes Holz, HF unter 20 % mittlere rel. LF bis 70 %	Insekten	Tragende oder aussteifende Innenbauteile, tragende Decken
2	Statisch belastetes Holz, HF zeitweise über 20 %; mittlere rel. LF über 70 %	Insekten und Pilze	Innenräume mit höherer Luftfeuchtigkeit, geschützter Außenbereich
3	HF häufig über 20 %, direkte Regen- und Sonnenbelastung, kein dauernder Erd- und/oder Wasserkontakt	Insekten und Pilze	Holz im Freien ohne Wetterschutz z.B. Balkone, Fassaden, Zaunlatten, etc.
4	HF ständig deutlich über 20 %, Holz ist ganz oder teilweise dauerndem Erd- und/oder Wasserkontakt ausgesetzt	Insekten, Pilze, Moderfäule	Masten, Zaunpfähle, Bootsstege

Tabelle 2.4: Gebrauchsklassen für verbautes Holz⁹⁰

Die Unterteilung eines Bauteiles in Gebrauchsklassen ordnet sich nach der tatsächlichen Gefährdung des Holzes durch einen eventuell möglichen Pilz- und Insektenbefall. Besteht die Möglichkeit ein Bauteil bestimmungsgemäß mehreren Gebrauchsklassen zuzuordnen, dann ist die höchste in Betracht kommende Gebrauchsklasse maßgebend und dementsprechend ist das Bauteil in die höhere Gebrauchsklasse einzustufen.

▪ **Dauerhaftigkeitsklassen**

Die Dauerhaftigkeitsklassen des Baustoffs Holz lassen sich aufbauend auf den Gebrauchsklassen in fünf Gruppen gliedern, wobei für den Großteil der Anwendungsfälle die natürliche Dauerhaftigkeit des Holzes meist ausreichend ist. Die Dauerhaftigkeitsklassen sind normativ in der ÖNORM EN 460⁹¹ geregelt und in der folgenden Tabelle gelistet.

90 Vgl. PROHOLZ; PFABIGAN, NOTBURGA: Zur Dauerhaftigkeit unbehandelter Hölzer in der Außenanwendung. In: zuschnitt 23 - Holzarten, 23/2006. S. 19.

91 ÖNORM EN 460, 1994-08-01; Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz - Leitfaden für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anwendung in den Gefährdungsklassen.

GK	Dauerhaftigkeitsklasse				
	Sehr dauerhaft	Dauerhaft	Mäßig dauerhaft	Wenig dauerhaft	Nicht dauerhaft
1	o	o	o	o	o
2	o	o	o	(o)	(o)
3	o	o	(o)	(o)–(x)	(o)–(x)
4	o	(o)	(x)	x	x

Legende:

- o ...Natürliche Dauerhaftigkeit ist ausreichend
- (o) ...natürliche Dauerhaftigkeit üblicherweise ausreichend, aber unter bestimmten Gebrauchsbedingungen kann eine Schutzbehandlung empfehlenswert sein
- (o)–(x) ...natürliche Dauerhaftigkeit kann ausreichend sein, aber in Abhängigkeit von der Holzart, ihrer Durchlässigkeit und der Gebrauchsbedingung kann eine Schutzbehandlung notwendig sein
- (x) ...eine Schutzbehandlung ist üblicherweise empfehlenswert, unter bestimmten Gebrauchsbedingungen kann die natürliche Dauerhaftigkeit ausreichend sein
- x ...Schutzbehandlung notwendig

Tabelle 2.5: Dauerhaftigkeitsklassen für verbautes Holz⁹²

Die natürlichen Dauerhaftigkeitsklassen geben Aufschluss über die natürliche Widerstandsfähigkeit des Holzes gegenüber holzerstörenden Organismen. Das bedeutet, dass es somit erst mit einer stetigen Aussetzung des Bauteiles gegenüber Feuchtigkeit zu einer Durchfeuchtung des Holzes kommt und damit die Dauerhaftigkeitsklassen an Bedeutung gewinnen. Ab diesem Zeitpunkt ist die natürliche Widerstandsfähigkeit der eingesetzten Holzart maßgebend. Mit steigender Gebrauchsklasse eines Bauteiles ist eine Schutzbehandlung unumgänglich.⁹³

▪ Nutzungsklassen

Für die Produktion von BSP dürfen nur bestimmte Bretter eingesetzt werden. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf den unterschiedlichen Festigkeits- und Nutzungsklassen (kurz: NKL).

Die Nutzungsklassen werden in die folgenden drei Bereiche gegliedert:

- Trockenbereich – entspricht Nutzungsklasse 1
- Feuchtbereich – entspricht Nutzungsklasse 2
- Außenbereich – entspricht Nutzungsklasse 3 (BSP ist hier nicht zugelassen)

⁹² Vgl. PROHOLZ; PFABIGAN, NOTBURGA: Zur Dauerhaftigkeit unbehandelter Hölzer in der Außenanwendung. In: zuschnitt 23 - Holzarten, 23/2006. S. 19.

⁹³ Vgl. a.a.O., S. 20.

Die Nutzungsklassen sind normativ in der ÖNORM EN 1995-1-1⁹⁴ wie folgt festgelegt:

NKL	Klimabedingungen	Gleichgewichtsfeuchte	Anwendungsbereiche
1	ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen im Jahr einen Wert von 65 % übersteigt. In dieser Nutzungsklasse wird eine mittlere Gleichgewichtsfeuchte von 12 % in den meisten Nadelhölzern nicht überschritten. Dies entspricht z.B. dem Anwendungsbereich in allseitig geschlossener und beheizter Umgebung.	5 % – 15 %	z.B. in allseitig geschlossenen und beheizten Bauwerken, wie Schwimmbäder, Versammlungsstätten, Verkaufsstätten, Produktionsgebäude, Wohngebäude, etc.
2	ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen im Jahr einen Wert von 85 % übersteigt. In dieser Nutzungsklasse wird eine mittlere Gleichgewichtsfeuchte von 20 % in den meisten Nadelhölzern nicht überschritten. Dies entspricht z. B. dem Anwendungsbereich in offener, aber überdachter Umgebung.	10 % – 20 %	ausreichend klimatisierte Sporthallen, etc.
3	erfasst Klimabedingungen, die zu höheren Feuchtegehalten führen, als in Nutzungsklasse 2 angegeben. In Ausnahmefällen können überdachte Tragwerke auch in Nutzungsklasse 3 eingestuft werden.	12 % – 24 %	z.B. für Konstruktionen, die der Witterung ausgesetzt sind

Tabelle 2.6: Nutzungsklassen für verbautes Holz^{95, 96}

Die Einteilung in Nutzungsklassen lässt eine bessere Einschätzung der Qualität des Holzes, sowie eine bessere Zuordnung eventueller Einsatzmöglichkeiten zu.

94 ÖNORM EN 1995-1-1, 2014-11-15; Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau (konsolidierte Fassung).

95 Vgl. holzfragen.de; Nutzungsklassen nach Eurocode 5. <http://www.holzfragen.de/seiten/nutzungsklassen.html>. Zugriff am: 14.10.2014.

96 Vgl. (Müller et al., 2014), S. 32.

▪ **Festigkeits- und Sortierklassen**

Holz für tragende Zwecke erfährt hinsichtlich statischer Werte eine Zuordnung zu den Sortier- bzw. Festigkeitsklassen. Diese Klassifizierung wurde im Zuge der europaweiten Vereinheitlichung der Normengesetzgebung im Jahr 2000 einheitlich geregelt. Die Eigenschaften von Bauteilen werden somit in eindeutige Festigkeitsklassen nach ÖNORM EN 338⁹⁷ festgelegt. Die Zuordnung zu den einzelnen Festigkeitsklassen erfolgt durch die Sortierung gemäß ÖNORM DIN 4074-1⁹⁸. In der ÖNORM EN 338 werden Nadelhölzer mit „C“ und Laubhölzer mit „D“ bezeichnet. Die Nummer hinter dem Buchstaben entspricht dem charakteristischen Wert der Biegefestigkeit in N/mm². Die Sortierklassen unterscheiden nach visueller Sortierung (kurz: S) und maschineller Sortierung (kurz: MS). Eine maschinelle Sortierung ist zurzeit nur bis C40 möglich.⁹⁹

Beispiele der Zuordnung:¹⁰⁰

Sortierklasse laut ÖNORM DIN 4074		Festigkeitsklasse laut EN 338	
S7 bzw. MS7	entspricht	C16	
S10 bzw. MS10	entspricht	C24	
S13 bzw. MS13	entspricht	C30	

Tabelle 2.7: Übersicht der Sortier- und Festigkeitsklassen

Die Vorteile der Sortierung liegen in der objektiven Entscheidung bezüglich der Qualität des betrachteten Holzes. Somit kann eine bessere Differenzierung des Holzangebotes aufgrund umfassender Sortierkriterien erreicht werden. In weiterer Folge kommt es zu einer höheren Wertschöpfung des Rohstoffs Holz. Somit werden dem Rohstoffmarkt höherwertige Bauprodukte zugeführt.¹⁰¹

Aufbauend auf den verschiedenen Produkteigenschaften wird im Folgenden das Produktionsverfahren von Brettspertholz beschrieben:

97 Entwurf EN 338, 2013-10-01; Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen.

98 ÖNORM DIN 4074-1, 2012-09-01; Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz.

99 Vgl. Dach Holzbau; Info: Holzsortierung. http://www.mach-holzbau.at/de/pr/info_holzsortierung.php. Zugriff am: 14.10.2014.

100 Vgl. a.a.O.

101 Vgl. Holzforschung München, Technische Universität München; Maschinelle Sortierung von Schnittholz. https://www.google.at/?gfe_rd=cr&ei=y250VJrEl4ve8gf154GgDQ&gws_rd=ssl#q=Maschinelle+Sortierung+von+Schnittholz. Datum des Zugriffs: 20.11.2014

▪ Produktionsschritt 1: Trockenkammer

Bevor die vorgesehenen Lamellen, d.h. Bretter mit einer geforderten Mindestfestigkeit der Festigkeitsklasse C24, in die eigentliche BSP-Produktion gelangen, werden diese zunächst in den in der Holzverarbeitenden Industrie mittels der in den letzten Jahrzehnten bereits etablierten Trockenkammern schonend bei ca. 55 °C getrocknet, bis deren Holzfeuchte¹⁰² bei ca. 12 % oder geringer liegt. Erst ab einer Holzfeuchte von größer als 20 % ist ein Befall durch holzerstörende Pilze zu erwarten.¹⁰³

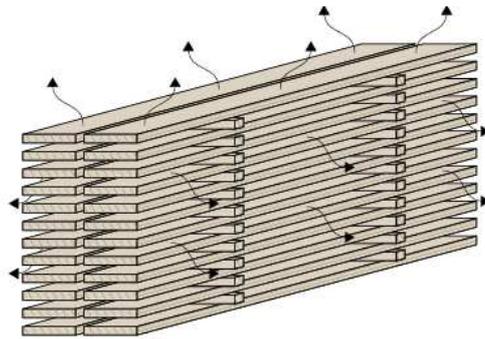


Abbildung 2.15: schematische Darstellung des Trockenvorganges von BSP¹⁰⁴

▪ Produktionsschritt 2: Festigkeitsbestimmung

Da das Tragverhalten der gefertigten BSP-Platten maßgebend durch die in den einzelnen Lagen eingesetzten Bretter bestimmt wird, müssen die Lamellen gegenwärtig den Bestimmungen der EN 338 oder einer Europäischen Technischen Zulassung, auch als European Technical Approval (kurz: ETA)¹⁰⁵, genügen. Die Bretter einer Lage müssen dabei entsprechend der niedrigsten, in einer Lage verwendeten Festigkeitsklasse, deklariert werden.¹⁰⁶

In der Produktion erfolgt entweder eine visuelle oder eine maschinelle Festigkeitssortierung der eingesetzten Bretter, wobei auch auf ästhetische Prüfkriterien, wie Astigkeit, Beulen, Harzgallen, Blitzschäden, Splitterbefall, Risse, Holzbläue, etc. auch großer Wert auf die Anforderungen an die Oberflächenqualität gelegt wird.

¹⁰² Unter Holzfeuchte versteht man den Wasseranteil von Holz in Prozent.

¹⁰³ Vgl. MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. S. 6.

¹⁰⁴ a.a.O., S. 6.

¹⁰⁵ Die ETA steht für einen allgemein anerkannten Nachweis bezüglich der Bauproduktlinie der Mitgliedsstaaten der europäischen Union.

¹⁰⁶ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. C-4f.

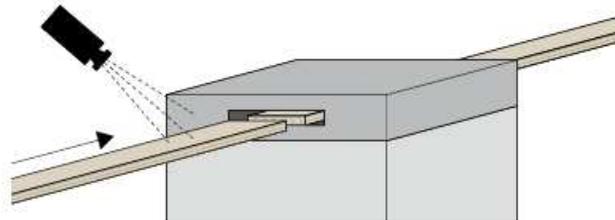


Abbildung 2.16: schematische Darstellung der maschinellen Festigkeitsprüfung der Lamellen¹⁰⁷

Werden in den einzelnen Lamellen festigkeitsmindernde bzw. beeinträchtigte Bereiche festgestellt, so werden diese mittels automatischer Kreissägen ausgekappt und die für gut befundenen Brettabschnitte mittels der sogenannten Keilzinkenverbindungen¹⁰⁸ wieder zu einer Endloslamelle gestoßen und verklebt. Im Anschluss werden die Lamellen auf die gewünschte Stärke gehobelt oder eher selten auch geschliffen.¹⁰⁹

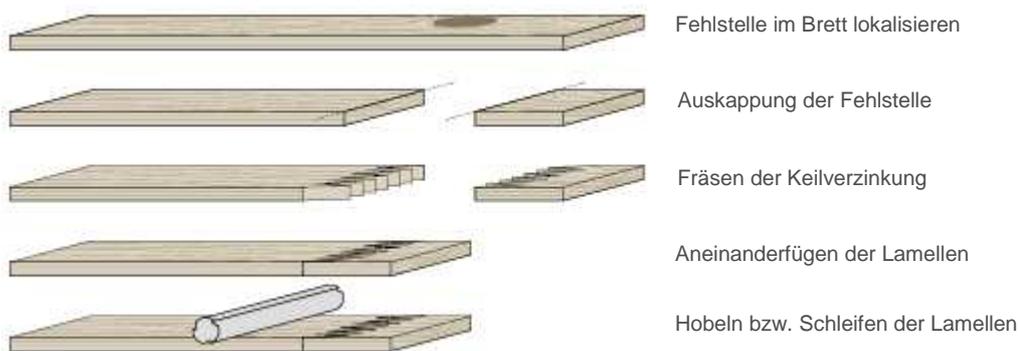


Abbildung 2.17: schematische Darstellung einer Keilzinkverbindung¹¹⁰

▪ Produktionsschritt 3: Verkleben der Lamellen

Danach werden die einzelnen Lamellen einer Lage mittels einer Schmalseitenverklebung¹¹¹ aneinander gefügt, wobei dies herstellerabhängig ist und nicht von allen Produzenten durchgeführt wird. Dieser Arbeitsschritt hat zwar auf das Tragverhalten keinen Einfluss, gewährleistet aber, dass das weitere BSP-Element als dicht im Sinne von rissfreiem Vollholz betreffend der bauphysikalischen Anforderungen an die Luftdichtheit ange-

107 MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsper Holz. S. 6.

108 Als Keilzinkverbindung wird eine Methode zum Stoßen in Längsrichtung zweier Bauteile aus Vollholz oder aus Holzwerkstoff verstanden.

109 Unter Schmalseitenverklebung versteht man das Verkleben von Brettern auf deren Schmalseite um aus einzelnen Brettern/Lamellen Platten herstellen zu können.

110 MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsper Holz. S. 6.

111 Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsper Holz. S. C-12f.

sehen werden kann. Das entstandene Produkt wird auch als Einschichtplatte verstanden.¹¹²

Bei der Herstellung eines BSP-Elements wird zuerst die erste Lage Bretter bzw. die Einschichtplatte in das Pressbett eingelegt, auf welche eine definierte Klebstoffmenge, im Regelfall zwischen 100 g/m² und 150 g/m² aufgebracht wird. In weiterer Folge wird die nächste Lage, im Normalfall sind die weiteren Lamellen der darauffolgenden Schicht um 90° verdreht, eingelegt. Dieser Ablauf mit dem Einlegen der Lamellen und dem Aufbringen des Klebstoffes wird so lang fortgefahren, bis die gewünschte Stärke eines BSP-Elementes erreicht wird.^{113, 114}

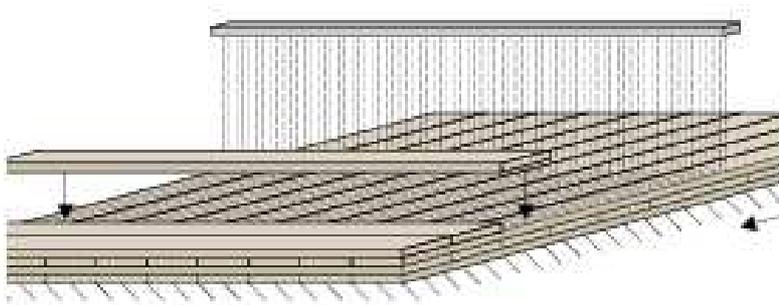


Abbildung 2.18: schematische Darstellung des Leimauftrages¹¹⁵

Die Verklebung handelsüblicher BSP-Elemente erfolgt zurzeit mit den in der ÖNORM EN 302 – Teil 1 bis 7^{116, 117, 118, 119, 120, 121, 122} geregelten, einkomponentigen Polyurethanklebstoffen (kurz: 1K-PUR) und der Aminoplaste, bei welcher man zwischen dem Melamin Harnstoff Formaldehydklebstoff (kurz: MUF) und dem Melamin Formaldehydklebstoff (kurz:

¹¹² Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. C-12f.

¹¹³ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz - Ausgewählte Forschungsaktivitäten und Einsatzbereiche. Forschungsarbeit. S. 17.

¹¹⁴ Vgl. MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. S. 7.

¹¹⁵ a.a.O., S. 7.

¹¹⁶ ÖNORM EN 302-1, 2013-05-01; Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 1: Bestimmung der Längszugscherfestigkeit.

¹¹⁷ ÖNORM EN 302-2, 2013-05-01; Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Teil 2: Bestimmung der Delaminierungsbeständigkeit.

¹¹⁸ ÖNORM EN 302-3, 2013-05-01; Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 3: Bestimmung des Einflusses von Säureschädigung der Holzfasern durch Temperatur- und Feuchtezyklen auf die Querszugfestigkeit.

¹¹⁹ ÖNORM EN 302-4, 2013-05-01; Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 4: Bestimmung des Einflusses von Holzschwindung auf die Scherfestigkeit.

¹²⁰ ÖNORM EN 302-5, 2013-05-01; Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 5: Bestimmung der maximalen Wartezeit bei Referenzbedingungen.

¹²¹ ÖNORM EN 302-6, 2013-05-01; Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 6: Bestimmung der Mindestpresszeit bei Referenzbedingungen.

¹²² ÖNORM EN 302-7, 2013-05-01; Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 7: Bestimmung der Gebrauchsdauer bei Referenzbedingungen.

MF) unterscheidet.¹²³ Produktspezifische Details der einzelnen Klebstoffe können aus Herstellerunterlagen entnommen werden.

▪ Produktionsschritt 4: Pressvorgang

Um den Klebevorgang durchführen zu können, wird das BSP-Element mittels Manipulator oder Rollfördereinheiten in eine hydraulische Presse bewegt und dort mit den nötigen Pressdruck gepresst.¹²⁴

Die Anforderungen laut ÖNORM EN 386¹²⁵ sehen einen Mindestdruck vor, der in der Größenordnung von $0,6 \text{ N/mm}^2$ bis $0,8 \text{ N/mm}^2$ liegt, welcher bei einer Presszeit zwischen 25 min und 40 min aufgebracht werden soll. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Oberflächen der zu verbindenden Hölzer während des Aushärtungsvorganges dicht aneinander liegen und es dadurch zu keiner Verdrehung bzw. Querverkrümmung einzelner Lamellen kommt. Um generell Krümmungen vorzubeugen, ist eine möglichst gering verstreichende Zeitspanne, welche laut EN 386 maximal 24 Stunden zwischen dem Hobeln der Bretter und der Flächenpressung betragen darf.^{126, 127}

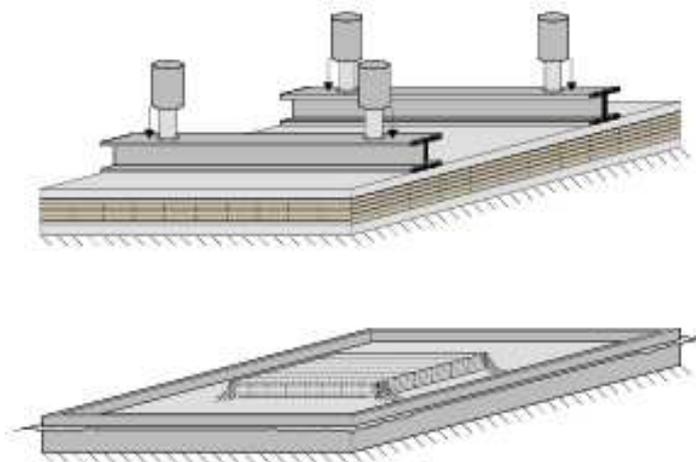


Abbildung 2.19: schematische Darstellung des hydraulischen Pressvorganges¹²⁸

An dieser Stelle sollte das Vakuumverfahren nicht unerwähnt bleiben, das aber in der Massenfertigung von BSP-Elementen derzeit eine eher untergeordnete Rolle spielt. Es findet vor allem dort Einsatz, wo das ma-

123 Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. C-9.

124 Vgl. MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. S. 7.

125 ÖNORM EN 386, 2002-05-01; Brettschichtholz - Leistungs- und Mindestanforderungen an die Herstellung.

126 Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. C-15.

127 Vgl. SCHICKHOFER, G.: Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz - Ausgewählte Forschungsaktivitäten und Einsatzbereiche. Forschungsarbeit. S. 15.

128. MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. S. 7.

schinelle Pressen an seine Grenzen stößt, wie es beispielsweise bei Freiformflächen der Fall ist.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Produktionsschritte beginnend bei der Legestation über den Klebstoffauftrag bis hin zur Pressstation beispielhaft.

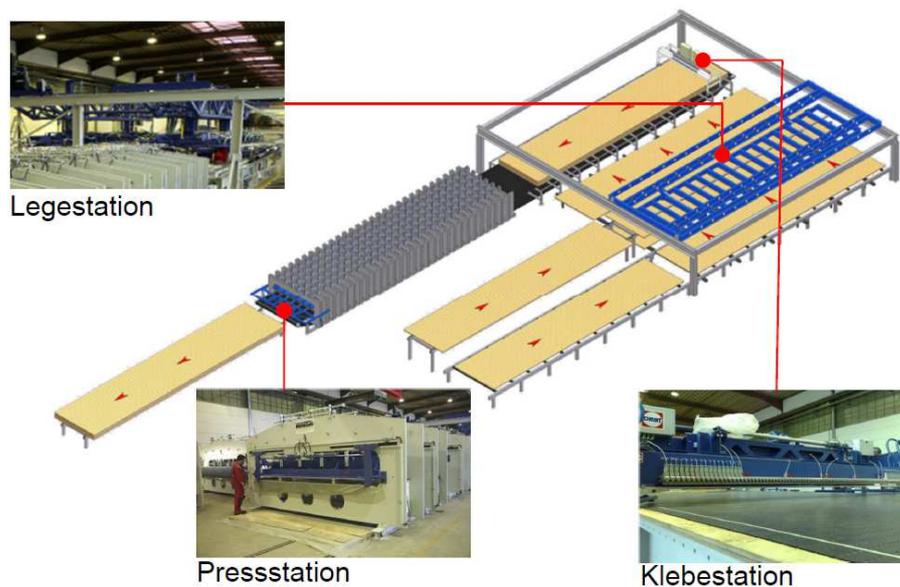


Abbildung 2.20: Beispiel einer BSP-Produktionsanlage¹²⁹

▪ **Produktionsschritt 5: Abbund**

Der erforderliche Zuschnitt der Elemente im Holzbau, als Abbund bezeichnet, wird üblicherweise ebenso bereits im Herstellwerk vorgenommen. Dies reicht von Ausschnitten für Fenster und Türen, Fräsungen für Haus- und Elektroeinbauteile sowie Ausschnitte für Durchbrüche und Kanäle und Nuten.

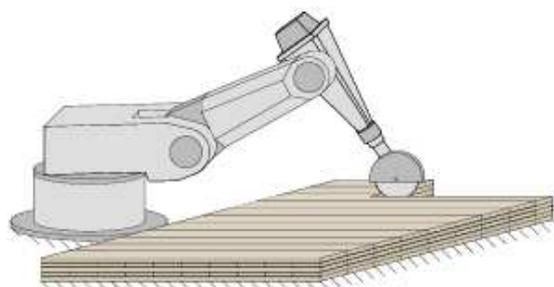


Abbildung 2.21: schematische Darstellung eines Abbundes mittels CNC gesteuertem Roboter¹³⁰

129 SCHICKHOFER, G.: Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz - Ausgewählte Forschungsaktivitäten und Einsatzbereiche. Forschungsarbeit. S. 14.

130 MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. S. 7.

Das fertige BSP-Element wird, sofern nicht anders erforderlich, standardmäßig nur an den Rändern besäumt. Die Oberflächenqualität von BSP-Elementen reicht einerseits von der durch die Flächenpressung bestehenden, gehobelten Brettoberfläche bis hin zur nach dem Pressvorgang flächengehobelten oder geschliffenen Plattenoberfläche, wodurch vereinzelte Klebstoffaustritte entfernt werden.¹³¹

BSP-Produkte sind von den Herstellern in verschiedenen Oberflächenqualitäten erhältlich, was in einem weiteren Kapitel näher erläutert wird.

Die folgende Darstellung zeigt den prinzipiellen Ablauf der Produktion der BSP-Produkte.

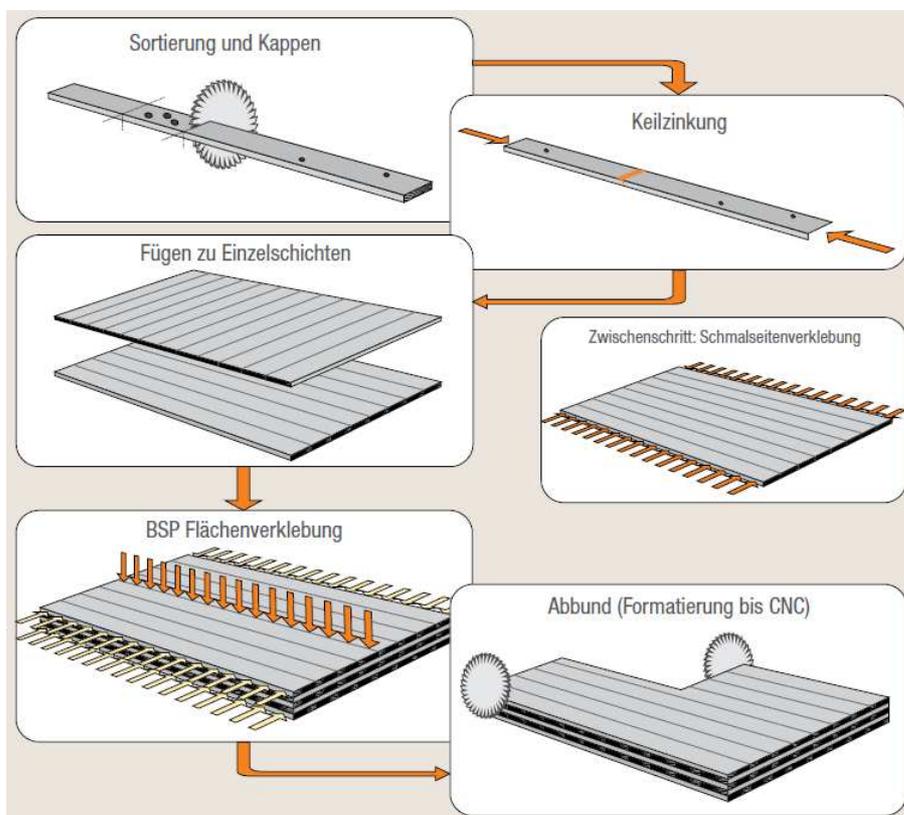


Abbildung 2.22: Übersicht zum prinzipiellen Herstellungsvorgang von BSP¹³²

Nach dem Abbund werden die einzelnen Elemente entweder verpackt oder unverpackt auf den LKW zum weiteren Transport verladen.

¹³¹ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSP-Handbuch, Holz-Massivbauweise in Brettspertholz. S. C-16.

¹³² TIMBORY; HAAS FERTIGBAU GMBH: Profihandbuch für Brettspertholz. S. 9.

2.3.3 Logistik in der Produktion

Die Logistik in der BSP-Elementherstellung stellt einen relativ aufwendigen Ablauf dar. Wie schon erwähnt, können die einzelnen Produktionsschritte auch in örtlich getrennten Betriebsstätten stattfinden. Wegen der dadurch auftretenden Abhängigkeit bezüglich der Produktlieferung der einzelnen Betriebe und Standorte wird von dieser Produktionsweise mittlerweile von den meisten Herstellern Abstand genommen. Bei den am Markt führenden Produktionsbetrieben findet die gesamte Herstellung, beginnend mit der Trocknung der Bretter bis hin zum fertigen BSP-Produkt an einem Produktionsstandort, statt. So entgeht man Liefer-schwierigkeiten und damit verbundenen Stillstandzeiten einzelner Produktionsbereiche.

Der Weg, der beispielsweise zwischen der Trockenkammer und der Sortierung und der eventuellen Keilzinkung oder zwischen der Pressung und dem Hobelwerk liegt, wird üblicherweise mit Staplerfahrzeugen oder mit vollautomatischen Fördereinheiten überwunden. In den einzelnen Produktionsschritten werden die Elemente mittels Manipulatoren und vollautomatischen Fördereinheiten, welche aus Roll-, Ketten oder Bandfördereinheiten bestehen, wie in den folgenden Abbildungen ersichtlich ist, bewegt.



Abbildung 2.23: Bandfördereinheit¹³³



Abbildung 2.24: Manipulatoreinheit¹³⁴

133 SPRINGER, THE WOOD MECHANISING COMPANY. Weiterverarbeitungssysteme. <http://www.springer.eu/de/weiterverarbeitungs-systeme/ct-produktionsanlagen.html>. Zugriff am: 16.09.2014.

134 SPRINGER, THE WOOD MECHANISING COMPANY. Weiterverarbeitungssysteme. <http://www.springer.eu/de/weiterverarbeitungs-systeme/ct-produktionsanlagen.html>. Zugriff am: 16.09.2014.

2.3.4 Qualitätsmanagement in der Produktion

Um tragende Klebstoffverbindungen industriell durchführen zu können, müssen herstellende Unternehmen über einen allgemeinen Befähigungsnachweis für Klebearbeiten, eine sogenannte Leimgenehmigung, verfügen. Diese bescheinigt dem Hersteller die Eignung bzw. die Befähigung zur Verklebung tragender Holzbauteile gemäß DIN 1052-10¹³⁵ Anhang A, welche als deutsche Industrienorm (DIN) auch in Österreich Anwendung findet. Zudem muss das Brettsperrholz einer kontinuierlichen Eigenüberwachung in produzierenden Unternehmen, wie auch einer halbjährlichen Fremdüberwachung durch eine unabhängige Stelle unterzogen werden, damit die Erfüllung der Anforderungen der Leimgenehmigung als auch der nationalen Zulassung über das Übereinstimmungszeichen Austria (kurz: ÜA) oder dem in Deutschland als Übereinstimmungszeichen (kurz: Ü) nachgewiesen wird und sowohl auf jedem ausgelieferten Plattenelement, als auch auf dem Lieferschein, ausgewiesen werden darf.¹³⁶



Abbildung 2.25: Beispiel eines ÜA-Zeichens und CE-Zeichens für ein zugelassenes Brettsperrholz¹³⁷

Die europäische technische Zulassung, die sogenannte ETA, fördert einer CE-Kennzeichnung¹³⁸, welche bescheinigt, dass gekennzeichnete BSP-Elemente nach einer gültigen ETA hergestellt wurden und somit am europäischen Markt frei gehandelt werden dürfen.¹³⁹

¹³⁵ DIN 1052-10, 2012-05-01; Herstellung und Ausführung von Holzbauwerken - Teil 10: Ergänzende Bestimmungen.

¹³⁶ Vgl. MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. S. 9.

¹³⁷ a.a.O., S. 9.

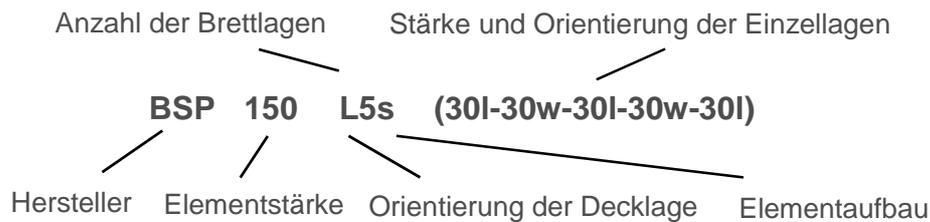
¹³⁸ Mit der CE-Zeichnung erklärt der Hersteller, dass das Produkt den gelten Ansprüchen gemäß EU-Verordnung 765/2008.

¹³⁹ Vgl. MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsperrholz. S. 9.

Bezeichnung von BSP-Produkten

Die Bezeichnung von BSP-Elementen beinhaltet prinzipiell die Produktbezeichnung des Herstellers, sowie die Elementstärke und den Elementaufbau, laut folgender Darstellung.¹⁴⁰

Dabei gilt:



Folgende Abbildung zeigt, dass BSP-Elemente mit der Decklage längs zur langen Elementseite mit einem „L“ bzw. „DL“, wie z.B. bei Dach- und Deckenelementen und BSP-Elemente mit der Decklage quer zur langen Elementseite mit einem „Q“ bzw. „DQ“, wie z.B. bei Wandelementen bezeichnet werden.¹⁴¹

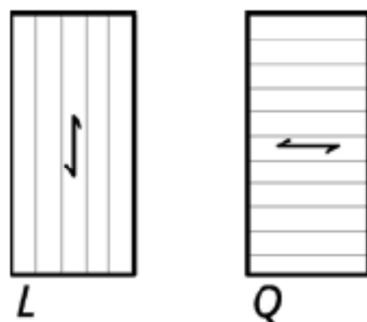


Abbildung 2.26: Herstellungsbedingte Orientierung der Decklagen¹⁴²

Der Entwurf zur Produktnorm, der ÖNORM EN 16351¹⁴³, schlägt eine herstellerfreie Formulierung für Ausschreibungstexte vor, welche neben der Angabe der Gesamtstärke auch die Angabe der Stärke einzelner Brettlagen verlangt. Dabei werden die jeweiligen Lagenstärken mit dem Buchstaben „l“ für Längslagen, was der Längsrichtung (engl: longitudinal direction) entspricht und dem Buchstaben „w“ für Querlagen, was der Breitenrichtung (engl.: width direction) entspricht, angegeben.¹⁴⁴

¹⁴⁰ Vgl. PROHOLZ AUSTRIA; WALLNER-NOVAK, MARKUS; KOPPELHUBER, JOSEF; POCK, KURT.: Brettsper Holz Bemessung - Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Informationsbroschüre. S. 16.

¹⁴¹ Vgl. a.a.O., S. 16.

¹⁴² a.a.O., S. 16.

¹⁴³ ÖNORM EN 16351, Entwurf: 2012-01-01; Holzbauwerke - Brettsper Holz – Anforderungen.

¹⁴⁴ VGL. PROHOLZ AUSTRIA; WALLNER-NOVAK, MARKUS; KOPPELHUBER, JOSEF; POCK, KURT.: Brettsper Holz Bemessung - Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Informationsbroschüre. S. 17.

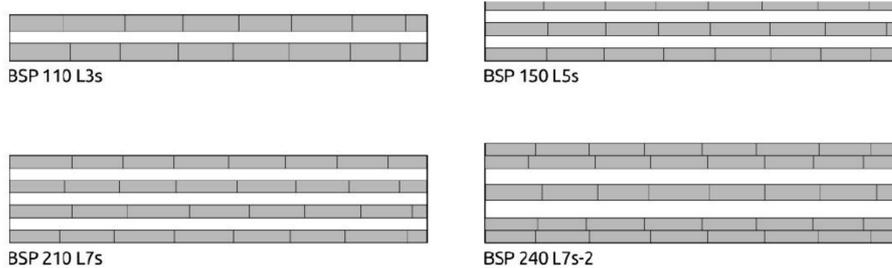


Abbildung 2.27: Beispiele für BSP-Elementaufbauten mit ihrer Bezeichnung¹⁴⁵

Derzeit besteht jedoch noch keine herstellernerneutrale Formulierung in den Ausschreibungstexten, was oftmals zu Verwirrung, sowie nicht eindeutigen und vor allem zu unlauterem Wettbewerb, führt. In Österreich wird derzeit in der neu entstehenden Fassung der Standardleistungsbeschreibung für Holzbau, der LG 36-Holzbau, versucht, diesem Umstand Rechnung zu tragen.

2.3.5 Oberflächenqualitäten

Holz ist ein natürlich gewachsener Rohstoff. Aufgrund dieser Eigenschaften wird er umgangssprachlich als arbeitender Baustoff bezeichnet, dessen Verhalten technisch gesehen als Quellen¹⁴⁶ und Schwinden¹⁴⁷ bezeichnet wird. BSP-Elemente werden mit einer Holzfeuchte von ca. 12 % ausgeliefert, wobei diese Einbaufeuchte während des Lebenszyklus des Baubjektes variieren kann. Dieses Verhalten von Quellen und Schwinden einzelner Lamellen und Schichten kann zur Rissbildung an der Holzoberfläche und einer Breitenänderung der Längsfuge führen. BSP-Elemente werden in der Regel gehobelt und naturbelassen, d.h. ohne weitere Anstriche, in den Oberflächenqualitäten 1 und 2 ausgeliefert, wobei die Oberflächenqualität 1 die Industrie-Qualität und die Oberflächenqualität 2 die Sicht-Qualität nach der gültigen Werkvertragsnorm für Holzbau ÖNORM B 2215 beschreibt.¹⁴⁸

Die folgende Tabelle gibt einen Einblick in die lieferbaren Oberflächenqualitäten für BSP mit Decklagen aus Nadelholzlamellen sowie Einschicht- und Dreischichtplatten nach DIN EN 13353¹⁴⁹. Diese Tabelle wurde von der Studiengemeinschaft Holzleimbau in Deutschland her-

145 PROHOLZ AUSTRIA; WALLNER-NOVAK, MARKUS; KOPPELHUBER, JOSEF; POCK, KURT.; Brettsperrholz Bemessung - Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Informationsbroschüre. S. 17.

146 Als Quellen wird der physikalischer Vorgang bezeichnet, der eine Volumenvergrößerung von Holz durch aufnehmende Feuchte (Wasser) hervorruft.

147 Als Schwinden wird der physikalischer Vorgang bezeichnet, der eine Volumenverkleinerung von Holz durch Abgabe von enthaltenen Feuchte (Wasser) hervorruft.

148 VGL. ZMP, STORA ENSO, KIELSTEG: PLANUNGSHANDBUCH 2014 - BAUEN MIT HOLZ. S. 204.

149 DIN EN 13353, 2011-07-01; Massivholzplatten (SWP) - Anforderungen; Deutsche Fassung EN 13353:2008+A1:2011.

ausgegeben und weist im Vergleich zur ÖNORM B 2215 eine Unterscheidung in drei BSP-Qualitäten auf.

Kriterien	Industrie-Qualität NSi	Industrie-Sicht-Qualität	Sicht-Qualität
1 Bearbeitung der Oberfläche	egalisiert, ohne weitere Oberflächenbearbeitung	gehobelt oder geschliffen	gehobelt oder geschliffen
2 Farbe und Textur	ohne Anforderung	weitgehend ausgeglichen	ausgeglichen
3 Holzarten	Beimengungen aus anderen Holzarten möglich	eine Holzart; Fichte / Tanne wurden als eine Holzart angesehen	eine Holzart; Fichte / Tanne wurden als eine Holzart angesehen
4 Decklagen aus Einzellamellen			
Fugenbreite (bei einer Messbezugsfeuchte von 12 %)	ohne Beschränkung	≤ 4 mm	≤ 2 mm
Äste	ohne Beschränkung	fest verwachsene Äste und einzelne schwarze Äste zulässig	fest verwachsene Äste und einzelne schwarze Äste zulässig
Harzgallen	ohne Beschränkung	vereinzelt kleinere Harzgallen zulässig	vereinzelt kleinere Harzgallen zulässig
Verdübelungen (Astlochstopfen und Schiffchen)	ohne Beschränkung	zulässig	vereinzelt zulässig
Bläue und Rotstreifigkeiten	ohne Beschränkung	leichte Verfärbungen zulässig	unzulässig
Angeschnittene Frasgänge durch inaktiven Insektenbefall	ohne Beschränkung	unzulässig	unzulässig
Rindeneinwuchs	ohne Beschränkung	vereinzelter Rindeneinwuchs zulässig	unzulässig
Markröhre	ohne Beschränkung	zulässig	vereinzelt zulässig
Druckholz	ohne Beschränkung	zulässig	vereinzelt zulässig
Fäule	unzulässig	unzulässig	unzulässig
5 Decklagen aus 1-S-Platten	ohne Beschränkung	Oberflächenklasse C nach DIN EN 13017-1	Oberflächenklasse B nach DIN EN 13017-1
6 Decklagen aus 3-S-Platten	ohne Beschränkung	Oberflächenklasse C nach DIN EN 13017-1 bis 1 mm Tiefe	Oberflächenklasse B nach DIN EN 13017-1 bis 0,5 mm Tiefe

Tabelle 2.8: Mindestanforderungen an die Oberflächenqualität für BSP¹⁵⁰

150 Vgl. STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU E.V.: Merkblätter. In: Brettsperrholz-Merkblatt, 1/2013. S. 4.

Es ist somit ersichtlich, dass die Oberflächenqualität 1 in der Industriequalität, nach ÖNORM B 2215 der Industriequalität bzw. Nicht-Sicht Qualität der Klassifizierung der Studiengemeinschaft entspricht. Die Oberflächenqualität 2 mit der ÖNORM der Industrie-Sichtqualität vergleichbar ist und die Studiengemeinschaft weiteres noch die Sichtqualität mit einer sehr hohen Oberflächenqualität kennt, was in der Norm gänzlich unbekannt ist. Es ist zu beachten, was vertraglich vereinbart wurde.

2.3.6 Transportlogistik

Eine detaillierte Planung der Transportlogistik ist für eine reibungslose Montage unausweichlich, da die Elemente üblicherweise direkt vom Aufleger oder Sattelzug zur Montage verhoben werden. Bei einer genauen Durchführung der Logistik ist eine just in time Lieferung mit kurzen Stehzeiten der Transportmittel möglich und anzustreben. Wesentlich ist dabei, dass gerade bei größeren Bauvorhaben und damit einer größeren Wahrscheinlichkeit einer Verwechslung von BSP-Elementen eine akkurate Arbeitsvorbereitung durchgeführt wird, um die richtigen Elemente zur richtigen Zeit in der richtigen Reihenfolge zur Montage zur Verfügung zu haben.

Generell kann man zwischen der Liegend- und der Stehendverladung differenzieren.

2.3.6.1 Liegendverladung

Bei der Liegendverladung werden die BSP-Elemente, je nach Montage-reihenfolge auf der Baustelle, liegend am Transportmittel verladen. Das bedeutet, dass die zu versetzenden BSP-Elemente auf der Baustelle auch der Reihenfolge nach am Transportmittel liegen, d.h. das erste zu versetzende Element muss oben auf liegen. Durch diese Verladetechnik können bis zu rund 55 m³ Brettsperrholz, abhängig von der zulässigen Achslast des Transportmittels, mittels eines Transportes, befördert werden.

Zwischen der Transportmitteloberkante und der ersten Plattenlage wird meist ein Standardkantholz eingelegt, damit die BSP-Elemente vor allem an den Kanten, entsprechend den Verladungen zur Ladegutsicherung, nicht beschädigt werden.¹⁵¹

¹⁵¹ Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 5-5.

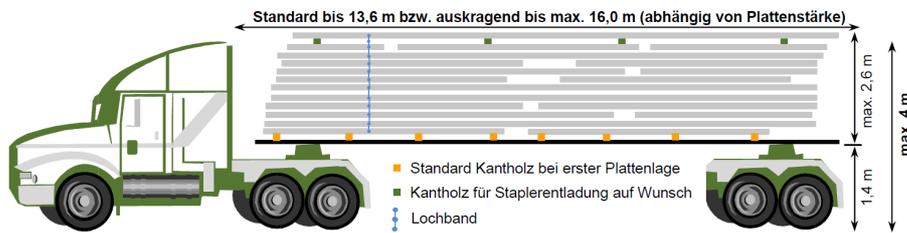


Abbildung 2.28: schematische Darstellung der Liegendverladung von BSP-Elementen auf einem Standard-Aufleger¹⁵²

Je nach Bedarf werden die Elemente mittels Lochbändern gegen seitliches Verrutschen während des Transportes gesichert. Die Ladegutsicherung übernehmen Verzurrgurte. Der komplette Transport wird je nach Witterung mit einer LKW-Plane umschlagen, damit die BSP-Platten vor schlechter Witterung, wie Regen und Spritzwasser, geschützt sind.¹⁵³

In der folgenden Tabelle sind die gängigsten Transportmittel, welche derzeit für den BSP-Elementtransport eingesetzt werden, gelistet.

Standardequipment	max. Belastung	max. Ladelänge	max. Ladelbreite
Standard-Aufleger	25 to	13,60 m	2,95 m
Spezialequipment	max. Belastung	max. Ladelänge	max. Ladelbreite
Ausziehbarer-Aufleger	22 to	16,00 m	2,95 m
Gelenkter Sattel	22 to	16,00 m	2,95 m
Allrad und gelenkter Sattel	20 to - 22 to	16,00 m	2,95 m

Tabelle 2.9: Übersicht der standardisierten Transportmittel¹⁵⁴

2.3.6.2 Stehendverladung

Bei der Stehendverladung werden die BSP-Elemente stehend an sogenannte A-Blöcken¹⁵⁵ gelehnt verladen, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich ist. Damit die stehenden BSP-Elemente nicht seitlich von der Ladefläche rutschen können, werden diese auf Unterlegskeile gestellt und in weiterer Folge miteinander verschraubt, ein Umstand der bei Sichtflächen genau zu beachten ist. Die Ladegutsicherung wird, wie bei der Liegendverladung, von Verzurrgurten übernommen. Anschließend kann der komplette Transport durch das Umschlagen mit einer LKW-Plane vor schlechter Witterung geschützt werden. Im Gegensatz zur Liegendverladung weist die Stehendverladung eine geringere Kapazität bezüglich möglicher zu verladenden Kubatur auf. Bei der Stehendverla-

¹⁵² Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 5-5.

¹⁵³ Vgl. a.a.O., S. 5-5.

¹⁵⁴ Vgl. a.a.O., S. 5-5.

¹⁵⁵ Eisenprofil mit einem A-ähnlichen Querschnitt zur einfachen und sicheren Verladung

dung können rund 40 m³ Brettsperrholz auf einem Transportmittel pro Fahrt geladen werden.¹⁵⁶

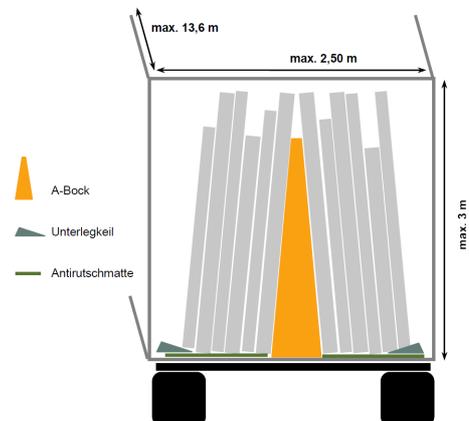


Abbildung 2.29: schematische Darstellung der Stehendverladung von BSP-Elementen auf einem Standard-Aufleger¹⁵⁷

Unabhängig von der Verladungsart sollten folgende Punkte in der Transportlogistik unbedingt beachtet werden:

- Der Anfahrtsweg auf öffentlichen Straßen muss für das gewählte Transportmittel befahrbar sein.
- Der Zufahrtsweg zur Abladestelle auf der Baustelle sollte für das gewählte Transportmittel sicher befahrbar sein.
- In den späten Herbstmonaten kann es dazu kommen, dass ein sicheres Befahren von höhergelegenen Bergstraßen mit dem gewählten Transportmittel nicht mehr gewährleistet werden kann.

2.3.6.3 Hilfsmittel zur Ladegutsicherung

Generell sind in der Transportlogistik von BSP-Elementen, ebenso wie beim Transport von anderen Holzwerkstoffen, Baumaterialien und Hilfsstoffen, die geltenden gesetzlichen Vorgaben, speziell das Kraftfahrergesetz¹⁵⁸ und der zugehörigen Normen, vor allem die ÖNORM EN 12195 (Teil 1 bis 4)^{159,160,161,162} bezüglich der Ladegutsiche-

¹⁵⁶ Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 5-6.

¹⁵⁷ Vgl. a.a.O., S. 5-5.

¹⁵⁸ Kraftfahrergesetz 1967, Fassung vom 26.11.2014; StF: BGBl. Nr. 267/1967 (NR: GP XI RV 186 AB 576 S. 61. BR: S. 256.)

¹⁵⁹ ÖNORM EN 12195-1, 2014-04-15; Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 1: Berechnung von Sicherungskräften (konsolidierte Fassung).

¹⁶⁰ ÖNORM EN 12195-2, 2001-04-01; Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern..

¹⁶¹ ÖNORM EN 12195-3, 2001-11-01; Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 3: Zurrketten.

¹⁶² ÖNORM EN 12195-4, 2004-04-01; Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 4: Zurrdrahtseile.

nung, sind einzuhalten. Die am häufigsten eingesetzten Hilfsmittel zur Ladegutsicherung beim Transport von Bauteilen im Bauwesen sind sogenannte Zurrgurte und Zurrketten.

▪ Zurrgurte

Bei Zurrgurten gibt es die einteilige und die zweiteilige Ausführung, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich. Werden einteilige Ausführungen von Zurrgurten, vor allem beim Bündeln von Ladegutteilen eingesetzt, so ist dem Einsatzbereich der zweiteiligen Ausführung kaum Grenzen gesetzt. Zweiteilige Zurrgurte bestehen aus dem sogenannten Losende, einem rund 8 m langen Gurtband und dem sogenannten Festende, das aus einem kurzen, nicht verstellbaren Gurtband besteht, an welchem die sogenannte Ratsche d.h. die Spanneinrichtung, und ein Verbindungselement, meist ein Haken, befestigt sind.¹⁶³



Abbildung 2.30: einteiliger (Bild links) und zweiteiliger Zurrgurt (Bild rechts)^{164,165}

Mehrfachverwendbare Zurrgurte sind immer mit einem Etikett ÖNORM EN 12195-2 gekennzeichnet, welches Angaben zur Zurrkraft, zur normalen Handzugkraft und zur normalen Vorspannkraft enthalten muss.¹⁶⁶

Hinweise zur Verwendung von Zurrgurten:¹⁶⁷

- Schützen der Gurte vor Reibung bzw. Abrieb, sowie vor scharfen Kanten mittels Kantenschonern.
- Keine zweckentfremdete Verwendung, wie zum Heben von Lasten und Verknoten.
- Die Verwendung von mechanischen Hilfsmitteln, die nicht zum Spannmittel gehören, ist zu unterlassen.

¹⁶³ Vgl. BLIEWEIS, P. et al.: Praxishandbuch Ladegutsicherung. S. 27.

¹⁶⁴ <http://www.nifa-mainburg.de/Zurrgurt-einteilig-5-m-750-dan>. Datum des Zugriffs: 24.11.2014.

¹⁶⁵ <http://www.nifa-mainburg.de/Zurrgurt-einteilig-5-m-1000-daN>. Datum des Zugriffs: 24.11.2014.

¹⁶⁶ Vgl. BLIEWEIS, P. et al.: Praxishandbuch Ladegutsicherung. S. 28.

¹⁶⁷ Vgl. a.a.O., S. 29f.

- Beim Spannen sind für einen festen Sitz des Zurrgurtes mindestens 1,5 Windungen auf der Wickelwelle aufzubringen, wobei nicht mehr als drei Gurtlagen aufgewickelt werden dürfen aufgrund der Gefahr des Verklemmens des Spanners.
- Beim Öffnen des Funktionsschiebers wird die Vorspannkraft schlagartig freigegeben.

▪ Zurrketten

Zurrketten sind sehr robuste Zurrmittel mit hoher Festigkeit, die vor allem zur Sicherung von schweren Gütern eingesetzt werden. Sie werden vor allem zum Diagonal- und Schrägzurren, weniger zum Niederzurren, eingesetzt. Gegenüber von Zurrgurten können höhere Zug- und Vorspannkraft erreicht werden. Die Grundlage für den Einsatz von Zurrketten bildet die ÖNORM EN 12195-3.¹⁶⁸



Abbildung 2.31: Zurrkette mit Ratschenspanner¹⁶⁹

Hinweise zur Verwendung von Zurrketten:¹⁷⁰

- Es dürfen nur unbeschädigte Zurrketten verwendet werden.
- Spannkraft größer der zulässigen Zugkraft sind verboten.
- Schützen der Ketten vor scharfen Kanten mittels Kantenschonern.
- Eingesetzte Verbindungselemente wie Zurrhaken, Schäkel, Endglied, etc. müssen mit der zulässigen Zugkraft der eingesetzten Zurrkette übereinstimmen.

¹⁶⁸ Vgl. BLIEWEIS, P. et al.: Praxishandbuch Ladegutsicherung. S. 35.

¹⁶⁹ <http://www.ritec-agrar.de/beratung/wartungs-reparaturtipps/ueberpruefung-von-zurrketten.html>. Datum des Zugriffs: 25.11.2014

¹⁷⁰ Vgl. BLIEWEIS, P. et al.: Praxishandbuch Ladegutsicherung. S. 35.

- Ratschenspanner sind regelmäßig zu warten.

2.3.7 Hebeseysteme

Um den vollen Umfang eines raschen Baufortschrittes im Holzbau nutzen zu können, werden die BSP-Elemente vor Ort hauptsächlich mit mobilen Kranen in Form von Teleskopkranen bzw. Autokranen versetzt. Vorzugsweise werden die BSP-Bauteile direkt von den Sattelhängern aus der stehenden oder auch liegenden Transportposition an den Einbauort gehoben und dort im Anschluss montiert, ohne eine Zwischenlagerung vorzunehmen. Speziell beim Anheben aus der liegenden Verladung muss auf etwaige Beschädigungen durch Überlastung der Produkte, wie durch Bruch eines dünnen Elementes, trotz dort belassener Stabilisierungstreifen, bei einem Türausschnitt geachtet werden. Zahlreiche Verbindungsmittelhersteller bieten derzeit am Markt zugelassene Komplettsystemlösungen als Anschlagmittel an, welche in den folgenden Tabellen aufgezeigt werden.¹⁷¹

Hebeseysteme für Wandelemente:¹⁷²

Hebesystem	Vorteile	Nachteile
Hebeschlaufen durch Bohrung in Wand	<ul style="list-style-type: none"> • einfache Herstellung • schnelle Handhabung auf der Baustelle • relativ hohe Lasten 	<ul style="list-style-type: none"> • nachträgliches Verschließen der Löcher • nur bei Nicht-Sicht-Elementen möglich • Luftdichtheit beeinflusst • Einweg-Hebesystem
Verdeckt in Wand eingebaute Hebeschlaufen	<ul style="list-style-type: none"> • Sichtqualität nur einseitig beeinflusst • schnelle und einfache Handhabung auf der Baustelle 	<ul style="list-style-type: none"> • aufwendige Herstellung • Bohrung sind zu verschließen • Luftdichtigkeit beeinflusst • Einweg-Hebeschlaufen • Querkzugbeanspruchung beim Aufkippen
Holzschrauben mit Transportanker	<ul style="list-style-type: none"> • einfach und schnell bei der Montage • Sichtqualität wird nicht beeinflusst 	<ul style="list-style-type: none"> • Querkzugbeanspruchung beim Aufkippen • Einschraubwinkel bei 0° zur Faser

Tabelle 2.10: Vor- und Nachteile der aktuell verwendeten Hebeseysteme für Wandelemente

¹⁷¹ Vgl. TIMBORY; HAAS FERTIGBAU GMBH: Profihandbuch für Brettsperrholz. S. 68f.

¹⁷² Vgl. THIEL, A.: Hebeseysteme für BSP. Forschungsbericht. S. 29.

Hebesysteme für Decken- und Dachelemente:¹⁷³

Hebesystem	Vorteile	Nachteile
Hebeschlaufen	<ul style="list-style-type: none"> • einfache Handhabung • kostengünstig 	<ul style="list-style-type: none"> • evtl. erst auf der Baustelle zu montieren, da beim Transport störend • nur bei Nicht-Sicht-Elementen möglich • Einwegprodukt.
Holzschrauben mit Transportanker	<ul style="list-style-type: none"> • einfach und schnell bei der Montage • kostengünstig 	<ul style="list-style-type: none"> • Schrauben sind Einwegprodukt • zu hebende Lasten nicht sehr hoch
Sacklochverbindung	<ul style="list-style-type: none"> • Übertragung hoher Lasten möglich • Anpassung der Tragfähigkeit durch Variation des Stabdübeldurchmessers 	<ul style="list-style-type: none"> • aufwendig in der Herstellung Stabdübel und Hebeschlaufen sind Einwegprodukt • kostenintensiv
Stahlschlaufen	<ul style="list-style-type: none"> • wiederverwendbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Montage und Demontage auf der Baustelle • Rücktransport notwendig
RAMPA-Muffen	<ul style="list-style-type: none"> • werkseitiger Einbau vollständig integriert / nicht vorstehend • Übertragung relativ hoher Lasten möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Muffe ist ein Einwegprodukt
Zimmererlift	<ul style="list-style-type: none"> • einfach und schnell in der Montage • wiederverwendbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Rücklaufsystem erforderlich • zu hebende Lasten nicht sehr hoch

Tabelle 2.11: Vor- und Nachteile der aktuell verwendeten Hebesysteme für Decken- und Dachelemente

173 Vgl. THIEL, A.: Hebesysteme für BSP. Forschungsbericht. S. 28.

Bei der durchgeführten Baustellenuntersuchung sind als Anschlagmittel ausschließlich Holzschrauben mit Transportanker an den Wand-, den Decken- und auch an den Dachelementen eingesetzt worden, welche in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt sind. Das eingesetzte Hebesystem, bestehend aus Spezialschrauben und der dazugehörigen Kupplungen, ermöglichen ein schnelles und sicheres Heben der BSP-Elemente.

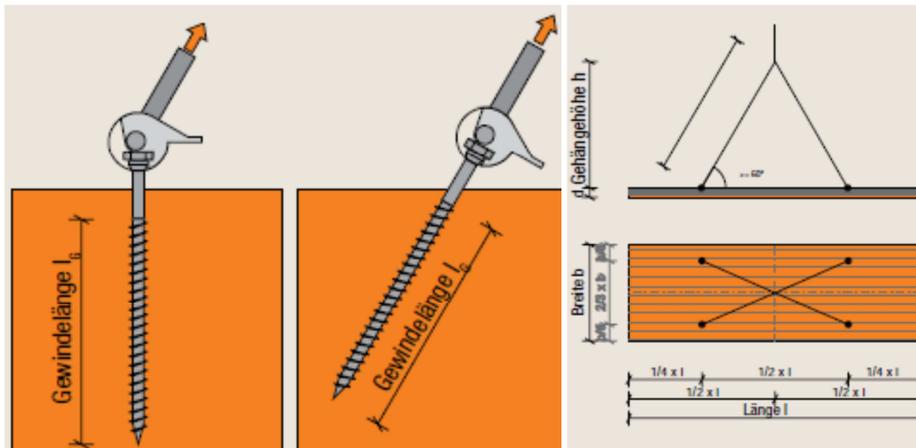


Abbildung 2.32: Hebesysteme (links: Schraube freier Kopf, schräger Einbau; rechts: Hebegehänge Vierpunktlagerung)¹⁷⁴

Die einzelnen Hersteller von BSP-Elementen schlagen für ihre Produkte unterschiedliche Hebesysteme vor, die in der Regel durch diese bereits an den Montageort mitgeliefert werden.

174 TIMBORY; HAAS FERTIGBAU GMBH: Profihandbuch für Brettsperrholz. S. 68.

2.3.8 Montage- und Verbindungstechnik

Beim Erstellen eines Entwurfes und der weiteren Planung eines Bauobjektes aus BSP-Elementen, stellt ein wesentlicher Teil die Auswahl, Positionierung und Bemessung einer adäquaten Verbindungstechnik samt zugehörigen Verbindungsmitteln dar, welchen Sachverhalt die folgende Abbildung veranschaulicht.

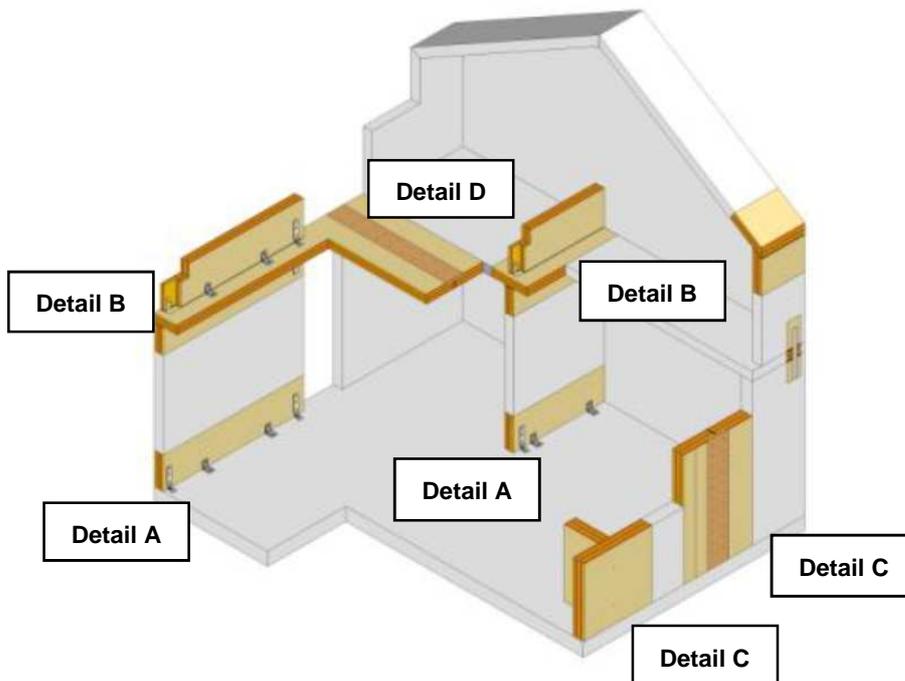


Abbildung 2.33: Brettsperrholzdetaills für die Montage- und Verbindungstechnik¹⁷⁵

Beim Bau mit großflächigen BSP- Elementen sind generell, aufgrund der Plattengrößen, im Vergleich zu anderen Holzbauweisen, nur einige wenige Kontaktfugen vorhanden, wie die obige Abbildung zeigt. Diese werden gewöhnlich über mechanische Verbindungsmittel, wie Schrauben, Winkel, Spezialverbinder oder auch Kombinationen daraus, kraftschlüssig miteinander verbunden. Prinzipiell werden die Kontaktfugen punktuell mit stiftförmigen Verbindungsmitteln, wie selbstbohrenden Holzschrauben, Nägel, Stabdübel, Passbolzen, Schraubbolzen und eher selten mit eingeklebten Gewindestangen ausgeführt. Systemverbinder für eine höhere Lastabtragung spielen eher punktuell eine Rolle. Beim Einsatz der Verbindungsmittel ist darauf zu achten, dass diese nicht in den Hirnholzflächen, sondern in den Kantenflächen der Lamellen, zu liegen kommen. Generell kann festgehalten werden, dass die Mindestabstände, die Einschraubtiefen und die Vorbohrungen des jeweiligen Verbindungs-

¹⁷⁵ SCHIERMEYER, V.; WIESNER, R.: Bemessungs- und Konstruktionshilfen für Verbindungen in der Brettsperrholzbauweise nach EN 1995-1-1:2010-12 (EC 5). Nachweisführungsbehelf. S. 1.

dungsmittels, laut den entsprechenden Zulassungen sowie der ÖNORM EN 1995-1-1 einzuhalten sind.¹⁷⁶

Wesentlich in der Bemessung der Verbindungsmittel ist die Tatsache, dass alle auftretenden Kräfte als horizontale und vertikale Last übertragen werden können. Im Bauen mit BSP stellt nicht das Element an sich, sondern die Verbindungsteile den Schwachpunkt der Konstruktion dar.

Man unterscheidet Kontaktfugen zwischen:¹⁷⁷

- Wand zu Fundierung, wie in Detail A
- Wand zu Decke an Wand, wie in Detail B
- Wand zu Wand, wie in Detail C
- Decke zu Decke, wie in Detail D

An dieser Stelle sei erwähnt, dass jene, in weiterer Folge angeführten grafisch dargestellten Konstruktionsdetails, im Zuge der durchgeführten Baustellenuntersuchung Anwendung gefunden haben. Es gibt aber noch zahlreiche weitere Konstruktionslösungen, welche den verschiedensten firmenspezifischen Produktkatalogen zu entnehmen sind, aber im gebauten Objekt keine Anwendung gefunden haben.

2.3.8.1 Kontaktfuge Wand | Fundierung

Ausgehend von einem angepassten Niveaueausgleich, welcher aufgrund der auftretenden und auch zulässigen Toleranzen aus dem Betonbau erforderlich wird und einer Abdichtung, welche die BSP-Elemente vor aufsteigender Feuchtigkeit schützen soll, kann das BSP-Element am Betonsockel bzw. auf die Betondecke direkt gestellt und fixiert werden. Als Verbindungselemente können punktuell angeordnete eingeschlitzte oder innen liegende Stahlblechwinkel eingesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit ist die durchlaufende Hartholzschwelle, welche im untersuchten Objekt jedoch keine Anwendung gefunden hat. Die kraftschlüssige Verbindung zwischen dem Betonkörper und der Winkel erfolgt mittels ausreichend bemessener Ankerschrauben und zulässiger Betondübel. Die Fixierung der Winkel im BSP-Element erfolgt mittels selbstbohrender Holzschrauben, Rillennägeln oder Stabdübel.¹⁷⁸

Das nachfolgende Bild stellt eine typische Kontaktfuge von einem BSP-Element zum Betonuntergrund dar.

¹⁷⁶ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPhandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperholz. S. E-1f.

¹⁷⁷ Vgl. a.a.O., S. E-1.

¹⁷⁸ Vgl. a.a.O., S. E-3.

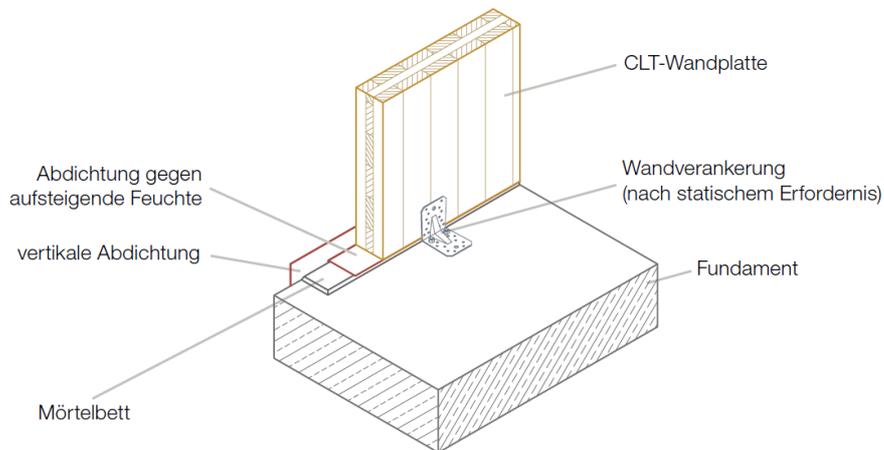


Abbildung 2.34: Sockelausbildung mit Mörtelbett¹⁷⁹

2.3.8.2 Kontaktfuge Wand | Wand

Die Verbindung von zwei Wandelementen, in Form eines L- oder T-Stoßes, ist eine Verbindung von zwei BSP-Elementen, d.h. eine Holz-Holz-Verbindung, mit adäquaten Verbindungsmitteln, meist Holzschrauben. Es ist darauf zu achten, dass die selbstbohrenden Holzschrauben in den Brettkantenflächen der BSP-Elemente und nicht in den Hirnholzflächen zu liegen kommen. Bei korrekter Montage pressen sich die zu verschraubenden Wandelemente passgenau aneinander, wodurch das dazwischenliegende, erforderliche Fugendichtband seiner Funktion für die Luftdichtheit, aber auch für den Schallschutz gerecht wird.¹⁸⁰

Im Vergleich dazu kann auch, wie in den meisten Fällen zu Sicherung der Luftdichtheit eines Gebäudes die Stoßfuge außen mit einem speziellen Klebeband abgeklebt werden.

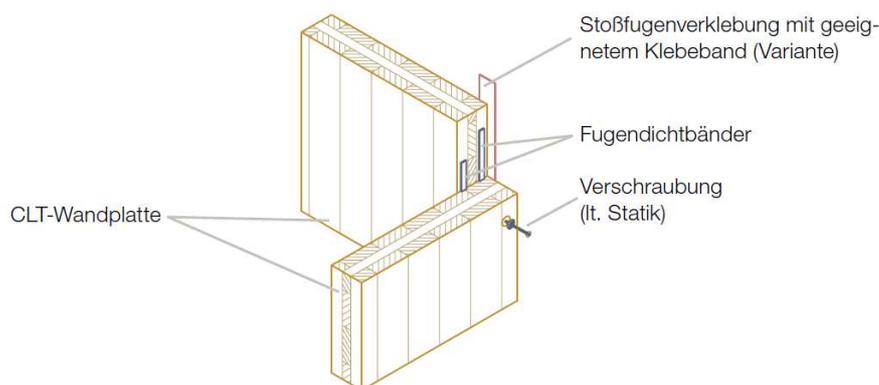


Abbildung 2.35: Eckstoß¹⁸¹

179 Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 2-A-3.

180 Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPhandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperholz. S. E-3f.

181 Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 2-A-8.

Die Verbindung im L-, aber auch im T-Stoß, einer BSP-Wand erfolgt in den meisten Fällen mit selbstbohrenden Holzschrauben, entweder als ein- oder sich kreuzende zweischnittige Verbindung.

Zusätzlich kann es erforderlich sein, dass zur Erreichung des geforder- ten Schallschutzes zwischen Wand und Decke linienförmige Schall- dämmbänder eingebaut werden.

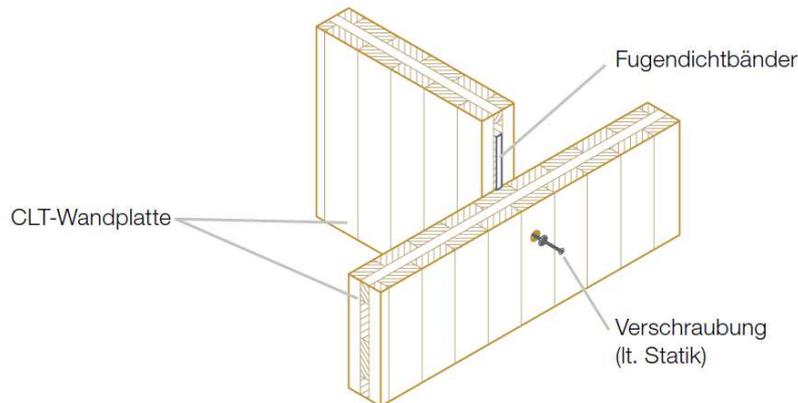


Abbildung 2.36: T-Stoß¹⁸²

Die Verbindung von zwei BSP-Elementen in der gleichen Flucht erfolgt ähnlich wie bei den nachfolgend beschriebenen Deckenelementen, wo- bei in vertikaler Richtung mittels Stufenfalz oder einem Stoßbrett und in horizontaler Richtung meist mittels Stumpfstoß und in eher seltenen Fäl- len mit außen anliegenden Laschen gearbeitet wird.

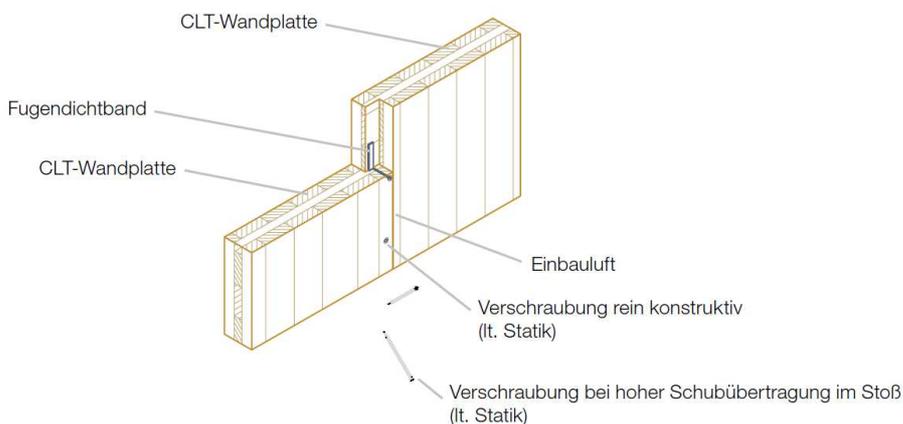


Abbildung 2.37: vertikaler Wandstoß als Stufenfalz¹⁸³

Bei der Verbindung zweier BSP-Bauteile in einer Flucht ist auf den kor- rekten Einbau der Fugenbänder für eine luftdichte Konstruktion besonde-

182 Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 2-A-9.

183 Vgl. a.a.O., S. 2-A-13.

res Augenmerk zu legen, wobei bei dieser Konstruktionsvariante auf ausreichend Toleranz in der Montage zu achten ist.

2.3.8.3 Kontaktfuge Wand | Decke | Wand

Die Verbindungsmöglichkeiten eines horizontalen BSP-Elements, in Form einer Decke, mit dem darunter vertikal angeordneten Wandelement sind neben dem am öftesten eingesetzten reinen Verschrauben der Kontaktflächen mit selbstbohrenden Teil- oder Vollgewindeschrauben auch das eher seltene Anbringen von zusätzlichen Winkeln, sowie eingeklebten Gewindestangen in den Kontaktflächen. Diese Verbindungstechniken erlauben das Abtragen von horizontalen Lasten, wie z.B. Windlasten, aber auch das Aufnehmen von abhebenden Lasten aus dem Windsog am Dach. Bei der Verbindung der Fuge Wand-Decke-Wand müssen direkte Hirnholzverschraubungen vermieden werden. Eine gängige Ausführungsvariante ist die direkte Verschraubung des Deckenelements mit dem darunterliegenden Wandelement, ähnlich wie beim T-Stoß einer Wand-Wand Verbindung. Nach dem Aufbringen eines speziell dafür entwickelten Dichtungsbandes auf der Oberseite des Deckenelements, wird das obere Wandelement gestellt, welches wiederum kraftschlüssig wie bei der Verbindung Wand zu Fundierung mit punktuell angeordneten Stahlwinkeln und deren Verschraubung und zusätzlicher Vernagelung positioniert wird.¹⁸⁴

Die nötige Luftdichtheit wird wiederum durch ein sorgfältiges Abkleben aller Stoßfugen erreicht.

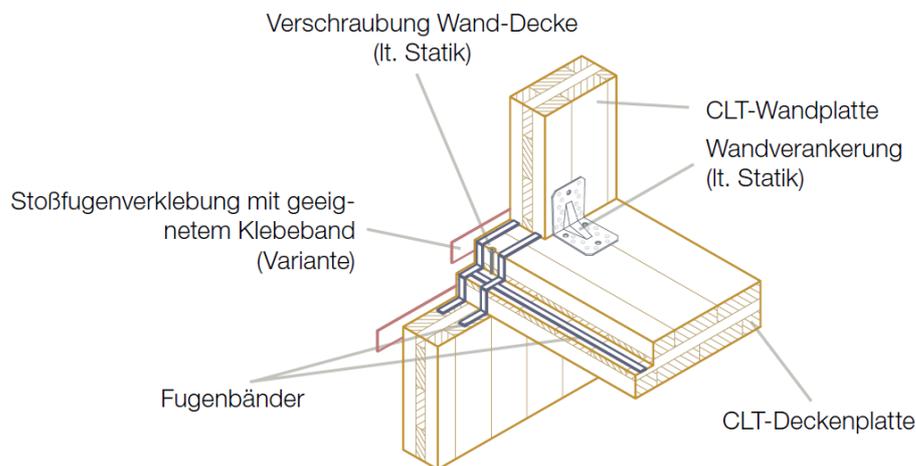


Abbildung 2.38: Verbindungsknoten Wand UG – Decke – Wand OG¹⁸⁵

¹⁸⁴ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. E-4f.

¹⁸⁵ Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 2-A-34.

2.3.8.4 Kontaktfuge Decke | Decke

Um die Abmessungen eines BSP-Deckenelementes in wirtschaftlich vertretbar bezüglich der Dimensionen für die Fertigung und den Transport zu halten, ist es notwendig, die Einzelemente an den Kontaktstößen kraft- aber auch formschlüssig zu verbinden. Eine einfache Handhabung bietet der klassisch verschraubte Stufenfalz.¹⁸⁶

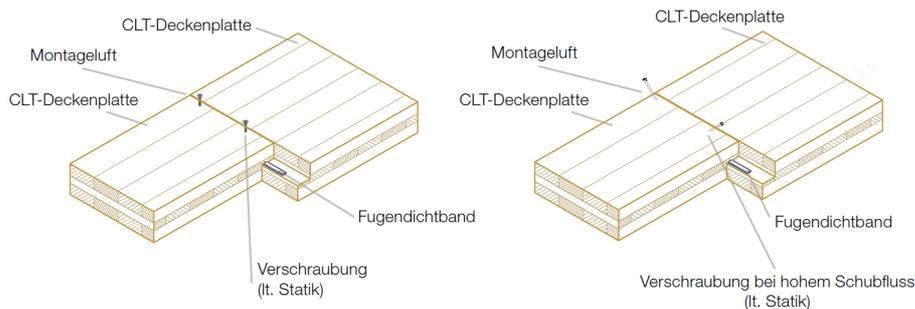


Abbildung 2.39: Deckenstoß mittels Stufenfalz¹⁸⁷

Um eine eventuell statisch erforderliche Scheibentragwirkung der Decke erreichen zu können, kann dieser Stufenfalz mit gekreuzter, jeweils paarweise angeordneter selbstbohrender Holzschrauben, oder auch mittels in beiden BSP-Elementen eingefrästen Nuten und einem zusätzlichen Holzwerkstoff in Form einer meist mit Rillnägeln oder Teilgewindeschrauben fixierten Drei-Schicht-Platte oder mehrschichtigen Holzwerkstoffplatte, ähnlich wie bei der vorher beschriebenen in einer Flucht angeordnete Wand-Wand Verbindung, erfolgen.

¹⁸⁶ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPhandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. E-4f.

¹⁸⁷ Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 2-A-19.

2.3.8.5 Anschlussdetail Unterzug

Die Fixierung eines Unterzuges, meist aus Brettschichtholz, an einer aufgehenden Wand, erfolgt in einer im BSP-Element im Werk vorgefertigten Ausnehmung bzw. -klinkung zumeist direkt mit selbstbohrenden Holzschrauben. Je nach Anforderung an die Luftdichtheit eines Gebäudes können mittels eines speziell dafür entwickelten Klebebandes die Stoßfugen luftdicht hergestellt und somit eine bauphysikalisch geforderte luftdichte Konstruktion erreicht werden.

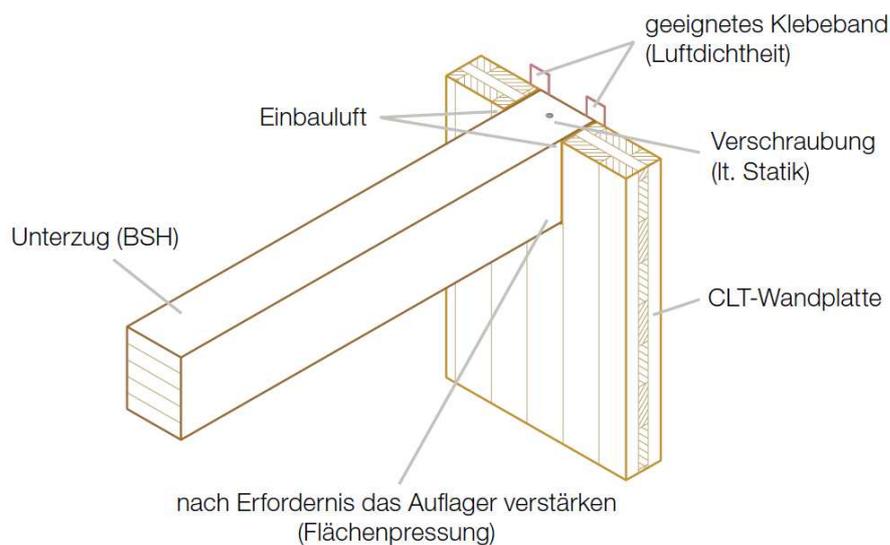


Abbildung 2.40: Unterzug gelagert auf Wandauslass¹⁸⁸

Je nach auftretender Flächenpressung aus der Punktlagerung des Unterzuges werden zwischen dem Unterzug und der Wandscheibe Stahlplatten zur Lastverteilung oder auch Pressflächenverstärkungen mit Vollgewindeschrauben eingesetzt.

¹⁸⁸ Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions, Technikordner, S. 2-A-25.

2.3.8.6 Anschlussdetail Unterzug | Stütze

Um die Anzahl von Durchbrüchen bei BSP-Wandelementen, betreffend der geforderten luftdichten Außenhülle, möglichst gering zu halten, kommen in manchen Fällen zusätzlich wandparallele, vertikale und direkt mit dem BSP-Element verschraubte Stützen mit darauf liegenden horizontalen Unterzügen zur Anwendung. Dies bedeutet zwar einen höheren Montage- und Materialaufwand, jedoch werden der kostenintensive Abbund für die Ausklinkung und somit auch die Kosten der BSP-Elemente minimiert. Ebenso kann damit bereits eine Innenraumunterteilung erreicht werden.

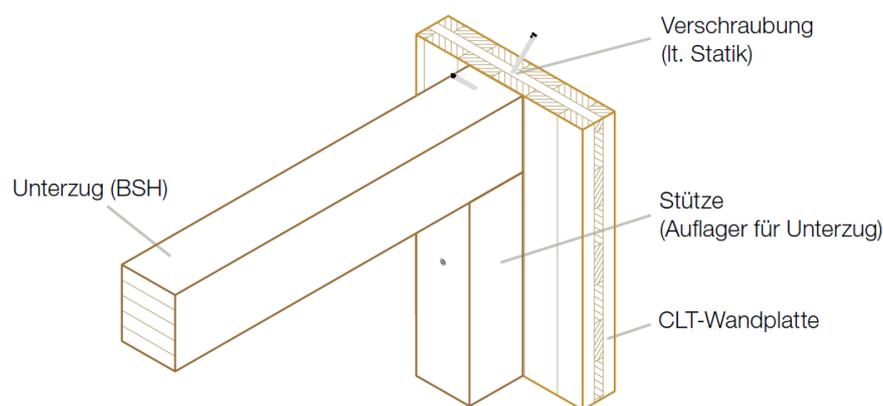


Abbildung 2.41: Unterzug gelagert auf Stützen¹⁸⁹

Diese Art der Montage mit vertikalen Stützen lässt eine Unterteilung oder auch eine eventuelle Anschlagsausbildung für weitere Einbauten zu.

2.3.8.7 Verbindungsmittel

Um die einzelnen BSP-Elemente kraftschlüssig miteinander zu verbinden und somit die bestehende Schwachstelle im Bauen mit Brettsperrholz als möglichst starre Verbindung zu schließen, werden unterschiedliche Verbindungsmittel und Verbindungstechniken eingesetzt. Neben den bereits erwähnten selbstbohrenden Holzschrauben, Holzdübeln, Bolzen, sowie den Rillnägeln, werden zu Verbindung Winkelprofile meist aus Stahl eingesetzt. Diese Winkel werden oftmals als sogenannte Anker bezeichnet, wobei zwischen Schub- und Zugankern unterschieden wird. Für Verbindungen von BSP zu Beton eignet sich beispielsweise der Winkeltyp KR 135. Für eine reine Verbindung Holz-Holz, d.h. BSP zu BSP, kommt in den meisten Fällen der Winkelverbinder 90 mit Rippe zum Einsatz. Mittels der statischen Berechnung, heutzutage oft eine Finite-Elemente-Berechnung, wird deren Position und Anzahl im jeweiligen Geschoss bestimmt.

¹⁸⁹ Vgl. STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. S. 2-A-26.



Abbildung 2.42: Winkelverbindung BSP zu Beton (rechts der Winkeltyp KR 135)



Abbildung 2.43: Winkelverbindung BSP zu BSP (Winkeltyp 90 mit Rippe)

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die eingesetzten, selbstbohrenden Teilgewindeschrauben beim untersuchten und in dieser Arbeit später näher beschriebenen Objekt. Es handelt sich um bauaufsichtlich zugelassene Schrauben laut Zulassungsnummer Z-9.1-687, welche für eine Konstruktion nach ÖNORM EN 1995-1-1 für BSP-Platten eingesetzt werden dürfen.

Element	Ort	Stärke [cm]	Schraube
Wand	AW - AW	10 - 10	8 x 220
	AW - IW	10 - 9	8 x 220
	IW - IW	9 - 9	8 x 220
Decke	Stufenfalz	14	8 x 120
	Decke - Wand		8 x 260
Liftschacht	-	16	8 x 280
Dach	Stufenfalz	10	8 x 80
	Dach - Wand		8 x 220
Treppenstufen	Treppenhaus	14	8 x 220
Treppenhaus- außenverklei- dung	-	14	8 x 220
Geländerfixie- rung	-	10	8 x 220
Winkel	Kelleroberseite (Beton)	-	Ankerschrauben

Tabelle 2.12: Übersicht über die eingesetzten Schraubverbindungen

2.4 Sicherheitstechnik in der Holzbaumontage

Wie bei allen Bautätigkeiten wird auch im Holzbau und auch speziell in der Holzbaumontage und deren Umwelt, großer Wert auf die Arbeitssicherheit der Monteure, aber auch auf den sicheren Umgang mit den Materialien und den Holzwerkstoffen, gelegt. Des Weiteren ist bezüglich der Auswahl des Baustoffes Holz als Arbeitsmaterial, das Thema Brandschutz ein weiteres ebenso wichtiges und unumgängliches Kriterium.

Dieses Thema ist zwar nicht als typisches Sicherheitskriterium im Bauwesen anzusehen, jedoch für das vertiefte Verständnis im Holzbau notwendig.

Dabei wird einleitend zu Thema Sicherheitstechnik im folgenden Kapitel das Thema Brandverhalten von BSP-Elementen und auch auszugsweise die gesetzlichen und normativen Bestimmungen zum Thema Brandschutz in Bauwesen vorab dargestellt, um ein besseres Verständnis sowie einen Überblick zu erhalten.

2.4.1 Grundlegendes Brandverhalten von BSP-Elementplatten

Wird dem Baustoff Holz genügend Wärme, meist in Form von Feuer, hinzugefügt, so kommt es zur Zerstörung des Holzes. Dieser thermische Prozess, auch als Pyrolyse bezeichnet, bildet mit Fortdauer der Wärmezufuhr Holzkohle und brennbare Gase. Es erscheint dabei auf den ersten Blick schwer nachvollziehbar, dass mit dem Fortschreiten eines Feuers und der damit einhergehenden steigenden Kohleschichtbildung an der Holzoberfläche, auch der innen liegende Holzkern vor der Wärmezufuhr, geschützt wird. Dieser Effekt ist aber auf die physikalischen Eigenschaften des Werkstoffs Holz zurückzuführen. Die ÖNORM EN 1995-1-2¹⁹⁰ enthält Angaben zur eindimensionalen Abbrandgeschwindigkeit von Holzbauteilen, welche auch für BSP-Elemente zutreffend ist.¹⁹¹

¹⁹⁰ ÖNORM EN 1995-1-2; 2011-09-01. Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Bemessung für den Brandfall - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen

¹⁹¹ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. D-43.

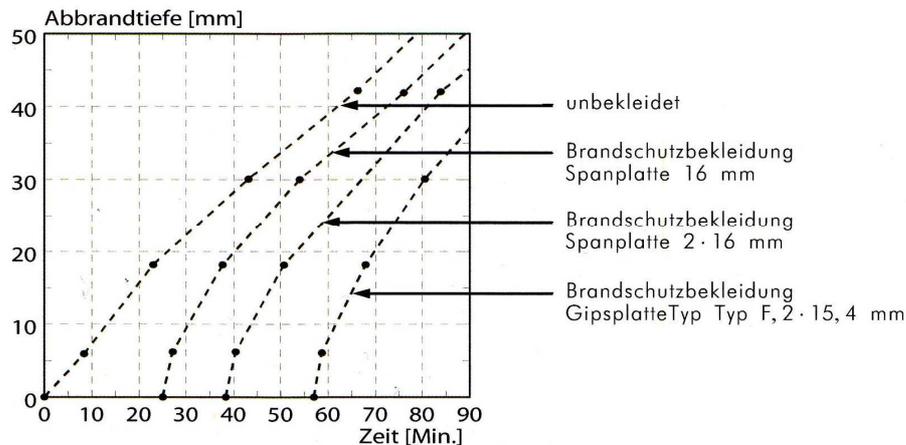


Abbildung 2.44: Gemessene Abbrandtiefe für unbekleidete bzw. mit Spanplatten oder Gipskartonplatten bekleidete Holzbauteile¹⁹²

Aus obiger Grafik kann entnommen werden, dass die Dauer bis zum Versagen der Brandschutzverkleidung bei verkleideten BSP-Elementen länger ist, als bei unverkleideten BSP-Elementen. Versuchsaufbauten haben ergeben, dass nach einer Dauer von rund 25 Minuten bei unverkleideten BSP-Elementen bereits die Verkohlung einsetzt. Im Fall einer Spanplatten-Brandschutzbekleidung setzt die Verkohlung des BSP-Elementes nach einer Dauer von rund 39 Minuten und im Fall einer Gipsplatten-Brandschutzbekleidung nach einer Dauer von rund 57 Minuten ein.¹⁹³ Folglich kann somit festgehalten werden, dass Brandschutzbekleidungen, abhängig von der Art der Ausführung, brandschutztechnisch eine Schutzfunktion für das eigentlich eingesetzte BSP-Element haben.

Brandprüfungen von unbehandelten, unbelasteten BSP-Elementen an der EMPA¹⁹⁴ in Dübendorf unter einer ISO-Normbrandbeanspruchung ergaben, dass BSP-Elemente mit PUR-Klebstoffen einen höheren Abbrand aufweisen, als jene mit MUF-Klebstoffen. Grund dafür ist die höhere Bereitschaft von abfallenden, verkohlten Schichten bei PUR-verklebten BSP-Elementen. Damit wurde belegt, dass die Abbrandgeschwindigkeit von Brettsperrholzplatten als nicht konstant über die Zeit angesehen werden kann, falls sich einzelne verkohlte Brettsperrholzschichten von der Platte lösen.¹⁹⁵

Bei einem weiteren Versuch sind zwei gleich starke Prüfkörper aus Brettsperrholz, aber mit unterschiedlichem Schichtaufbau, d.h. ein Prüfkörper mit drei Schichten (20, 20, 20 mm) und ein Prüfkörper mit fünf

¹⁹² Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. D-44.

¹⁹³ Vgl. a.a.O., S. D-44.

¹⁹⁴ EMPA steht für Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt. Zu finden unter: <http://www.empa.ch/plugin/template/empa/3?/-/1=1>. Datum des Zugriffs: 14.12.2014.

¹⁹⁵ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. D-45f.

Schichten (10, 10, 10, 10, 20 mm), bezüglich ihres Abbrandverhaltens geprüft und verglichen worden. Das Ergebnis dieser Prüfung ergab, dass die durchschnittliche Abbrandgeschwindigkeit bis zur vollständigen Verkohlung beim dreischichtigen Brettsperrholzaufbau geringer ist, als beim fünfschichtigen Aufbau. Somit kann allgemein festgehalten werden, dass Brettsperrholzplatten mit einer stärkeren Ausführung der einzelnen Lamellen ein besseres Brandverhalten aufweisen, als Brettsperrholzplatten mit dünnen Holzschichten.¹⁹⁶

Die statische Bemessung für den Brandfall erfolgt grundsätzlich nach der ÖNORM EN 1995-1-2 mit reduziertem Querschnitt, sofern die Voraussetzung für die Tragfähigkeit bei Normaltemperatur gemäß ÖNORM EN 1995-1-1 gewährleistet ist. Auch das Thema der Lastfallkombinationen erfasst im Fall der Brandbemessung von Holzteilen gesonderte und teils reduzierte Kombinationsregeln selbiger Norm.

Der Brandschutz von konstruktiven Bauteilen besitzt gerade in mehrgeschossigen Holzwohnbau aufgrund unterschiedlicher Brandschutzmaßnahmen, sowie der eigentlichen Brandverhütung, der Brandbegrenzung und der Brandbekämpfung, eine große Relevanz, wobei als das Wesentlichste der Schutz von Leib und Leben gilt. Um den hohen Brandschutzverordnungen gemäß der technischen Bauteilkriterien und Bauordnungen nachzukommen, müssen Holzoberflächen vielfach und je nach Nutzung, bautechnischen Richtlinien genügen und mit nicht brennbaren Baustoffen verkleidet werden, um als nicht brennbarer Baustoff gemäß der derzeitigen Richtlinien zu gelten. Um den baulichen Brandschutz zu umgehen, wird beispielsweise in spezifischen Brandschutzkonzepten nachgewiesen, wie ein eventueller Brand eines Objektes bereits zum Entstehungszeitpunkt mittels technisch geeigneter Anlagen bzw. Einrichtungen verhindert bzw. reduziert wird. Diese Vorgehensweise ermöglicht im mehrgeschossigen Holzbau auch das Einsetzen von BSP-Sichtelementen.

Der Brandschutz im Holzbau ist nicht nur in Österreich ein vielfach diskutiertes Thema. Dieser wird durch zahlreiche Gesetze, Normen, wie beispielsweise durch die ÖNORM B 2320¹⁹⁷ und unterschiedliche Regelwerken, wie die OIB-Richtlinie 2¹⁹⁸ geregelt.

In Zuge dieser Arbeit wird auf die Thematik des Brandschutzes im Holzbau nicht näher eingegangen. Es wird hier auf zahlreiche weiterführende Literatur verwiesen.

¹⁹⁶ Vgl. SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. S. D-46f.

¹⁹⁷ ÖNORM EN 2320, 2005-11-01; Wohnhäuser aus Holz - Technische Anforderungen.

¹⁹⁸ OIB- Richtlinie 2, 2012-01-01; Richtlinie 2 – Brandschutz.

Für im Bau eingesetzte Holzmaterialien kommen bezüglich des Brandschutzes zusätzliche Richtlinien, wie z.B. Technische Richtlinien des vorbeugenden Brandschutzes (kurz: TRVB), zum Einsatz.

Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz

Die TRVB ist eine Brandschutzverordnung, welche vom Österreichischen Berufsfeuerwehrverband und den österreichischen Brandverhütungsstellen herausgegeben wurde. Speziell die TRVB A 149/85¹⁹⁹ beinhaltet die Mindestanforderungen an den Brandschutz auf Baustellen, sofern durch Bundes- oder Landesgesetze nicht andere zusätzliche Vorschriften vorgeschrieben sind. Die TRVB zeigt die jeweils nötigen und möglichen Brandschutzmaßnahmen in Abhängigkeit vom Baustadium, bezüglich aller Arbeiten zur Herstellung, Änderung, Instandsetzung und Beseitigung baulicher Anlagen, auf. Aktuell stammt diese Richtlinie aus dem Jahr 1985, wobei sich diese zurzeit in Überarbeitung befindet.²⁰⁰

2.4.2 Sicherheitstechnische Vorschriften in Österreich

In Österreich kommen unterschiedliche sicherheitstechnische Vorschriften, je nach Fachbereich und auszuführenden Arbeiten, zur Anwendung. Grundlegend wird der Schutz der Arbeitskräfte aber in Bundesgesetzen festgehalten.

Die ArbeitnehmerInnenschutzvorschriften haben als Ziel, dass Arbeitskräfte einen besonderen Gesundheitsschutz auf Österreichs Baustellen haben, welcher in den folgenden Gesetzen²⁰¹ verankert ist.

Arbeitsinspektion

- Bundesgesetz über die Arbeitsinspektion (Arbeitsinspektionsgesetz 1993 – ArbIG); BGBl.Nr. 27/1993²⁰²
- Verordnung des Bundesministers für Arbeit und Soziales über die Aufsichtsbezirke und den Wirkungsbereich der Arbeitsinspektorate; BGBl. Nr. 237/1993 idF BGBl. II Nr.470/2012²⁰³

199 TRVB A 149/85, in Überarbeitung; 1985; Brandschutz auf Baustellen.

200 Österreichischer Berufsfeuerwehrverband. <http://www.bundesfeuerwehrverband.at/shop/technische-richtlinien-vorbeugender-brandschutz/trvb-149-641.html>. Datum des Zugriffs: 25.11.2014

201 Sozialministerium Arbeitsinspektion. Rechtsvorschriften. <http://www.arbeitsinspektion.gv.at/Al/Service/Vorschriften/default.htm>. Zugriff am: 21.09.2014.

202 BGBl.Nr. 27/1993; Fassung vom 27.11.2014.

203 BGBl. II Nr.470/2012; Fassung vom 01.12.2014.

Technischer und arbeitshygienischer Arbeitnehmerschutz

- Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – ASchG); StF: BGBl. Nr. 450/1994 idF BGBl. Nr. 457/1995²⁰⁴
- Bundesgesetz über die Koordination bei Bauarbeiten (Bauarbeitenkoordinationsgesetz – BauKG), BGBl. I Nr. 37/1999²⁰⁵
- Verordnung des Bundesministers für soziale Verwaltung vom 11. März 1983 über allgemeine Vorschriften zum Schutz des Lebens, der Gesundheit und der Sittlichkeit der Arbeitnehmer (Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung – AAV) StF: BGBl. Nr. 218/1983 idF BGBl. Nr. 486/1983²⁰⁶

Verordnungen zum ArbeitnehmerInnenschutzgesetz

- Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen und auf auswärtigen Arbeitsstellen (Bauarbeiterschutzverordnung – BauV) idF: BGBl. II Nr. 77/2014²⁰⁷
- Verordnung des Bundesministers für Arbeit und Soziales über die Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumente (DOK-VO); idF: BGBl. II Nr. 53/1997²⁰⁸
- Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz 2014 (VGÜ 2014); idF: BGBl. II Nr. 26/2014 (VGÜ-Novelle)²⁰⁹
- Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, mit der die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen durch persönliche Schutzausrüstung (Verordnung Persönliche Schutzausrüstung – PSA-V) erlassen und die Bauarbeiterschutzverordnung geändert wird; idF: BGBl. II Nr. 77/2014²¹⁰

Verwendungsschutz

- Bundesgesetz vom 11. Dezember 1969 über die Regelung der Arbeitszeit (Arbeitszeitgesetz) (AZG) idF: BGBl. I Nr. 71/2013²¹¹

204 BGBl. Nr. 457/1995; Fassung vom 01.12.2014.

205 BGBl. I Nr. 37/1999; Fassung vom 01.12.2014.

206 BGBl. Nr. 486/1983; Fassung vom 01.12.2014.

207 BGBl. II Nr. 77/2014; Fassung vom 01.12.2014.

208 BGBl. II Nr. 53/1997; Fassung vom 01.12.2014.

209 BGBl. II Nr. 26/2014; Fassung vom 01.12.2014.

210 BGBl. II Nr. 77/2014; Fassung vom 11.04.2014.

211 BGBl. I Nr. 71/2013; Fassung vom 01.12.2014.

- Bundesgesetz vom 3. Februar 1983 über die wöchentliche Ruhezeit und die Arbeitsruhe an Feiertagen (Arbeitsruhegesetz – ARG) idF: BGBl. I Nr. 71/2013²¹²
- Verordnung des Bundesministers für soziale Verwaltung vom 18. Jänner 1984 betreffend Ausnahmen von der Wochenend- und Feiertagsruhe (Arbeitsruhegesetz-Verordnung – ARG-VO); idF: BGBl. II Nr. 100/2014²¹³
- Bundesgesetz, mit dem ein Arbeitszeitgesetz für Angehörige von Gesundheitsberufen in Kranken-, Pflegeanstalten und ähnlichen Einrichtungen geschaffen wird (Krankenanstalten-Arbeitszeitgesetz – KA-AZG); idF: BGBl. I Nr. 76/2014²¹⁴
- Bundesgesetz über die Beschäftigung von Kindern und Jugendlichen 1987 (Kinder- und Jugendlichen-Beschäftigungsgesetz 1987 – KJBG); idF: BGBl. I Nr. 138/2013²¹⁵
- Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Gesundheit und Soziales, des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten und des Bundesministers für Wissenschaft und Verkehr über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche (KJBG-VO); idF: BGBl. II Nr. 221/2010²¹⁶

Wie aus der Auflistung der großen Auswahl an verschiedenen Gesetzen hervorgeht, hat die Sicherheit am Arbeitsplatz für den Gesetzgeber einen sehr großen Stellenwert. Dadurch sind in den vergangenen Jahren die teils zu geringen Sicherheitsvorkehrungen auf Baustellen verbannt worden. Bei einem etwaigen Verstoß gegen die vorliegenden Gesetze, wird der Auftragnehmer bzw. die zuständigen Personen in die Pflicht genommen und bei Vergehen diese auch bestraft.

212 BGBl. I Nr. 71/2013; Fassung vom 01.12.2014.

213 BGBl. II Nr. 100/2014; Fassung vom 01.12.2014.

214 BGBl. I Nr. 76/2014; Fassung vom 01.12.2014.

215 BGBl. I Nr. 138/2013; Fassung vom 01.12.2014.

216 BGBl. II Nr. 221/2010; Fassung vom 01.12.2014.

2.4.3 Arbeitssicherheit und Arbeitsschutz an der Baustelle – Umsetzung sicherheitstechnischer Vorschriften in Österreich

Wie schon erwähnt, ist die Sicherheit des Menschen, aber auch seiner Umwelt, sowie die der eingesetzten Maschinen und Materialien ein sehr wesentliches Thema, wenn ein Bauprojekt realisiert wird. Die Sicherheit am Bau ist ein viel diskutiertes Thema, da Sicherheitsvorkehrungen meist eines großen Zeitaufwands im Rahmen der Bauunterstützung beanspruchen und dabei beachtlicher Geldbeträge bedürfen. Damit auf Baustellen während der Montagezeit keine Unfälle passieren, bedarf es einer gut strukturierten Ablauforganisation und einer Abfolge von Aufklärungen und Unfallpräventionsvorkehrungen. Die Koordination und Kommunikation dieses Umstandes betreffend, läuft dabei zwischen dem Bauherrn bzw. dessen Vertretung und den ausführenden Unternehmen, wobei bei zahlreichen Bauvorhaben meist noch ein Bindeglied, der sogenannte Baukoordinator bzw. der Sicherheitsbeauftragte der Baustelle, zwischengeschaltet ist.

Aufgabenbereiche eines Baukoordinators sind:²¹⁷

- Prüfung und Überwachung der im Sicherheits- und Gesundheitschutzplan (kurz: SiGePlan) festgelegten Maßnahmen zur Unfallprävention.
- Prüfung und Feststellung, ob die vereinbarten SiGePlan-Maßnahmen vertraglich zwischen dem Bauherrn bzw. der Projektleitung und den ausführenden Unternehmen festgehalten sind und eingehalten werden.
- Erreichung einer zeitgerechten Vorankündigung vom Bauherrn bzw. der Projektleitung beim zuständigen Arbeitsinspektorat.
- Kommunikationsbindeglied zwischen allen am Bau beteiligten Personen und Gewerken.

2.4.3.1 Gefahrenevaluierung

Grundsätzlich hat der Unternehmer dafür Sorge zu tragen, dass eventuellen Gefahrenszenarien vorgebeugt wird, da auch er die Verantwortung für die Sicherheit zu tragen hat. In den meisten Fällen wird dazu eine bedarfsgerechte Evaluierung aller Gefahren einer Baustelle vor, während und nach einem Bauvorhaben durchgeführt. Aufgrund der rechtlichen Verantwortung werden hauptsächlich die Führungskräfte in die Evaluierung miteinbezogen, wobei konstruktive Mitarbeitervorschläge zur Verbesserung der Arbeitsabläufe ebenso in die Evaluierung einfließen. Laut

²¹⁷ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. A-1.2.

ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (kurz: ASchG) ist eine regelmäßige Evaluierung der Gefahren auf einer Baustelle vorgeschrieben, wobei auch das Arbeitsinspektorat eine solche anordnen kann. Es bedarf ebenso einer Überprüfung und eventuell einer Anpassung, wenn neue gesetzliche Bestimmungen bzw. neue Normen während einer laufenden Baustelle, dieses Thema betreffend, Anwendung finden. Die Methode zur Gefahrenermittlung ist gesetzlich nicht geregelt, so kann die Evaluierung grundsätzlich gefahren- oder arbeitsplatzbezogen aufgebaut werden. Die gefahrenbezogene Betrachtung beschreibt verschiedene Arbeitsplätze und deren potentielle Gefahren, wie z.B. Lärm, Vibrationen, Sturzgefahr usw. Bei ständig wechselnden Arbeits- und Umgebungsbedingungen, wie es bei Bau- und Montagearbeiten grundsätzlich der Fall ist, bietet die arbeitsplatzbezogene Betrachtung große Vorteile, da hier immer für einen speziellen Arbeitsplatz, gewisse Tätigkeiten oder bestimmte Arbeitsstoffe und somit eventuell auftretendes Gefahrenpotential aufgezeigt werden kann.²¹⁸

Eine umfassende arbeitsplatzbezogene Betrachtung beleuchtet dabei vor allem folgende Bereiche näher:²¹⁹

Baustelleneinrichtung

- Infrastruktur: Standorte für Maschinen und baubedingte Elemente, wie z.B. Kranstandort, Mischanlagen, Energieversorgung, Fahrwege, Baubüro, Aufenthalts- und Sanitärräume, Lagerstätten für Material und Abfall;
- Organisation und Kommunikation: Melde- und Berichtswesen, Ausgänge, Baustellenordnung, Notfallplanung, Brandschutzplan, Rettungskette;

Arbeitsvorgänge

- Planung des horizontalen und vertikalen Transportes;
- Planung der Arbeitsdurchführung, wie z.B. wer in welchen Bereichen, welche Tätigkeiten durchführt;

Arbeitsplätze

- Wo liegen die Arbeitsplätze und wie können diese sicher erreicht werden?
- Gibt es Arbeitsstellen mit besonderen Anforderungen bzw. Umwelteinflüssen?

²¹⁸ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. B-1-1.4.

²¹⁹ Vgl. a.a.O., S. B-1-1.4.

Arbeitsmittel

- Auswahl von geeigneten Maschinen und Geräten, wie z.B. Lastenaufzug;
- Überprüfung der Befähigung und persönlichen Eignung der Arbeitskräfte, wie z.B. Kran-, Stapler-, oder LKW-Führerschein samt zugehöriger Fahrerlaubnis;

Arbeits- und Gefahrenstoffe, Bau- und Hilfsstoffe, Abfälle

- Auswahl von geeigneten Arbeitsstoffen mit geringstmöglicher Gesundheitsgefährdung für die Arbeitnehmer;
- Kennzeichnung von Produkten, d.h. keine „namenlosen“ Flaschen bzw. Dosen auf der Baustelle;
- Sichere und saubere Verarbeitung der Stoffe;
- Abstimmung der Arbeiten auf die Umgebungsbedingungen;
- Abfallsammlung und dessen Entsorgung, wie z.B. Abfalltrennung;
- Gesundheitsüberwachung
- Arbeiten mit explosionsfähigen Stoffen, wie z.B. Flüssiggas, Azetylen, Benzin, etc.

Eine genaue Dokumentation aller Tätigkeiten, Berichtigungen und Vorhaben gibt Aufschluss über die geplanten und bereits durchgeführten Maßnahmen. Der Grad der Ausführung der Dokumentation ist vom jeweiligen Ausbildungsstand der Mitarbeiter abhängig. Da die Dokumentation als Nachschlagewerk für die am Bau beteiligten Arbeitskräfte dienen sollte, sind Arbeitsanweisungen und Arbeitsabläufe möglichst nachvollziehbar darzustellen. Mit dem Stichwort: Bilder sagen mehr als 1000 Worte, kann hier Vieles erreicht werden. In der Dokumentation sollten Angaben zum Ersteller, zum Erstellungszeitpunkt, sowie die Zuteilung von Zuständigkeitsbereichen und deren Gültigkeitsbereiche ebenso vorhanden sein.²²⁰

2.4.3.2 Unterweisung

Bevor Arbeiten auf der Baustelle getätigt werden dürfen, sind die Arbeitskräfte von den zuständigen und verantwortlichen Bauleitern, Polierern oder Vorarbeiten einer Unterweisung zu unterziehen. Eine Unterweisung soll das generelle Verhalten auf der Baustelle bezüglich Arbeits-

²²⁰ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. B-1.9.

kleidung, Schutzausrüstung bzw. das Verhalten in einer Ausnahmesituation, wie z.B. das Bergen eines Verletzten, klar definieren. Ebenso wird das Arbeiten mit Maschinen und Geräten eindeutig geregelt und auf die von diesen potentiell ausgehenden Gefahren ausdrücklich hingewiesen.²²¹ Eine Unterweisung hat stets vor Beginn der Arbeiten im Beisein aller auf der Baustelle tätigen Personen zu erfolgen. Die Teilnahme an der Unterweisung und somit die Kenntnisnahme der angesprochenen Punkte ist von jedem Einzelnen per Unterschrift zu bestätigen, da dies ein wesentlicher Bestandteil in eventuellen Haftungsfragen ist.

2.4.3.3 Baustellensicherung

Baustellen bzw. Lagerflächen liegen meist ortsnahe an öffentlich zugängigen Verkehrs-, Freizeit- oder Gehflächen. Baustellenzufahrten, besonders im innerstädtischen Bereich münden oft in dicht befahrene, öffentliche Verkehrsflächen ein. Dieser Umstand erfordert besondere Maßnahmen, welche zum Schutz der Bauarbeiter, aber auch der öffentlichen Verkehrsteilnehmer und Anrainer an den Berührungspunkten mit der Baustelle, sowie zur Vermeidung von Sachschäden an in der Nähe der Baustelle befindlichen Fahrzeugen, dienen. Sämtliche Arbeiten, unabhängig von Größe und Gefährdungsgrad, welche neben der Straße durchgeführt werden, bzw. Arbeiten, welche den Straßenverkehr direkt beeinträchtigen können, sind bewilligungspflichtig. Eine frühzeitige Bekanntgabe der Bauarbeiten, der erforderlichen Sicherungsmaßnahmen, der Dauer der dafür verantwortlichen Baustelle und der zuständige Baustellenführungskräfte sind bei der zuständigen Behörde einzureichen.²²²

Mögliche Maßnahmen zur Baustellensicherung sind:²²³

- Das Aufstellen sämtlicher Verkehrszeichen ist genehmigungspflichtig, da diese entsprechend der Straßenverkehrsordnung (kurz: StVO) und der Straßenverkehrszeichenverordnung (kurz: StVZVO) auszuführen und anzuordnen sind.
- Warnleuchten sind in den Farben weiß, rot oder gelb in den Ausführungen Dauer-, Blink- oder Blitzlicht sichtbar zu platzieren.
- Speziell reflektierende Warnkleidung, wie z.B. Warnwesten, ist von allen Personen auf der Baustelle, welche den Verkehrsbereich betreten, zu tragen.

²²¹ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. F-3.1f.

²²² Vgl. a.a.O., S. B-4.

²²³ Vgl. a.a.O., S. B-4ff.

- Fahrzeuge, welche in den Verkehrsbereich hineinragen könnten, müssen an den Kanten Sicherheitskennzeichnungen aufweisen.
- Als Verkehrsleiteinrichtungen können Leitbaken und/oder Betonleitwände eingesetzt werden.
- Absperrleinen oder Absperrketten sind nur zur sicheren Führung von Fußgängern erlaubt.

Allgemein ist der Baustellensicherung große Aufmerksamkeit zu schenken, wobei dies nicht nur zu Beginn zu erfolgen hat, sondern auch während des eigentlichen Baustellenbetriebs laufend kontrolliert und erneuert werden muss.

2.4.3.4 Zugänge und Wege

Bewegungsflächen wie Zugänge und Wege auf Baustellen müssen zu jeder Tageszeit und Witterung sicher begeh- und erreichbar sein, ansonsten sind diese zu sperren. Somit ist eine ordnungsgemäße Anlage mit Befestigung und eventueller Umschließung dieser Flächen unumgänglich. Eine regelmäßige Wartung, sprich Reparatur von nicht ordnungsgemäßen Elementen bzw. das Bestreuen der Wege bei Rutschgefahr, ist selbsterklärend.²²⁴

Laufbrücken und Laufftreppen²²⁵

- Laut Bauarbeiterschutzverordnung²²⁶ (kurz: BauV) muss die Mindestbreite von Laufbrücken bzw. Laufftreppen 80 cm und ein maximales Neigungsverhältnis von 1:2 aufweisen, sofern diese als Verbindungselemente für den Personenverkehr dienen.
- Bei etwaigem Materialtransport müssen die Elemente eine Mindestbreite von 1,25 m mit einem maximalen Neigungsverhältnis von 1:3 aufweisen.
- Bei geneigten Elementen sind Trittleisten oder Stufen anzubringen.

2.4.3.5 Absturzsicherungen

Generell sind Absturzsicherungen an allen Arbeitsplätzen der Baustelle, an denen die Gefahr eines Absturzes aufgrund von fehlenden aufgebauten Bauteilen oder Abschränkungen besteht, erforderlich, da Abstürze meist schwere Verletzungen zur Folge haben. Maßnahmen zum Ab-

²²⁴ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. B-5.

²²⁵ Vgl. a.a.O., S. B-5.

²²⁶ Vgl. BGBl. Nr. 340/1994, Fassung vom 27.11.2014; Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen und auf auswärtigen Arbeitsstellen (Bauarbeiterschutzverordnung BauV).

sturzschutz können einerseits bauliche Einrichtungen, wie Wehre durch z.B. Geländer, feste Abschränkungen und Brüstungen oder Abgrenzungen, Fanggerüste und Fangnetze, oder andererseits auch das Anseilen der Arbeitskräfte darstellen.²²⁷

Laut Bauarbeiterschutzverordnung ist auf die folgenden Punkte bei der Ausführung von Absturzsicherungen besonders zu achten:²²⁸

- Bei Wehren sind an der Absturzkante Brust-, Mittel- und Fußwehre zu montieren. Ist der Abstand zwischen dem Bauwerk und dem Gerüst bzw. der Laufftreppe größer als 30 cm, so sind auch Absturzsicherungen an der objektzugewandten Seite anzubringen.
- Fanggerüste bzw. Fangnetze dürfen nur dann eingesetzt werden, wenn das Stellen von Wehren aus arbeitstechnischen Gründen nicht möglich ist.
- Der Anseilschutz darf nur dann eingesetzt werden, wenn der Aufwand zum Stellen von Wehren oder Fangeinrichtungen gegenüber dem Aufwand für durchzuführende Arbeiten unverhältnismäßig hoch ist.
- Bodenöffnungen sind immer durchtrittsicher und unverschiebbar, wie beispielsweise bei Luken, auszuführen, oder mit Wehren bei Deckendurchbrüchen oder Aussparungen abzusichern.
- Balkone sind mit einer Brustabwehr in der Höhe von 1,0 m bis 1,20 m abzusichern.

Generell sind Absturzsicherungen durch die Verantwortlichen laufend zu kontrollieren und zu erneuern, da sich, aufgrund der Arbeiten oder auch aufgrund der sich ständig ändernden Arbeitssituationen auch ständig die Randbedingungen erneuern und somit die Sicherheitseinrichtungen laufen dem Baufortschritt angepasst werden müssen.

2.4.3.6 Arbeits- und Schutzgerüste

Gerüste dienen einerseits als generelle Absturzsicherung, aber vor allem als sichere Arbeitsfläche, von welcher aus beispielsweise Fassadenarbeiten durchgeführt werden können. Sie sind stets auf tragfähigem und ebenem Boden sicher aufzustellen.²²⁹

²²⁷ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. E-6ff.

²²⁸ Vgl. a.a.O., S. E-6.1f.

²²⁹ Vgl. a.a.O., S. E-7 – E-7.7.

Dabei ist laut Bauarbeiterschutzverordnung folgendes zu beachten:²³⁰

- Bei Alu- oder Stahlgerüsten sind die Fußpunkte mit Fußplatten und Stellgewindespindeln ausgeführt, wobei die einzelnen Steher zur Verstrebung mit Diagonalen verbunden werden müssen.
- Bei Gerüsten, welche freistehend keine Standsicherheit aufweisen, müssen die auftretenden Verankerungskräfte über Gerüsthalter in einen tragfähigen Verankerungsgrund, z.B. Stahlbetonsockel oder Massivholzelement, eingeleitet werden. Eine Befestigung beispielsweise an Schneefanggittern, Regenrohren oder Regenrinnen, Blitzableitern oder Fenster mittels Stricken oder Drähten ist unzulässig.
- Gerüstbelege sind vor dessen Einsatz auf deren Tauglichkeit zu prüfen. Werden Holzbelege eingesetzt, so sind diese Fuge an Fuge zu legen und gegen seitliches Verrutschen zu sichern.
- Standsicherheitsnachweise sind nicht erforderlich, wenn
 - der maximale Abstand der obersten Gerüstlage zur Aufstandsfläche kleiner 6,0 m beträgt,
 - ein Stahlrohrgerüstmaterial oder in etwa gleich schwere Materialien verwendet werden oder wenn
 - die kleinste Aufstandsweite im Freien mindestens 4,0 m beträgt.
- Fahrbare Gerüste dürfen nur im unbemannten Zustand seitlich bewegt werden, wobei diese ebenfalls gegen Umstürzen zu sichern sind.
- Nach der Fertigstellung des Aufbaus sind Gerüste vor der Erstbenutzung einer Prüfung durch fachkundige Personen zu unterziehen. Regelmäßige Überprüfungen während der Nutzung sind ebenso laufend vorzunehmen.
- Die Benützung der Gerüste ist erst nach der Prüfung und Freigabe durch eine befugte Person erlaubt. Änderungen bzw. das Anbringen von Hebevorrichtungen sind nur im Einverständnis mit dem Gerüstaufsteller erlaubt.
- Es ist verboten, Gegenstände vom Gerüst selbst bzw. von einer auf die andere Gerüstlage zu werfen. Ebenso ist das Abspringen von Gerüstlagen verboten.

Da es bei der Verwendung von Gerüsten durch nicht ordnungsgemäßen Einsatz immer wieder zu schweren Unfällen kommt, ist der Sicherung von Gerüsten auf Baustellen besonderes Augenmerk zu schenken.

²³⁰ Vgl. a.a.O., S. B-7 – B-7.7.

2.4.3.7 Baustellenverkehr

Unter dem Begriff Baustellenverkehr versteht man jede Fahrbewegung von Fahrzeugen oder Geräten sowie jegliche Ortsveränderung von Personen im Baustellenbereich. Aufgrund der ständigen Bewegungen von Arbeitskräften und eingesetzten Maschinen auf der Baustelle, entsteht ein hohes Gefahrenpotential für Mensch und Maschine. Somit sind das Ausarbeiten von umfangreichen Sicherheitsanforderungen und nachfolgende Maßnahmen zur Umsetzung gesetzlich vorgeschrieben. Generell sind im Baustellenbereich Freiflächen eindeutig als solche auszuweisen, sowie als Arbeits-, Lager- oder Verkehrswege und deren zugehörige Bereiche zu kennzeichnen und gegenseitig abzusichern. Bei größeren Baustellen wird für Verkehrswege meist eine Fahrverordnung, wie Fahrspuren, Einbahnverkehr, Wendemöglichkeiten und Geschwindigkeitsbegrenzungen im Vorhinein festgelegt. Des Weiteren ist der Gefahrenbereich von Maschinen zu kennzeichnen bzw. nach Möglichkeit eindeutig von den übrigen Flächen klar und eindeutig abzugrenzen.²³¹

Bei eingeschränkter Sicht muss ein sogenannter Einweiser zum Einsatz kommen, welcher zuverlässig und körperlich dazu geeignet ist. Der Einweiser muss allen Baustellenfahrzeuglenkern und Zulieferern bekannt und eindeutig erkennbar sein. Beim Einsatz einer Arbeitskraft als Einweiser darf diese nicht während einer Einweisung anderweitige Arbeiten verrichten. Der Einweiser muss so positioniert sein, dass er das komplette Fahrzeug im Blickfeld hat und dem Fahrer mittels vorab besprochener Handzeichen ein sicheres Positionieren des Fahrzeuges ermöglicht. Auf einen Einweiser kann im Falle von geeigneten akustischen oder elektronischen Einrichtungen verzichtet werden.²³²

2.4.3.8 Aufenthaltsräume und Sanitäreinrichtungen

Zu einer ordnungsgemäßen Baustelleneinrichtung gehören auch Räumlichkeiten, welche die persönlichen und erholungsbedingten Bedürfnisse des Menschen befriedigen. Deshalb muss laut Bauarbeiterschutzverordnung ausreichend Platz für Aufenthaltsräume und Sanitäreinrichtungen auf der Baustelle geschaffen werden.²³³

Dabei ist folgendes zu beachten:²³⁴

- Hauptbestandteil jeder Baustelleneinrichtung sind Aufenthaltsräume und Sanitäreinrichtungen, deren Größenordnung von der Anzahl der Beschäftigten auf der Baustelle abhängt.

²³¹ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. B-6.

²³² Vgl. a.a.O., S. B-6.1.

²³³ Vgl. a.a.O., S. B-7.

²³⁴ Vgl. a.a.O., S. B-7.

- Sanitäreinrichtungen, wie beispielsweise die Toilette und Waschmöglichkeiten, müssen getrennt von den Aufenthaltsräumen begehbar sein.
- Aufenthaltsräume müssen gegen Witterungseinflüsse Schutz bieten können. Für ausreichende Lüftungs- und Beleuchtungsmöglichkeiten ist Sorge zu tragen und in der kalten Jahreszeit muss eine Raumtemperatur durch zugelassene Einrichtungen der betroffenen Aufenthaltsräume von mindestens 21 °C möglich sein.
- Die lichte Mindesthöhe, die sogenannte Scheitelhöhe, bei Containern muss mindestens 2,20 m messen.
- Bezüglich des Brandschutzes wird die Bereitstellung eines geeigneten Feuerlöschers empfohlen.

Immer wieder ist auf Baustellen die unzureichende Ausstattung jener Räumlichkeiten festzustellen, welche der Befriedigung persönlicher, als auch erholungsbedingter Bedürfnisse der Arbeitskräfte dienen, weshalb diesem Thema ausreichend Zeit in der Planung der Baustelleneinrichtung geschenkt werden muss. Dies kann auch ein nicht unwesentlicher Faktor in der Motivation des Baustellenpersonals sein und zu höherer Produktivität führen.

2.4.3.9 Elektrische Stromversorgung auf der Baustelle

Von elektrischen Anlagen geht eine große Gefahr, nicht nur auf der Baustelle, aus, da bei Fehlverhalten in der Anwendung beschädigter Anlagen die Lebensgefahr für das Baustellenpersonal signifikant ansteigt. Generell dürfen Anlagen, Maschinen und Geräte nur dann in Betrieb genommen werden, wenn diese nach elektrotechnischen Regeln geprüft worden sind. Geräte, welche mit elektrischer Energie versorgt werden, müssen an geschützten Stellen auf der Baustelle sicher und gut zugänglich installiert werden. Eingesetzte Baustromverteiler müssen während der Arbeiten auf der Baustelle unversperrt zugänglich sein, damit bei Bedarf ein schnelles Abschalten der Stromversorgung möglich ist. Es dürfen auf Baustellen nur schwere Gummischlauchleitungen zugelassener Typen oder solche mit mindestens einer speziellen Kennzeichnung eingesetzt werden. Ebenso dürfen nur Leitungen und Kabel mit Stecker und Kupplungen eingesetzt werden. Manuell hergestellte Verbindungen von Elektroleitungen sind nicht zulässig. Handmaschinen, wie Kreissägen, Bohrmaschinen und Schleifgeräte müssen für den rauen Betrieb einer Baustelle eigens dafür zugelassen sein. Werden Arbeiten in der Nähe von Freileitungen durchgeführt, muss Kontakt mit dem Betreiber dieser aufgenommen werden, um das weitere Vorgehen zu klären.²³⁵

²³⁵ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. B-12ff.

2.4.3.10 Erste Hilfe auf der Baustelle

Auf der Baustelle ist die Erste Hilfe bei einem Verletzten rasch und unverzüglich, im besten Fall vom Ersthelfer, zu leisten. Je nach Grad der Verletzung muss gegebenenfalls der Betroffene ehestens in ärztliche Behandlung übergeführt werden, wobei dies durch die gerufene Rettung festgestellt werden kann. Um einen reibungslosen Ablauf bezüglich der Hilfeleistung zu gewährleisten, ist eine funktionierende Rettungskette Voraussetzung, damit etwaige Unfallfolgen so gering wie möglich ausfallen. Um schnelle Hilfe leisten zu können, müssen Flucht- und Rettungswege gekennzeichnet und freigehalten werden. Jede Arbeitskraft muss über das Vorgehen im Ernstfall Bescheid wissen, wobei dies ebenso ein Teil der zuvor beschriebenen Unterweisung ist. Der ausgewiesene Ersthelfer muss ab dem 1. Jänner 2015 eine sechszehnstündige Ausbildung nach den Lehrplänen des Roten Kreuzes vorweisen und in Abständen von höchstens vier Jahren eine achtstündige bzw. in Abständen von zwei Jahren eine vierstündige Erste-Hilfe-Auffrischung absolvieren. Generell ist jede Person verpflichtet Erste Hilfe zu leisten, wobei dies nicht nur für Baustellen zutrifft, sondern ein Grundgesetz im menschlichen Zusammenspiel darstellt.²³⁶



Abbildung 2.45: Rettungskette bei der Erst Hilfe

Bei Unfällen mit elektrischem Strom, aber speziell auch bei Hochspannungsunfällen, ist überlegte Ersthilfe unumgänglich, da der Eigenschutz der Ersthelfer an oberster Stelle steht. Bei Stromunfällen mit 230 Volt beginnt nach der Trennung des Stromflusses die Rettungskette. Bei Hochspannungsunfällen, wenn beispielsweise der schwenkende Kran mit dem Lastenseil eine Hochspannungsleitung berührt, muss sofort ein Notruf veranlasst werden, damit die Stromzufuhr so schnell als möglich unterbrochen wird. Diesbezüglich findet man auf den Leitungsmasten üblicherweise Notfallnummern des Netzbetreibers, welcher sofort geschultes Fachpersonal schickt. Eine etwaige Bergung einer verunfallten Person kann erst nach der Abschaltung des Stromes erfolgen.²³⁷

Stromunfälle zählen auf Baustellen zu den am Häufigsten auftretenden Ereignissen, da in vielen Fällen zu leichtsinnig mit beschädigten Arbeitsmitteln, wie beschädigten Kabeln und Maschinen, aber auch den noch nicht fertig installierten Anlagen der Stromversorgung, hantiert wird. Diesbezüglich können als Präventionsmaßnahme nur aufklärende Schu-

²³⁶ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. B-8f.

²³⁷ Vgl. a.a.O., S. B-12.3.

lungen des Personals und laufende Kontrollen der Verantwortlichen vor Unfällen mit elektrischer Energie Abhilfe schaffen.

2.4.3.11 Sicherheitskennzeichen

Sicherheitskennzeichen auf und um Baustellen weisen einerseits auf Gefahren, andererseits auf die zugehörigen Sicherheitseinrichtungen hin. Auf der Baustelle sind Sicherheitskennzeichnungen so anzubringen, dass sie für alle sich am Bau befindenden Personen sowie Passanten und Anrainer leicht ersichtlich und als solche erkennbar sind.

In der folgenden Tabelle sind einige Sicherheitszeichen exemplarisch mit ihrer Bedeutung dargestellt.²³⁸

Kategorie	Bedeutung	Farbe	Kontrastfarbe	Bildzeichen	Form	Beispiel
Verbotsszeichen	Verbot	rot	weiß	schwarz	rund	
Gebotszeichen	Gebot	blau	weiß	weiß	rund	
Warnzeichen	Warnung	gelb	schwarz	schwarz	dreieckig	
Rettungszeichen	Gefahrlosigkeit	grün	weiß	weiß	rechteckig quadratisch	
Brandsschutzzeichen	Brandsschutz	rot	weiß	weiß	rechteckig quadratisch	

Tabelle 2.13: Auswahl an Sicherheitszeichen (in Anlehnung an Baresch²³⁹)

Die aufgelisteten Beispiele von Sicherheitszeichen aus der obigen Tabelle stehen exemplarisch für eine Reihe von Verbot-, Gebots-, Warn-, Rettungs- sowie Brandschutzzeichen, die generell auf allen Baustellen zur Anwendung kommen.

²³⁸ Vgl. BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. S. B-10.

²³⁹ Vgl. a.a.O., S. B-10.

Allgemein ist der Sicherheitstechnik im Bauwesen von den planenden und arbeitsvorbereitenden Personen hohe Aufmerksamkeit zu schenken und in weiterer Folge von den Verantwortlichen auf der Baustelle umzusetzen und laufend zu kontrollieren. Verstöße gegen die sicherheitstechnischen Auflagen auf Baustellen, welche speziell durch das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz gesetzlich verankert sind, werden mit hohen Geldstrafen versehen bzw. bis hin zur Aufforderung zur Einstellung der Arbeiten vom Arbeitsinspektorat veranlasst. Beispiele aus der Vergangenheit haben gezeigt, dass speziell dem bestellten Baustellenkoordinator große Verantwortung auferlegt wird, da er Letztverantwortlicher bezüglich der Baustellensicherheit ist. Somit ist eine regelmäßige Inaugenscheinnahme einer Baustelle von den betreffenden Personen zwingend notwendig, da bei Unfällen und nachweisbarem Fehlverhalten der Verantwortlichen zivilrechtliche Klagen, sowie wie eine Klage auf Schmerzensgeld, folgen können.

2.5 Kalkulationsansätze im Brettsperrholzbau

In Österreich bedient sich der Auftraggeber (kurz: AG) im Rahmen einer Ausschreibung eines neuen Bauprojektes sogenannter standardisierter Leistungsbeschreibungen (kurz: LB) mit zugehörigen Leistungsverzeichnissen (kurz: LV), welche wiederum die Grundlage für die Kostenermittlung für den Auftragnehmer (kurz: AN) darstellt, der in weiterer Folge die Kosten kalkuliert und einen Preis für die ausgeschriebenen Leistungen bildet.

Das Leistungsverzeichnis beinhaltet alle erforderlichen Vorgänge und zugehörigen Mengen, die zur Erbringung der Bauleistung nötig sind, welche in weiterer Folge wertmäßig, sprich deren Kosten, in der Kalkulation erfasst werden.

In Österreich sind für eine Angebotslegungen von Bauvorhaben im öffentlichen Vergabeverfahren standardisierte Leistungsbeschreibungen (kurz: LB), wie die standardisierte Leistungsbeschreibung im Hochbau (kurz: LB-HB)²⁴⁰ und die aus der ÖNORM B 2061²⁴¹ bekannten Kalkulationsformblätter²⁴² zu verwenden. Bei privaten Bauaufträgen bzw. Ausschreibungen kann die Norm bzw. LB-HB verwendet werden, was aber nicht zwingend ist.

2.5.1 Das Leistungsverzeichnis

Der Holzbau wird derzeit in der standardisierten Leistungsbeschreibung für den Hochbau - Version 019, in der Leistungsgruppe 36 - Zimmermeisterarbeiten, beschrieben. Der konstruktive Holzbau und im Speziellen die Holz-Massivbauweise mittels Brettsperrholz unterscheidet sich zum Großteil stark von den klassischen Zimmermannsarbeiten. Da aufgrund des sehr hohen Vorfertigungsgrades der Rohelemente bzw. der Tatsache, dass in den meisten Fällen die Produktion und die eigentliche Montagearbeit von Holz-Massivprodukten von verschiedenen Unternehmen durchgeführt wird, erscheint eine Kalkulation laut derzeit gültigen Leistungsgruppe 36 unzureichend. Dieser Sachverhalt erfordert eine detaillierte Erweiterung des zurzeit aktuellen Abschnitts für Holzbauarbeiten in der LB-HB, da zurzeit Firmen mit eigenen Leistungsverzeichnissen arbeiten und dies nicht dem Grundsatz eines standardisierten Leistungsverzeichnisses, welcher eine herstellerneutrale Beschreibung der Bauleistung fordert, entspricht.

²⁴⁰ Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft. Tourismus & Historische Bauten, Historische Bauten-Bauservice, Standardisierte Leistungsbeschreibungen. <http://www.bmwfw.gv.at/Tourismus/HistorischeBauten/Seiten/Hochbau.aspx>. Zugriff am:24.09.2014.

²⁴¹ ÖNORM B 2061; 1999-09-01; Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm.

²⁴² Austrian Standards. INFOPEIA THEMENCENTER. <https://www.austrian-standards.at/infopedia-themencenter/infopedia-artikel/k-blaetter/>. Zugriff am:24.09.2014.

Unternehmensspezifisch vorformulierte Leistungsverzeichnisse sind speziell auf deren eigens hergestellte Produkte zugeschnitten. Da sich die einzelnen produzierten Rohelemente verschiedener Produzenten, wie in deren maximalen Abmessungen, der einzelnen Stärken der Lamellen, etc. unterscheiden, ist der Ruf nach einer standardisierten Leistungsbeschreibung für Ausschreibungen für Bauleistungen vor allem für Brettsperrholz vorhanden. Ein erster Schritt zu einer möglichen Standardisierung kann die einheitliche europäische Produktnorm EN 16351 für Brettsperrholz sein, welche aber derzeit noch als Entwurf ÖN EN 16351 - Holzbauwerke – Brettsperrholz – Anforderungen vorliegt.

2.5.2 Die Baukalkulation

Die Kalkulation im Bauwesen befasst sich grundsätzlich mit den verschiedenen Kalkulationsstufen, welche sich je nach Abwicklungsstadium des Bauauftrags, in die Kalkulationsarten vor und nach der Auftragserteilung, wie in folgender Aufzählung beschrieben, gliedern lassen.²⁴³

- Vor der Auftragserteilung
 - Vorkalkulation
 - Angebotskalkulation
 - Auftragskalkulation
- Nach der Auftragserteilung
 - Arbeitskalkulation
- Nach der Baudurchführung
 - Nachtragskalkulation
 - Nachkalkulation

In weiterer Folge werden die einzelnen Kalkulationsarten kurz erläutert:

Vorkalkulation

In der Bauwirtschaft umfasst die Vorkalkulation alle kalkulatorischen Tätigkeiten, die zum Erreichen von wettbewerbsfähigen Angeboten dienen. Die Vorkalkulation ist eine objektbezogene Kalkulation und stellt in diesem Sinne bereits eine Form der Angebotskalkulation dar, die auch als sogenannte Nullkalkulation bezeichnet wird. Das wesentlichste Merkmal der Vorkalkulation ist die Berechnung der Kosten zu Vollkosten, bei welcher eine aliquote Umlage bezüglich entstehender Kosten aus der

²⁴³ Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 15.

Zentralregie des Unternehmens, des Wagnisses, des Bauzinses und des Gewinnes miteinfließen. Unternehmen bedienen sich sogenannter Richtleistungsverzeichnisse, welche nicht objektbezogen, aber spartenbezogene Angebotskalkulationen sind, wie z.B. Richtleistungsverzeichnis für den Hochbau, Straßenbau, Sanitärinstallationen und Elektroarbeiten. Diese Verzeichnisse werden laufend mit aktuellen Daten, wie allgemeinen Kennwerten und speziellen Aufwandswerten, fortgeschrieben und erweitert, wodurch eine Vielfalt von Informationen, vorzugsweise in der Form einer Datenbank, gesammelt werden und die Basis für weitere Kalkulationen gebildet wird.²⁴⁴

Angebotskalkulation

Die Angebotskalkulation stellt die Basis für das Erlangen von Aufträgen dar, weshalb sie auch zu den verantwortungsvollsten Tätigkeiten eines Kalkulanten zu zählen ist. In der Angebotskalkulation sind jene Kosten enthalten, die für ein Unternehmen durch eine beschriebene Bauleistung, in einem bestimmten Zeitraum und den eingesetzten Ressourcen entstehen. Die Angebotskalkulation kann auch der Gradmesser für den wirtschaftlichen Erfolg einer erbrachten Leistung sein.²⁴⁵

Auftragskalkulation

In die Auftragskalkulation fließen Änderungen, welche im Zuge von Auftragsverhandlungen einvernehmlich zwischen den Verhandlungspartnern erarbeitet werden, ein.²⁴⁶ Entstandene Abweichungen, welche sich aus der Veränderung des Preises, Streichung oder Hinzufügung von Positionen oder einer Mengenänderung ergeben können, müssen in der Auftragskalkulation überprüft und überarbeitet werden, damit deren Auswirkungen auf das Ergebnis beurteilt werden können.²⁴⁷ Prinzipiell ist die Auftragskalkulation ident der Angebotskalkulation, jedoch mit etwas detaillierterer Aufschlüsselung.²⁴⁸ Vor allem werden hier bereits einzelne Fremdgewerke bewertet.

Arbeitskalkulation

Nach der Auftragserteilung an den AN friert dieser die Auftragskalkulation ein und bildet damit die Arbeitskalkulation.

Die Arbeitskalkulation ist grundsätzlich eine betriebsinterne Abstimmung der Auftragskalkulation in operativ funktional gegliederte, ausführbare Arbeitsschritte, welche auch in der Arbeitsvorbereitung erarbeitet werden. Sie ist auch Basis für eine Kostenkontrolle und kann aufgrund von

²⁴⁴ Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 17f.

²⁴⁵ Vgl. a.a.O., S. 18.

²⁴⁶ Vgl. a.a.O., S. 18.

²⁴⁷ Vgl. DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 21.

²⁴⁸ Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 18.

optimierter Kombination der Produktionsfaktoren bzw. deren genauer Anpassung an die Baustellenverhältnisse von der Angebotskalkulation teils stark abweichen.²⁴⁹

In die Arbeitskalkulation wird laufend der Istzustand, vor allem bei Subunternehmern, aber auch eigenen Gewerken eingearbeitet.

Nachtragskalkulation

Laut ÖNORM B 2110 hat der AG das Recht, Art und Umfang von vereinbarten Leistungen zu ändern oder zusätzliche Leistungen zu verlangen, welche im Vertrag nicht verankert sind. Somit handelt es sich bei der Nachtragskalkulation um Zusatzangebote zu den angebotenen Leistungen laut Bauvertrag.²⁵⁰

Auf dieses sehr umfangreiche Themengebiet, welches in den vergangenen Jahren und auch laufend nach wie vor an Aktualität gewinnt, wird in dieser Arbeit nicht näher eingegangen, sondern auf die umfangreiche und einschlägige Literatur hingewiesen.

Nachkalkulation

Bei der Nachkalkulation werden Kosten nachträglich für teilweise oder komplett erbrachte Leistungen ermittelt, wodurch Schwachstellen in den vorangegangenen Kalkulationen zwar aufgezeigt werden, aber ein steuerndes Eingreifen in den meisten Fällen nicht mehr möglich ist.²⁵¹

Durch die Nachkalkulation können folgende Ziele verfolgt werden:²⁵²

- Ermittlung von Kennwerten für die Bearbeitung zukünftiger Angebote
- Ermittlung der Selbstkosten des Bauvorhabens
- Überprüfung der Vorgaben aus der Arbeitskalkulation
- Sammlung von Erfahrungswerten für Kalkulationsaufgaben

Die Auflistung zeigt, welches Potential eine korrekt durchgeführte Nachkalkulation birgt. Es besteht die Möglichkeit, entstandene Leistungs- und Aufwandswerte, direkt aus dem Ressourcenverbrauch und -einsatz abzuleiten. Diese können in weiterer Folge als Vergleichsmaßstab für Kalkulationsansätze und des Weiteren als neue Eingangsparameter zukünftiger Vorkalkulationen dienen.²⁵³

249 Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 19.

250 Vgl. a.a.O., S. 19.

251 Vgl. a.a.O., S. 19.

252 Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master) Skriptum. S. 226.

253 Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 19.

In den verschiedenen Phasen der Kalkulation bedient man sich vorzugsweise der Verfahren der Divisions-, Verrechnungssatz- und Zuschlagskalkulation, wobei letztgenannte zum überwiegenden Teil Anwendung findet, da im Bauwesen vor allem sehr unterschiedliche Produkte mit sehr mannigfachen Fertigungsgängen hergestellt werden.²⁵⁴

Die Zuschlagskalkulation gemäß ÖNORM B 2061, ist prinzipiell laut folgender Abbildung aufgebaut:²⁵⁵

Einzelkosten der Teilleistung mit Lohnkosten, Gerätekosten, Materialkosten, und Kosten der Fremdleistung
+ Gemeinkosten der Baustelle mit zeitunabhängigen Kosten, und zeitabhängigen Kosten
<hr/>
= Herstellkosten
+ allgemeine Geschäftskosten
+ Bauzinsen
<hr/>
= Selbstkosten
+ Wagnis
+ Gewinn
<hr/>
= Angebotssumme exkl. Umsatzsteuer
+ Umsatzsteuer
= Angebotssumme inkl. Umsatzsteuer

Abbildung 2.46: Schema der Zuschlagskalkulation laut ÖNORM B 2061

In der Zuschlagskalkulation werden prinzipiell die entstehenden Gesamtkosten in Einzel- und Gemeinkosten gegliedert, wobei die Einzelkosten direkt und die Gemeinkosten mittels Zuschlagssatz indirekt einer bestimmten Leistung zugeordnet werden.²⁵⁶ Zur Ermittlung der einzelnen Kosten stellt die ÖNORM B 2061 Kalkulationsformblätter, die sogenannten K-Blätter, zur Verfügung.

Das im Zuge dieser Arbeit untersuchte Objekt wird von einem privaten Bauherrn finanziert. Somit werden in weiterer Folge die detaillierten Vergabemodalitäten bezüglich unterschiedlicher Phasen der Kalkulation und die genaue Betrachtung der entstehenden Kostenpunkte laut Zuschlagskalkulation an dieser Stelle nicht näher erläutert.

²⁵⁴ Vgl. DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 40.

²⁵⁵ Vgl. Hofstadler, C.: Schalarbeiten-Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 294.

²⁵⁶ Vgl. DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 40.

Hier wird auf die detaillierte theoretische Beschreibung in einschlägiger Fachliteratur, wie beispielsweise der Bücher „Praktische Baukalkulation“²⁵⁷, „Kalkulation von Baupreisen“²⁵⁸ oder „Preisermittlung im Holzbau“²⁵⁹, sowie zahlreiche weitere Fachbücher verwiesen.

Die Kalkulation im Holzbau folgt im Wesentlichen der des klassischen Massivbaus.

Um eine Zuschlagskalkulation durchführen zu können, bedarf es zahlreicher Informationen. Als Eingangsparameter in die Kalkulation können Daten zum eingesetzten Bauverfahren, die Zusammensetzung der Mannschaft, die Baustoffwahl, das Arbeitszeitmodell, etc. und die sogenannten Kalkulationsansätze, woraus beispielsweise die Lohnkosten einer Baustelle mittels Multiplikation des Aufwandswerts und des Mittellohns errechnet werden, verwendet werden.

Es werden in dieser Arbeit lediglich die Aufwandswerte dieser Baustelle, die durch eine Aufnahme auf der Baustelle ermittelt werden, dargestellt, um in künftigen Kalkulationen ähnlicher Holzbauleistungen mit Brettsperrholz, Eingangswerte für die Kalkulation zur Verfügung zu haben. An dieser Stelle wird auf die nachfolgenden Kapitel verwiesen.

2.5.3 Kalkulationsansätze im Holzbau – Focus Brettsperrholz

Im Gegensatz zur Baustellenfertigung, wie es beispielsweise der Mauerwerksbau oder in den meisten Fällen der Stahlbetonbau sind, kann die Montage von Brettsperrholzprodukten, als ein Vertreter des konstruktiven Holzbaus, sowie der Betonfertigteilbau und der Stahlbau dem sogenannten Montagebau zugeordnet werden. Dabei werden die einzelnen Bauteile in einem stationären Werk hergestellt, auf die Baustelle transportiert und vor Ort nur noch montiert. Das bedeutet, dass ca. 75% – 80% der anfallenden Kosten dem Herstellwerk und die restlichen Kosten der Baustelle und dem Transport zuzuordnen sind.²⁶⁰

Durch die sehr rationell durchgeführte Fertigung und den sehr hohen Vorfertigungsgrad im Herstellwerk der eingesetzten Produkte, fallen in weiterer Folge nur noch Montagekosten, speziell in Form von Montageöhnen und Kosten für Hebezeuge, an. Des Weiteren entstehen entweder keine oder nur sehr geringe Baustellengemeinkosten, aufgrund der in der Regel sehr kurzen Einsatzzeit der Montagemannschaft auf der

257 WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation.

258 DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen.

259 PLÜMECKE, K.: Preisermittlung im Holzbau.

260 Vgl. DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 265.

Baustelle, sowie der Tatsache, dass das meiste Montagewerkzeug direkt in den Fahrzeugen mitgeführt wird und sich somit die Baustelleneinrichtung, je nach Größe des Bauvorhabens, auf ein Minimum reduzieren lässt.²⁶¹

Die Fertigung im Werk findet unter gleichbleibenden Bedingungen statt, was wiederum die Kostenerfassung und die Zuweisung der Kosten auf Kostenstellen vereinfacht. Die anfallenden Lohnkosten bezüglich der Fertigung und der Montage, sowie alle gesammelten Fertigungsgemeinkosten von den Kosten- und Hilfskostenstellen, welche wiederum über einen Zuschlag in der Zuschlagskalkulation den Lohn-, Material-, oder Fertigungskosten in Rechnung gestellt.²⁶²

Kalkulationsansätze für anfallende Lohnkosten in der Fertigung im Herstellwerk können aus facheinschlägiger Literatur bezogen werden, allerdings gibt es für die Montage des Massivholzbbaus, speziell für die Montage von Brettsperrholzelementen, derzeit nur spärlich zugängliche Arbeitszeitrichtwerte, welche kaum in der Literatur zu finden sind, da sie meist firmeninternen Aufzeichnungen entstammen. Gerade die Lohnkosten auf der Baustelle, welche direkt von der Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte und deren zeitlichen Fortschritt bei der Montage abhängig sind, können als Zusammenhang mit einem Aufwandswert beschrieben werden.

Die im Zuge der Arbeit durchgeführte Baustellenanalyse beschäftigt sich speziell mit der Ermittlung dieser Arbeitszeitrichtwerte.

Kalkulationsansätze im Bauwesen, wie es Aufwandswerte (kurz: AW_i) und Leistungswerte (kurz: L_i) sind, können folgendermaßen bestimmt werden:²⁶³

- Praktische Erfahrung
- Literatur
- Nachkalkulation
- REFA Analyse

Speziell Aufwands- und Leistungswerte sind Messgrößen der Produktivität eines Potentialeinsatzes, da gerade die Produktivität als die wesentlichste Kennzahl zur Beurteilung der Ergiebigkeit von einzelnen, aber auch gesamten Produktionsprozessen, sowie auch für gesamte Wirtschaftsprozesse, gilt. Das bedeutet, dass bei reduzierter Produktivität die Aufwands- und Leistungswerte, gegenüber einem ungestörten Sollablauf

²⁶¹ Vgl. DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 265.

²⁶² Vgl. a.a.O., S. 265.

²⁶³ Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master) Skriptum. S. 232.

eines Prozesses, ansteigen, das wiederum eine Verlängerung der Vorgangsdauern, steigende Herstellkosten pro Mengeneinheit und insgesamt höhere Fertigungskosten der betrachteten Behinderungsperiode mit sich bringt. Aufwands- und Leistungswerte besitzen begrenzte Genauigkeit, was bedeutet, dass deren Eintreten nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt werden kann. Somit ist, trotz aller Bemühungen der Herstellung von ausreichend genau beschriebenen Baustellen- und Bauwerksbedingungen, stets eine Risikospanne vorhanden, welche die Unsicherheit des Eintreffens des erwarteten Ansatzes ausdrückt.²⁶⁴

Die Produktivität kann laut folgender Formel beschrieben werden:

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Produktionsmenge}}{\text{eingesetzte Menge}} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Einsatz}} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Formel 2.1: Berechnung der Produktivität²⁶⁵

Somit ist die Produktivität die Kenngröße, welche das Verhältnis zwischen der hervorgebrachten Menge, wie das Ergebnis eines Produktionsvorganges und der eingesetzten Mittel, wie der mengenmäßige Einsatz von Produktionsfaktoren, ergibt.²⁶⁶

Im Bauwesen sind dafür häufig die Begriffe der Arbeits-, der Betriebs-, der Stoff-, und der Materialproduktivität anzufinden, welche folgendermaßen definiert sind:^{267, 268}

- **Arbeitsproduktivität**
Eingangsrößen für den Arbeitseinsatz sind die Anzahl der Beschäftigten, Erwerbstätigen oder Arbeitskräfte oder die Anzahl von geleisteten Arbeitsstunden.
- **Betriebsproduktivität**
Eingangsrößen für den Betriebsmitteleinsatz sind eingesetzte Geräte oder Maschinen bzw. die Anzahl der geleisteten Geräte- oder Maschinenstunden bezogen auf deren Ausbringungsmenge.
- **Stoff- oder Materialproduktivität**
Eingangsrößen für den Stoff- bzw. Materialeinsatz dienen die verbrauchten Stoff- bzw. Materialmengen, die ins Verhältnis mit der erzielten Produktionsmenge bzw. erzeugten Einheiten gesetzt werden.

²⁶⁴ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 16ff.

²⁶⁵ Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master) Skriptum. S. 17.

²⁶⁶ Vgl. a.a.O., S. 16.

²⁶⁷ Vgl. a.a.O., S. 16.

²⁶⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 17.

Das Thema der Produktivität wird im Holzbau zurzeit eher in der stationären Vorfertigung näher betrachtet, da für den Baubetrieb auf der Baustelle selbst derzeit die grundlegende Literatur für den Holzbau großteils nicht vorhanden ist.

2.5.4 Aufwandswertermittlung im Holzbau

Um aussagekräftige Aufwandswerte zu ermitteln, sind alle zu erbringenden Leistungen, zeitlich als auch tätigkeitsbezogen, eindeutig abzugrenzen. Aufgrund der großen Bedeutung als wesentliche Einflussgrößen auf die Arbeitsleistung, die Planung des Bauablaufes und der Baustelleneinrichtung sowie der Baulogistik, haben Aufwandswerte einen sehr großen Stellenwert in der Baukalkulation. In der Angebotsphase bilden sie die Grundlage für aussagekräftige Bauzeitermittlungen und Kostenberechnungen. In der Planungsphase bzw. in der Arbeitsvorbereitung werden sie zur Bestimmung des Zeitaufwandes einzelner Arbeitsschritte bzw. Vorgänge und in weiterer Folge des gesamten Fertigungsprozesses herangezogen.²⁶⁹

Dabei wird der Aufwandswert im Zuge einer Nachkalkulation einer Tätigkeit aus dem Quotient der Summe der Lohnstunden und der Produktionsmenge bzw. Verrechnungseinheit errechnet werden.

$AW_i = \frac{\sum L_{Std}}{VE}$	AW_i [Std/VE]... Aufwandswert
	$\sum L_{Std}$ [Std]... Lohnstunden
	VE [m ² , lfm, Stk] ... Verrechnungseinheit

Formel 2.2: Berechnung des Aufwandswertes²⁷⁰

Diese Berechnung lässt aber nicht eindeutig auf den Aufwand einzelner ausgeführter Tätigkeiten schließen. Um eine detaillierte Aufschlüsselung der Arbeitsleistung zu erhalten und in weiterer Folge auf die IST-Aufwandswerte tatsächlich ermitteln zu können, muss während des Bauvorhabens eine eindeutige und im Vorhinein klar definierte Leistungsfeststellung mittels einer Arbeitsstudie durchgeführt werden.

²⁶⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten-Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 301f.

²⁷⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 20.

Die Einflussgrößen auf den Aufwandswert sind in folgender Abbildung dargestellt:



Abbildung 2.47: Einflussgrößen auf den Aufwandswert im Holzbau (in Anlehnung an Hofstadler)²⁷¹

Wie aus der Abbildung hervorgeht, gibt es eine Vielzahl von Einflussgrößen, die direkt auf den Aufwandswert und somit auch auf die Leistung Einfluss haben. Somit ist es unerlässlich, in jedem Stadium eines Projektes das Zusammenspiel der vielen Faktoren laufend einem Monitoring zu unterziehen, um einen wirtschaftlichen oder unprofitablen Aufwandswert und somit in weiterer Folge einen erfolgreichen oder schlechten Projektabschluss erkennen zu können.

²⁷¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 20.

2.5.5 Leistungswertermittlung im Holzbau

Der Leistungswert gibt im Vergleich zum Aufwandswert an, welche Produktionsmenge bzw. Verrechnungseinheit (kurz: VE) wie z.B. BSP-Bruttofläche [m²], Verschraubungslänge [l_{fm}], etc. in einer bestimmten Zeiteinheit (kurz: ZE), wie z.B. Monat, Tag, Stunde, Minute erstellt bzw. hergestellt werden kann. Die Leistung lässt sich aus dem Quotienten aus der Anzahl der Arbeitskräfte multipliziert mit der Arbeitszeit und dem tatsächlichen Aufwandswert errechnen.²⁷²

$L_i = \frac{AK_{eing} \cdot AZ}{AW}$	L _i [VE/ZE]... Leistungswert
	AK _{eing} [Std/h] ... Eingesetzte Arbeitskräf- teanzahl
	AZ [h/ZE]... Arbeitszeit
	AW [Std/VE]... tägliche Arbeitszeit

Formel 2.3: Berechnung des Leistungswertes²⁷³

Wie aus der Formel ersichtlich wird, können durch Variation des Aufwandswertes etwaige Ereignissen im Bauablauf, wie z.B. Störeinflüsse oder Einarbeitungseffekte, durch einen Zuschlag im Aufwandswert berücksichtigt werden.²⁷⁴

Eine einfache Berechnung des Leistungswertes ist durch die Ermittlung des Reziprokwertes vom eigentlichen Aufwandswert ebenso möglich.

2.5.6 Kalkulationsgrundlagen im Holzbau

Die Nachschlagewerke von Plümecke²⁷⁵, Dinort²⁷⁶ bzw. Fassmann und Scholtyssek²⁷⁷ sind grundlegende Kalkulationsbücher des eher traditionellen klassischen Holzbaus mit zugrunde liegender Zimmermannstechnik. Nach diesen Literaturgrundlagen können klassische Holzbaukalkulationen durchführen werden. Man darf dabei aber keinesfalls die Tatsache außer Acht lassen, dass sich in dieser Literatur keine Werte für die Herstellung und Montage von Massivholzelemente, wie z.B. BSP, finden.

Unternehmen der Holzbaubranche bedienen sich derzeit hauptsächlich interner Kalkulationsgrundlagen in der Kalkulation von Brettsperrholzbauten für die Ermittlung der auftretenden Lohnanteile bei der Montage, welche Erfahrungswerte aus vorangegangenen Projekten sind.

²⁷² Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 18f.

²⁷³ Vgl. a.a.O., S. 19.

²⁷⁴ Vgl. a.a.O., S. 19.

²⁷⁵ PLÜMECKE, K.: Preisermittlung im Holzbau

²⁷⁶ DINORT, G.: Richtig kalkulieren im Zimmererhandwerk

²⁷⁷ FASSMANN, G.; SCHOLTYSSEK, M.: Kostendeckende Preise im Holzbau

Diese Arbeit umfasst eine konkrete Baustelle mit aufgezeichneten Aufwandswerten eines typischen BSP-Projektes. Die im Zuge dieser Arbeit ermittelten Kennzahlen für Massivholzbauteile sind in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

2.6 Personaleinsatz/-bedarf in der Holzbaumontage

Der richtige Ressourceneinsatz ist ein wesentlicher Einflussfaktor für den Erfolg einer Baustelle, kann aber auch für deren Misserfolg verantwortlich sein. Der Produktionsfaktor Mensch spielt gerade bei Montagearbeiten, unabhängig, ob es sich um Holz- oder beispielsweise Stahlbaumontagearbeiten handelt, eine grundsätzliche und sehr wesentliche Rolle. Es ist offensichtlich, dass der Personalbedarf, je nach zur Verfügung stehender Bauzeit und zu leistender Produktionsmenge, einer gewissen Schwankungsbreite unterliegen kann.²⁷⁸

2.6.1 Personalaufwand im Bauwesen

Wie bereits erwähnt, hängt der erforderliche Personalaufwand grundsätzlich von der Bauzeit und der zugehörigen Produktionsmenge ab. Es erscheint naheliegend, dass mit steigendem Personalaufwand und gleichbleibender Produktionsmenge die Bauzeit drastisch reduzierbar ist. Dieser Annahme muss entgegengehalten werden, dass die Produktivität der Arbeitsmannschaft nicht im gleichen Maße ansteigt, da jede Arbeitskraft einen erforderlichen Arbeitsraum im Bauumfeld für sich beansprucht und es mit steigender Anzahl von Arbeitskräften zu Konfliktzonen im Arbeitsraum kommt. Nicht außer Acht zu lassen ist ebenso die Bindung bzw. Abhängigkeit an Geräte und Maschinen, wie beispielsweise die Kranabhängigkeit beim Versetzen von BSP-Elementen.

Generell lässt sich ein Bauvorhaben in drei Hauptphasen gliedern. Diese sind die Anlaufphase, die Hauptarbeitszeit und die Auslaufphase, wobei in der Anlaufphase nur begrenzte Maschinenressourcen und ein begrenzter Arbeitsraum zur Verfügung stehen und somit die Anzahl der Arbeitskräfte meist auch entsprechend klein ist. In der Hauptphase, in welcher das Bauwerk an sich entsteht, ergibt sich auch ein dementsprechend höherer Personalaufwand, welcher in der Auslaufphase eines Projektes wieder auf ein Minimum sinken kann, da beispielsweise der Kran bereits abgebaut, und somit auch die gesamten Hubarbeiten abgeschlossen sind.

²⁷⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 56.

Einflussgrößen für die Ermittlung des Personalbedarfes sind:²⁷⁹

- Aufwands- bzw. Leistungswerte
- tägliche Arbeitszeit
- Produktionsmenge
- Bauzeit
- Anzahl der Engpassgeräte wie z.B. die Krane im Massivholzbau
- verfügbarer Arbeitsraum
- Fertigungsablauf
- Verfügbarkeit der Arbeitskräfte in qualitativer bzw. quantitativer Hinsicht
- Gewähltes Bauverfahren
- Kosten (im Zuge des Ressourcenausgleichs)

Zu einer ersten groben Abschätzung der erforderlichen Anzahl an Arbeitskräften (kurz: AK_{erf}) kann mit der Bruttoquerschnittsfläche (kurz: M_{BSP}) der BSP-Elemente, dem Aufwandswert (kurz: AW_i), der vertraglich festgelegten Dauer (kurz: D) und der täglichen Arbeitszeit (kurz: $AZ_{\text{täglich}}$) gerechnet werden.²⁸⁰

Unter der Anwendung nachfolgender Formel kann eine erste Abschätzung bezüglich des Personalaufwandes für die erforderlichen Arbeiten auf einer BSP-Baustelle getroffen werden:

- Stellen der Innenwand bzw. Stellen der Außenwand
- Verschraubung der Innenwand bzw. Verschraubung der Außenwand
- Verlegen bzw. Verschraubung der Deckenelemente
- Montage der Winkel
- Anbringen der Dichtungsbänder
- Stellen des Liftschachtes
- Stellen der Treppenhausaußenverkleidung
- Stellen der Stiegen

²⁷⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb, S. 57.

²⁸⁰ Vgl. a.a.O., S. 60.

$$AK_{erf} = \frac{M_{BSP} \cdot AW_i}{D \cdot AZ_{\text{täglich}}}$$

AK_{erf} [Std/h]...	erforderliche AK-Anzahl
M_{BSP} [m ²] ...	Bruttoquerschnittsfläche BSP
AW_i [Std/ m ²]...	Aufwandswert
D [d]...	Dauer der Tätigkeit
$AZ_{\text{täglich}}$ [h/d]...	tägliche Arbeitszeit

Formel 2.4: Berechnung der Arbeitskräfteanzahl (in Anlehnung an Hofstadler²⁸¹)

Für die Abschätzung des Arbeitskräftebedarfes können aber auch andere Mengeneinheiten für die Produktionsmenge, wie beispielsweise die Stückzahl (kurz: Stk) oder auch Laufmeter (kurz: lfm) herangezogen werden. Das rechnerische Vorgehen ist sinngemäß der angeführten Formel durchzuführen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Angaben der Aufwandswerte auch in den Einheiten berichtigt sind.

Im Stahlbetonhochbau findet zur Abschätzung der benötigten Arbeitskräfteanzahl auch oftmals eine sogenannte kranabhängige²⁸² Betrachtung Anwendung. Nach Meinung des Verfassers führt diese Betrachtungsweise zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis für Montagearbeiten im Massivholzbau, da im Stahlbetonbau mehrere unterschiedliche Arbeitsprozesse, wie das Versetzen der Schalungselemente, der Transport von Bewehrungsmaterial und eine eventuelle Betonage mittels Krankübel, parallel von einem Kran aus bewerkstelligt werden muss. Dieser Sachverhalt ist im Massivholzbau nicht gegeben.

2.6.2 Teambzusammensetzung im Holzbau

Mit Zunahme des Bauvolumens einer Baustelle wird eine große Menge an Arbeitskräften benötigt, wobei deren Anzahl aufgrund der maschinellen Kapazitäten nicht ungewöhnlich bzw. überproportional steigen sollte. Die Anzahl der Arbeitskräfte in der Holzbaumontage weisen aufgrund der einzelnen Bauteilgrößen bzw. Elementabmessungen, aber vor allem durch der parallel zum Hebevorgang durchgeführten Arbeiten, meist eine Größe von fünf bis sieben Facharbeitern bzw. qualifizierten Hilfsarbeitern auf.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Baustellenanalyse ergab, dass eine sinnvolle Mannschaftsgröße von vier bis sechs Mann aufgrund der hohen Kranbindung angestrebt werden soll. Ist der Polier bzw. Vorarbeiter auch für andere Projekte zeitgleich verantwortlich, so kann die

281 Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 60.

282 Vgl. a.a.O., S. 60f.

Mannschaftsgröße nach oben adaptiert werden. Allerdings soll eine bestimmte Größe von Arbeitskräften nicht überschritten werden. Ab einer Mannschaftsgröße von größer als acht Personen sollte, aufgrund möglicher Arbeitsteilung einzelner Tätigkeiten, das Montageteam in zwei Montagekolonnen geteilt werden.

Eine mögliche Teamzusammensetzung ergibt sich daher aus einem mitarbeitenden Polier bzw. Vorarbeiter und drei bis fünf Monteuren, Facharbeitern, meist Zimmerer zusammen.

2.6.3 Kriterien für die richtige Personalauswahl im Holzbau

Mit der Personalauswahl im Holzbau verhält es sich ähnlich wie bei anderen speziellen Branchen im Bauwesen, wie dem Stahl- oder dem Brückenbau. Die einzelnen Arbeitskräfte müssen ein gewisses Maß an Flexibilität in ihrem Arbeitsmilieu an den Tag legen, da sich ihr Aufgabenbereich über die Montagedauer nicht gleich verhält und sich teils sehr spezifisch und schnell ändert. Es kommt zwar zwangsläufig aufgrund der Bauaufgaben zu einer häufigen Wiederholung der einzelnen Montage-tätigkeiten. Allerdings kommt es jedoch eher selten vor, dass ein Monteur über die gesamte Montagedauer nur ein und dieselbe Tätigkeit ausführt, wie beispielsweise ein Arbeiter, der im Stahlbetonbau die Bewehrung verlegt.

Die Arbeitskräfte müssen im Umgang mit dem Baustoff Holz und mit den eingesetzten Maschinen geschult und geübt sein und einerseits handwerkliche Fertigkeiten, sowie andererseits eine Eignung für die Montage großformatiger Elemente mit sich bringen.

Eine umfangreiche Studie²⁸³, durchgeführt an der Technischen Universität Graz in Form einer Doktorarbeit im Jahr 2011 belegt, dass sich etwaige Ermüdungserscheinungen von Arbeitskräften auf die Arbeitsleistung stark niederschlagen können. Somit ist es vorteilhaft, wenn die eingesetzten Arbeitskräfte eine gewisse Fitness aufweisen. Des Weiteren sollte eine vernünftige Arbeitszeitgestaltung vom Führungspersonal vorgegeben werden.

Die Qualifikation der einzelnen Arbeitskräfte soll der Montagearbeit entsprechend angepasst sein. Der richtige Umgang mit dem Baustoff Holz und eine sichere und richtige Handhabung von eingesetzten Maschinen ist genauso Voraussetzung für einen raschen und zielorientierten Montagefortschritt.

283 SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Doktorarbeit

2.7 Grundlagen zum Arbeitsstudium nach REFA

Die Bauwirtschaft selbst, sowie fast alle Bauprojekte, begleitet ein ständiger Kosten- und Termindruck. Viele kleine und mittlere Bauunternehmen scheuen den Aufwand einer ständig aktuellen und hinreichend genauen Datenbasis für ihre Kalkulation und Angebotsbearbeitung und greifen lieber auf Erfahrungswerte und oftmals grobe Schätzungen ihrer Aufwände zurück. Aufgrund des Fehlens einer strukturierten Führungsgrundlage kommen manchmal die Vorbereitung und Durchführung eines Bauvorhabens eher einem Blindflug deren einer Kalkulation gleich. Als Resultat treten des Öfteren Fehleinschätzungen in der Kalkulation, eine falsche Kostenermittlung in der Bauvorbereitung und Störungsanhäufungen bzw. Hektik beim Bauablauf auf.²⁸⁴

Technische Rationalisierungsmaßnahmen führen zwar meist zur Steigerung der Produktionssicherheit, jedoch werden Kosten in Bezug auf personengebundene Faktoren, wie beispielsweise lohnbedingte Baukosten, meist unzureichend analysiert, stellen aber einen wesentlichen Teil der Herstellkosten dar.²⁸⁵

Um diese Herstellkosten, welche durch einen bestimmten Zeitaufwand auf der Baustelle anfallen, quantifizierbar zu machen, kann man sich der Analyse des Arbeitsstudiums nach REFA²⁸⁶ bedienen.

Im folgenden Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen dieses Arbeitsstudiums, auf welchen die durchgeführte Baustellenanalyse aufbaut, im Wesentlichen und im Überblick dargestellt. In den umfangreichen Nachschlagewerken von REFA sind weitere Ausführungen bezüglich verschiedenster Arbeitsstudien angeführt, welche für ein tieferes Verständnis und umfangreichere Studien oftmals erforderlich sind.

2.7.1 Das Arbeitssystem

„Wesentlich für die REFA-Methodenlehre ist die Betrachtung von Arbeitssystemen in ihrer hierarchischen Struktur, von der einzelnen Arbeitsstelle bis zum Gesamtunternehmen. Dementsprechend gibt es elementare und unterschiedlich komplexe Arbeitssysteme.“²⁸⁷

284 Vgl. RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methothenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 1.

285 Vgl. a.a.O., S. 2f.

286 Der REFA - Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung ist Deutschlands älteste Organisation für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung. Durch REFA entwickelte Methoden bieten Hilfestellung für betriebliche Datenermittlung und zum Management. Er ist internationaler Anbieter für betriebliche Weiterbildung mit dem Verbandszweck eine „Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Ausbildung“ zu erreichen.

287 RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methothenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 5.

Die verschiedenen Arbeitssysteme dienen der Erfüllung von Arbeitsaufgaben, welche das Zusammenwirken des Menschen, der Betriebsmittel und der Eingabe unter Umwelteinflüssen darstellen.²⁸⁸

REFA beschreibt die Arbeitsaufgaben durch die folgenden sieben Systembegriffe:²⁸⁹

- 1) die Arbeitsaufgabe
- 2) der Arbeitsablauf
- 3) die Eingabe
- 4) die Ausgabe
- 5) der Mensch
- 6) die Betriebsmittel
- 7) die Umwelteinflüsse

Das Arbeitssystem kann schematisch wie folgt dargestellt werden:

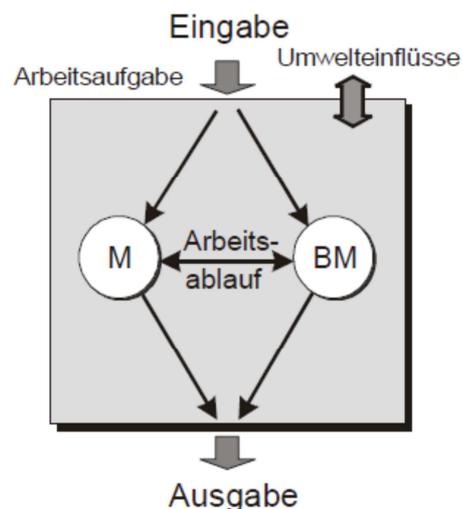


Abbildung 2.48: schematische Darstellung des Arbeitssystems²⁹⁰

Die Arbeitsaufgabe beschreibt dabei den Zweck des Systems und kann als Aufforderung an den Menschen, eine Tätigkeit auszuüben, verstanden werden, um gesteckte Ziele zu erreichen, wie z.B. der Auftrag zur Montage von Wandelementen. Der Arbeitsablauf beschreibt dabei das Geschehene durch die Erfüllung der Arbeitsaufgabe, wie beispielsweise das Material vorbereiten, Anschlussstellen säubern, usw. Die Eingabe bzw. der Input besteht aus Arbeitsgegenständen, den Menschen, Infor-

²⁸⁸ Vgl. RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methodelehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 5.

²⁸⁹ Vgl. a.a.O., S. 5.

²⁹⁰ a.a.O., S. 5.

mationen und Energien, welche zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe in ihrem Zustand, ihrer Form oder ihrer Lage verändert werden sollen, wie dies Arbeitskräfte, Maschinen, Material, Pläne, usw. sind. Die Ausgabe bzw. der Output besteht aus den veränderten Arbeitsgegenständen, den Menschen, Informationen und Energien, die zur Arbeitsaufgabenerfüllung verändert wurden, wie z.B. gestelltes Wandelement, usw. Arbeitsmittel, wie der Mensch (kurz: M) und die Betriebsmittel (kurz: BM), stellen die Kapazitäten eines Arbeitssystems dar, die zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe die Eingabe in die Ausgabe umwandeln. Als zusätzlich wirkende Umwelteinflüsse auf das Arbeitssystem können physikalische, chemische, biologische, organisatorische und soziale Einflüsse verstanden werden. Diese charakterisieren die Umstände und Nebenwirkungen eines funktionierenden Arbeitssystems, wie beispielsweise Witterung, Arbeitsklima, Organisation, usw.²⁹¹

Eine genauere Betrachtung des Sachverhaltes eines Arbeitssystems bietet die Unterscheidung in ein Makro-System, welches beispielsweise eine gesamte Baustelle darstellt und in ein Mikro-System, worunter einzelne Arbeitsplätze verstanden werden.²⁹²

Montagearbeiten im Massivholzbau, welche grundsätzlich die gesamte Arbeitsaufgabe beschreiben, werden prinzipiell von mehreren Arbeitskräften verrichtet, welche nach REFA als Gruppenarbeit zu deklarieren sind.²⁹³

2.7.2 Grundlagen der Datenermittlung

Wird bezüglich eines Arbeitsstudiums von Daten gesprochen, so sind meist folgende Punkte darunter zu verstehen:²⁹⁴

- Zeiten für Ablaufschritte
- Einflussgrößen, von denen die ermittelten Zeiten abhängen
- Bezugsmengen, auf welche sich die ermittelten Zeiten beziehen
- Daten der Arbeitsbedingungen

Somit kann die gemessene Zeit als Funktion unterschiedlicher Einflussgrößen verstanden werden. Es ist dabei nicht ausreichend, dass die Zeit ausschließlich mit der Stoppuhr festgehalten wird. Es muss zusätzlich

291 Vgl. RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methoelenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 5.

292 Vgl. a.a.O., S. 96.

293 Vgl. a.a.O., S. 116.

294 Vgl. a.a.O., S. 10.

eine Bewertung der Einflussgrößen, unter welchen die Arbeitsaufgabe vollbracht wird, eindeutig und nachvollziehbar quantifiziert werden.²⁹⁵

Dieser Sachverhalt lässt sich anhand der Montage eines BSP-Wandelementes insofern erläutern, als das es nicht ausreicht, die benötigte Zeit zur Montage des BSP-Elementes festzuhalten, bis ein Wandelement in einer endgültigen Position fixiert ist, sondern die dabei auftretenden Störeinflüsse ebenso beschrieben werden müssen.

Generell ist bei der Datenermittlung auf deren Verwendungszweck und deren Reproduzierbarkeit zu achten.

Je nach Verwendungszweck muss eine gewisse Anzahl an Daten mit einer statistischen Wahrscheinlichkeit ausreichend genau erfasst werden. Das Arbeitsstudium unterscheidet zwischen Daten für Planungszwecke, darunter fallen Daten für die Kalkulation bzw. Daten für einen Vergleich von Arbeitsverfahren, sowie Daten für Steuerungszwecke, das sind beispielsweise Daten für die Terminsteuerung, ebenso wie Daten für Kontrollzwecke, wie z.B. Daten für eine Nachkalkulation, und schlussendlich Daten für die Entlohnung, Beispiele dafür sind Akkordlohn und die Prämien.²⁹⁶

Um die vorhandenen Daten auch fern der durchgeführten Aufnahmen künftig heranziehen zu können, müssen sie auf deren Wiederverwendbarkeit bzw. Reproduzierbarkeit geprüft werden. Folgende Voraussetzungen müssen für die Reproduzierbarkeit von Daten gewährleistet sein:²⁹⁷

- Der den Daten zu Grunde liegende Arbeitsablauf muss eindeutig beschrieben sein.
- Die den Daten zu Grunde liegenden Arbeitsbedingungen müssen gänzlich bekannt sein.
- Die erfassten Daten müssen den statistischen Anforderungen genügen.

Wenn man generell von Daten und deren Ermittlung spricht, so darf der Umstand ihrer Abhängigkeit, wie z.B. abhängige Zielgrößen, wie Transportzeit oder Geschwindigkeit, bzw. ihrer Unabhängigkeit, wie z.B. unabhängige Zielgrößen, wie Transportmittel oder Weglänge, nicht außer Acht gelassen werden. Des Weiteren kann eine Unterscheidung nach folgender Abbildung in quantitative und qualitative Daten getroffen werden.

²⁹⁵ Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung, S. 10.

²⁹⁶ Vgl. a.a.O., S. 12.

²⁹⁷ Vgl. a.a.O., S. 12f.

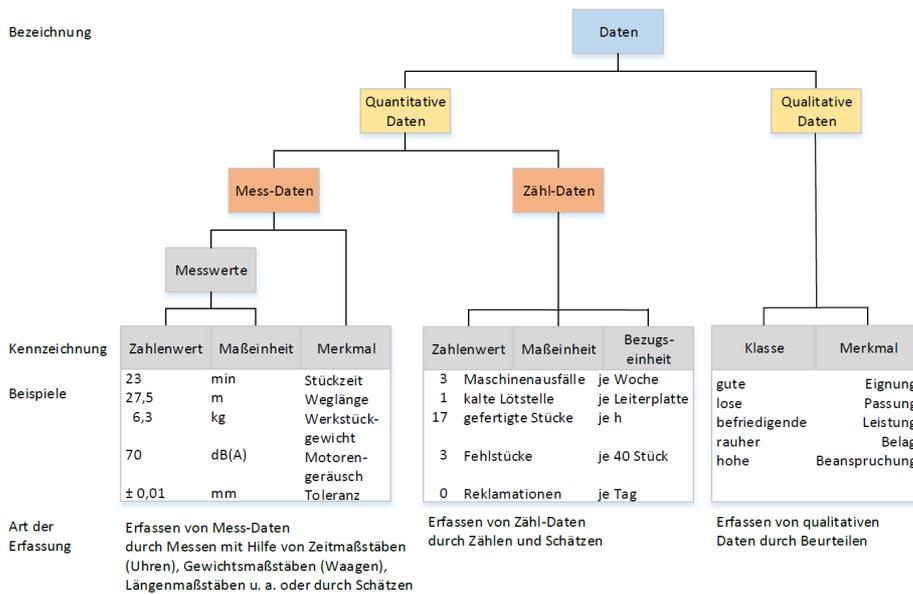


Abbildung 2.49: Gliederung der Daten in Mess-, Zähl- und qualitative Daten²⁹⁸

Wie die voranstehende Abbildung zeigt, zählen Mess- und Zähl-daten zu den quantitativen Daten, welchen eine definierte Messeinheit zu Grunde liegt. Qualitative Daten können hingegen lediglich mit Hilfe von Worten beschrieben werden können.²⁹⁹

Eine weitere Unterscheidung kann zwischen festen bzw. konstanten Daten, wie beispielsweise die Drehzahl einer Bohrmaschine und veränderlichen bzw. variablen Daten, wie z.B. Ermüdungserscheinungen von Arbeitskräften, getroffen werden.

Als weitere Differenzierungsmöglichkeit kann die Unterscheidung zwischen absoluten und sogenannten bezogenen Daten genannt werden. Absolute Daten bzw. Urdaten sind Zahlen ohne eine Bezugsgröße, wie z.B. 500 Stk oder 20 min, wobei bezogene Daten einer Bezugseinheit, wie z.B. 500 Stk/h oder 20 min/m zu Grunde liegen.³⁰⁰

²⁹⁸ Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung, S. 15.

²⁹⁹ Vgl. a.a.O., S. 15ff.

³⁰⁰ Vgl. a.a.O., S. 13-19.

2.7.3 Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung

Bevor die Durchführung einer Zeitaufnahme auf der Baustelle möglich ist, muss das Arbeitssystem genau definiert und beschrieben werden. Um dies im Vorfeld klar festzulegen, wird der gesamte Arbeitsablauf der Baustelle in einzelne Ablaufarten gegliedert. Die Splittung der Ablaufarten kann mittels der folgenden Abbildung vorgenommen werden.

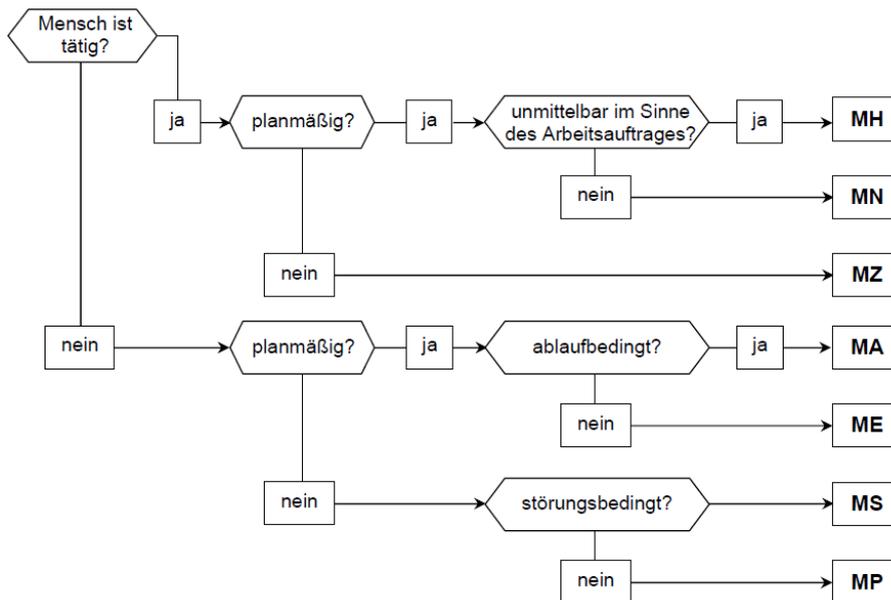


Abbildung 2.50: Gliederung des gesamten Arbeitsablaufes in einzelne Ablaufarten bezüglich des Menschen laut REFA³⁰¹

Dabei gilt:

MH ... Haupttätigkeit	MA ... ablaufbedingte Unterbrechung
MN ... Nebentätigkeit	ME ... erholungsbedingte Unterbrechung
MZ ... Zusätzliche Tätigkeit	MS ... störungsbedingte Unterbrechung
	MP ... persönlich bedingte Unterbrechung

Die modifizierte Darstellung des REFA-Arbeitsablaufes von Schlagbauer³⁰² gliedert den Arbeitsablauf in zwei Kategorien:

Einerseits in die Hauptkategorie, welche die Aktivitäten der ersten Ebene beinhaltet, bestehend aus den Tätigkeiten, den Unterbrechungen und den nicht erkennbaren Tätigkeiten.

Andererseits in die Unterkategorie, welche die Aktivitäten der zweite Ebene beinhaltet, bestehend aus der Haupttätigkeit, der Nebentätigkeit,

301 RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methodelehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 6.

302 SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Doktorarbeit

der zusätzliche Tätigkeit, den ablaufbedingten, störungsbedingten, erholungsbedingten bzw. den persönlich bedingten Unterbrechungen.

Dabei gelten folgende Definitionen:

*„Die Kategorie „**Tätigkeit**“ umfasst alle durchgeführten Arbeiten, die mit der Leistungserbringung direkt oder indirekt in Verbindung stehen.“³⁰³*

*„Unter „**Haupttätigkeit**“ werden alle erhobenen Tätigkeiten zusammengefasst, die der Leistungserbringung einer direkt abrechenbaren Position dienen.“³⁰⁴*

Im untersuchten Objekt wäre dies z.B. das Stellen eines BSP-Wandelementes.

*„Im Gegensatz zu „**Haupttätigkeiten**“ können „**Nebentätigkeiten**“ nicht direkt abgerechnet werden, sondern sind zur Erbringung von „**Haupttätigkeiten**“ notwendig.“³⁰⁵*

Im untersuchten Objekt wäre dies z.B. das Fixieren eines BSP-Wandelementes mittels Hilfsmitteln.

*„Die Unterkategorie „**zusätzliche Tätigkeiten**“ umfasst Haupt- und Nebentätigkeiten, die nicht dem eigentlichen Arbeitsauftrag der beobachteten Person entsprechen.“³⁰⁶*

Im untersuchten Objekt wäre dies z.B. Schrauben holen zum Fixieren der BSP-Wandelemente.

*„**Störungsbedingte Unterbrechungen**“ entstehen durch äußere Einwirkungen auf den Bauablauf, wodurch dieser unterbrochen wird.“³⁰⁷*

*„**Erholungsbedingte Unterbrechungen**“ sind Pausen, die der Bauarbeiter infolge anstrengender Tätigkeiten selbstständig einlegt, einschließlich der vom Arbeitgeber vorgegebenen Vormittags- und Mittagspausen.“³⁰⁸*

*„**Persönlich bedingte Unterbrechungen**“ entstehen infolge der persönlichen Bedürfnisse des Bauarbeiters, z.B. Rauchen, Toilettengang, Trinken, uä.“³⁰⁹*

*„In die Kategorie „**Nicht erkennbar**“ werden jene Beobachtungen eingetragen, bei denen zum Beobachtungszeitpunkt der zu beobachtende Arbeiter nicht im Sichtbereich des Beobachters war und daher keine genaue Aussage über seine verrichtete Tätigkeit gemacht werden konnte.“³¹⁰*

303 RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methodelehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 6.

304 SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Doktorarbeit. S. 49.

305 a.a.O., S. 49.

306 a.a.O., S. 49.

307 a.a.O., S. 49.

308 a.a.O., S. 49.

309 a.a.O., S. 49.

310 a.a.O., S. 49.

Die aufgelisteten Definitionen bzw. Erklärung sollen in der weiteren Darstellung eine eindeutige Zuordnung und Erläuterung der durchgeführten Studie darstellen.

Die Tabelle zeigt eine mögliche Gliederung eines Arbeitsablaufes einer üblichen Baustelle mit zusätzlichen Angaben von Beispielen bei einer Brettsperrholzmontage und einer möglichen Zuordnung zu den vorgestellten Kategorien.

Kategorie Erste Ebene	Unterkategorie Zweite Ebene	Beispiele
Tätigkeit	Haupttätigkeit	Stellen der BSP-Wandelemente Stellen der BSP-Deckenelemente Dichtungseinbau zwischen den Elementen Einbau von Unterzügen Verschrauben der BSP-Elemente
	Nebentätigkeit	Einbringen der Dichtungsmasse Mörtel mischen Nivellieren Einmessen der Decke Einmessen des Schraubenabstandes
	zusätzliche Tätigkeit	Reinigung der Betonplatte Aufstellen des Kranes
Unterbrechungen	ablaufbedingte Unterbrechung	Plan lesen Diskussionen Baubegehung, Kontrolle der Stromversorgung
	störungsbedingte Unterbrechung	Ungenauere Planung Werkzeug holen Material besorgen Fehlende Teile herstellen
	erholungsbedingte Unterbrechung	Wartezeit Eigene Verpflegung (z.B. Wasser trinken)
	Persönlich bedingte Unterbrechung	Eigene Pause Abwesenheit
Nicht erkennbar		Die beobachtete Arbeitskraft ist zum Betrachtungszeitpunkt nicht im Sichtbereich des Beobachters

Tabelle 2.14: Einteilung der Vorgänge des Arbeitsablaufes (angelehnt an Schlagbauer³¹¹)

311 Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung . Doktorarbeit. S. 49.

Die Summe einzelner Ablaufarten ergibt den gesamten Arbeitsablauf einer Baustelle, wobei die einzelnen Ablaufarten prozentuell zum gesamten Ablauf dargestellt werden sollten.

Des Weiteren lassen sich die einzelnen Ablaufarten in daraus resultierende Zeitarten überführen. Damit ist eine Gliederung der Zeitarten möglich.

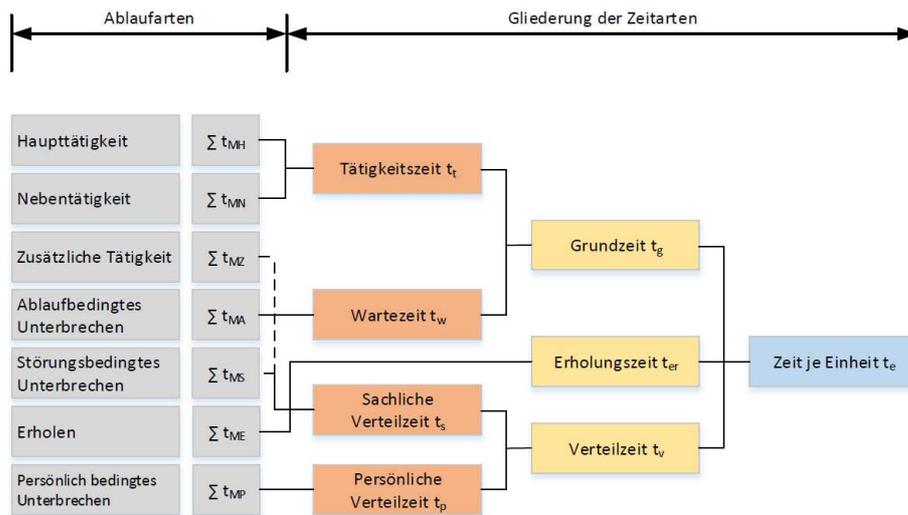


Abbildung 2.51: Gliederung der Zeitarten bei Mensch und Betriebsmittel³¹²

Die in der Grafik genannten Zeitarten werden nachfolgend näher erläutert.

2.7.3.1 Grundzeit

Die Grundzeit, welche normalerweise den größten Anteil an der Zeit je Einheit beansprucht, setzt sich aus der Zeit der Haupttätigkeit, der Zeit der Nebentätigkeit und der Zeit für ablaufbedingte Unterbrechungen zusammen.³¹³

³¹² REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung, S. 47.

³¹³ Vgl. a.a.O., S. 46.

Berechnung der Grundzeit:³¹⁴

$$t_g = \sum t_{MH} + \sum t_{MN} + \sum t_{MA}$$

- t_g ... Grundzeit
 T_{MH} ... Zeit der Haupttätigkeit
 T_{MN} ... Zeit der Nebentätigkeit
 T_{MA} ... Zeit für ablaufbedingte Unterbrechungen

Formel 2.5: Berechnung der Grundzeit

2.7.3.2 Erholungszeit

Die Erholungszeit ist aufgrund der notwendigen Erholung des Menschen von den ausgeführten Tätigkeiten erforderlich, wobei ihr Anteil sowohl an den Vorgabezeiten der Intensität, als auch der Beanspruchung abhängt.³¹⁵ Ihr Anteil sollte laut REFA nicht mehr als 5 % der gesamten Arbeitszeit ausmachen.³¹⁶ Laut Lang darf die Erholungszeit einen Wert von ca. 10% der Gesamtarbeitszeit annehmen.³¹⁷

Berechnung der Erholungszeit:³¹⁸

$$t_{er} = \sum t_{ME}$$

- t_{er} ... Erholungszeit
 t_{ME} ... Zeit für erholungsbedingte Unterbrechungen

Formel 2.5: Berechnung der Erholungszeit

2.7.3.3 Verteilzeit

Die Verteilzeit setzt sich aus den Zeiten für zusätzliche Tätigkeiten, störungsbedingte Unterbrechungen und persönlich bedingte Unterbrechungen zusammen, welche in unterschiedlicher Dauer und Häufigkeit auftreten können. Aufgrund der Definition bzw. Zusammensetzung der Verteilzeit, setzt sich diese aus Zeiten, welche für die Erfüllung der Arbeitsaufgabe anfallen und aus Zeiten, die in keinem Zusammenhang mit der Arbeitsaufgabe stehen, zusammen.³¹⁹

314 Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung. S. 46.

315 Vgl. a.a.O., S. 44.

316 Vgl. RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methodelehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 10.

317 Vgl. LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. S. 109.

318 Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung. S. 51.

319 Vgl. a.a.O., S. 109.

Laut Lang darf die Verteilzeit einen Wert von ca. 25% der Gesamtarbeitszeit annehmen.³²⁰

Berechnung der Verteilzeit:³²¹

$$t_v = \sum t_{MZ} + \sum t_{MS} + \sum t_{MP}$$

$t_v \dots$	Verteilzeit
$T_{MZ} \dots$	Zeit für zusätzliche Tätigkeiten
$T_{MS} \dots$	Zeit für störungsbedingte Unterbrechungen
$T_{MP} \dots$	Zeit für persönliche Unterbrechungen

Formel 2.6: Berechnung der Verteilzeit

2.7.4 Zeitaufnahmen

„Zeitaufnahmen bestehen in der Beschreibung des Arbeitssystems, im besonderen des Arbeitsverfahrens, der Arbeitsmethode und der Arbeitsbedingungen, und in der Erfassung der Bezugsmengen, der Einflussgrößen, der Leistungsgrade und Ist-Zeiten für einzelne Ablaufabschnitte; deren Auswertung ergeben Soll-Zeiten für bestimmte Ablaufabschnitte.“³²²

Wie aus der Definition hervorgeht, werden bei der Zeitaufnahme Beobachtungen zu Ist-Zeiten, d.h. die tatsächliche benötigte Zeit zum Verichten einer Tätigkeit vom Beobachter bzw. vom Durchführenden der Arbeitsstudie, notiert. Im Zuge der Arbeit wurden dazu die sogenannte Einzelzeit- und die Multimomentaufnahme eingesetzt, welche nachfolgend näher erläutert wird.

2.7.4.1 Einzelzeitaufnahme

Bei der Zeitenmessung nach dem Einzelzeit-Verfahren (kurz: EZA) wird die Zeit zwischen zwei Messpunkten mittels Zeitmessgerät, wie z.B. einer Stoppuhr, gestoppt und notiert. Somit kann jeder Ablaufschritt gesondert betrachtet und die dafür benötigte Zeit einfach ermittelt werden. Da auf Baustellen oft mehrere Arbeitskräfte und Bauabläufe parallel betrachtet werden müssen, sollten geeignete Messinstrumente, welche in der Lage sind, unterschiedliche Messpunkte aufzunehmen, zum Einsatz kommen.³²³

³²⁰ Vgl. LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. S. 109.

³²¹ Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung. S. 50.

³²² Vgl. a.a.O., S. 81.

³²³ Vgl. a.a.O., S. 87.

Die Einzelzeitaufnahme bietet folgende Vor- und Nachteile:³²⁴

Vorteile:

- Die Errechnung der Einzelzeiten von Abläufen ist nicht nötig. Somit werden Fehler in einer etwaigen Errechnung wie bei der Fortschrittzeitmessung³²⁵ ausgeschlossen.
- Einzutragende Zahlenwerte im Zeitaufnahmebogen sind klein.
- Die Streuung von Messwerten aufgrund von Unregelmäßigkeiten ist sofort erkennbar.

Nachteile:

- Aufgrund der Kenntnis der Ablaufabschnittsdauer ist eine Beeinflussung des Leistungsgradurteils³²⁶ möglich.
- Das Auftreten einer Zeitverzögerung durch die Anwendung einer mechanischen Schaltung der Zeitmessgeräte ist möglich.
- Die Gesamtzeit muss separat gemessen werden.
- Da mehrere Zeitmessgeräte benötigt werden, sind höhere Anschaffungskosten zu erwarten.

Im Zuge der konkreten Baustellenanalyse hat sich herausgestellt, dass Einzelzeitaufnahmen sehr aufwendig und eigentlich für diese Art des Bauvorhabens großteils nicht sinnvoll erscheinen. Für den Baubetrieb auf Baustellen ist die Gruppenaufnahme als systematische Momentaufnahme nach Ansicht des Verfassers besser geeignet.

2.7.4.2 Multimomentaufnahme

Bei der Multimomentaufnahme (kurz: MMA) handelt es sich um einen klassischen Zählvorgang. Vor Beobachtungsbeginn werden dabei fixe Zeitpunkte bzw. Zeitabschnitte, zu denen die Aufnahme eines Ablaufschrittes stattfinden soll, festgelegt, gezählt und abschließend statistisch überprüft. Diese Art der Aufnahme gibt die tatsächliche Dauer eines Vorganges bzw. Teilvorganges nicht wieder. Um eine qualifizierte Aussage über die ermittelten Ergebnisse treffen zu können, müssen der Beobach-

³²⁴ Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung, S. 87.

³²⁵ Die Beurteilung einer Leistung, sprich das Abgeben eines Leistungsgradurteils, wird vom Beobachter durchgeführt, in dem er beobachtete Leistungen objektiv beurteilt und somit praktisch ausreichende Näherungswerte des Leistungsgrades gewonnen werden.

³²⁶ Bei der Fortschrittszeitmessung erfolgt die Messung durchgehend über den gesamten betrachteten Arbeitsablauf.

tungsumfang und die Anzahl der Beobachtungen bezüglich der Gesamtbeobachtungen, groß genug und ausreichend sein.³²⁷

Vorgehensweise bei der MMA-Aufnahme nach REFA:³²⁸

- Festlegung des Ziels
- Beschreibung und Festlegung der Ablaufarten
- Festlegung des Rundgangs auf der Baustelle
- Festlegung des erforderlichen Beobachtungsumfanges
- Bestimmung der Zeitpunkte für geplante Rundgänge
- Durchführung der ersten Beobachtung
- Durchführung einer Zwischenauswertung
- Durchführung von weiteren Beobachtungen
- Erstellung der Endauswertung

Bei der Vorbereitung zur MMA wurde auf die detaillierte Ausarbeitung dieser REFA-Vorgehensweise bezüglich des Rundgangs verzichtet, da auf der Baustelle vom Beobachter versucht wurde, eine Position zu finden, von welcher aus der gesamte Arbeitsablauf und alle Teilvorgänge eingesehen werden können und die Beobachtungsposition im weiteren Beobachtungszeitraum situationsgerecht angepasst werden konnte.

In der Folge sind einige Eigenschaften der MMA angeführt, die bei der Planung einer MMA entsprechend der jeweiligen Aufgabenstellung hinsichtlich ihrer Vor- Und Nachteile abzuwägen sind.

Als Vorteile der MMA gelten:³²⁹

- Es werden keine Messgeräte benötigt.
- Der Beobachter ist nur einer zeitweisen Bindung gegenüber des beobachteten Arbeitsplatzes ausgesetzt.
- Die MMA ermöglicht das Beobachten von nahezu beliebig vielen Arbeitsplätzen.
- Die MMA erstreckt sich meist über längere Zeiträume, wodurch ein gesichertes Abbild des durchschnittlichen Ist-Ablaufes erfasst werden kann.

³²⁷ Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis - Teil 2 - Datenermittlung. S. 65ff..

³²⁸ Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung. S. 236-261.

³²⁹ Vgl. a.a.O., S. 263.

- Die MMA kann gegebenenfalls unterbrochen und wieder aufgenommen werden.
- Die Durchführung der Beobachtung erfordert kein fundiertes Wissen zu Arbeitsstudien.
- Prinzipiell ist eine schnelle Auswertung möglich.
- Laut Erfahrungen ist der zeitliche Aufwand um bis zu 70% geringer, als bei vergleichbaren Zeitaufnahmen mit Zeitmessgeräten wie einer Stoppuhr.

Als mögliche Nachteile lassen sich anführen:³³⁰

- Einzelne Notizen können nur schlecht bis gar nicht auf ihre sachliche Richtigkeit überprüft werden, da es sich um einmalige und nicht wiederkehrbare Vorgänge handelt.
- Die MMA lässt nur bedingt Rückschlüsse auf die Gestaltung von Arbeitsplätzen zu.
- Bei Ablaufarten, welche weniger als einen Prozent aller Notizen ausmachen, lassen sich keine Aussagen treffen.
- Eine bewusste Einflussnahme vom Beobachter auf die MMA kann nur schwer bis gar nicht erkannt werden.
- Die Ursachenfeststellungen für Unterbrechungen sind schwierig.

REFA unterscheidet zwischen der klassischen MMA, wobei die Beobachtungszeitpunkte dem Zufallsprinzip unterliegen und der systematischen MMA, bei welcher die Arbeitsgruppe stets im Blickfeld des Beobachters liegen und die Beobachtungszeitpunkte zeitlich, gleichmäßigen Intervallen zu Grunde liegen.³³¹

Im Zuge der Baustellenanalyse hat die systematische MMA Anwendung gefunden.

330 Vgl. REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung, S. 264.

331 Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis - Teil 2 - Datenermittlung, S. 84..

2.7.5 Statistische Auswertung

Die Frage nach der tatsächlichen Aussagekraft von Zeitaufnahmen für den weiteren Einsatz in der Kalkulation ist bei der Durchführung einer Zeitaufnahme von entscheidender Bedeutung, da es sich bei den Aufnahmedaten immer um Stichproben³³² einer Grundgesamtheit³³³ handelt. Mithilfe anerkannter statistischer Methoden wird die Aussagekraft der berechneten Ergebnisse untermauert.

Das Prinzip der statistischen Auswertung für EZA soll an Hand des Variationszahlverfahrens dargelegt werden.

▪ Arithmetischer Mittelwert

Der Mittelwert gehört zu den statistischen Größen der Lageparameter³³⁴. Er errechnet sich aus dem Stichprobenumfang und der Summe der gemessenen Größen je Stichprobe.

$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i$	\bar{x} ... arithmetischer Mittelwert n ... Stichprobenumfang i ... Anzahl der Größen x_i ... Größe der Stichprobe (z.B. 10 min, 12 Stk)
------------------------------------	---

Formel 2.6: arithmetischer Mittelwert³³⁵

▪ Standardabweichung

Die Standardabweichung gehört zu den statistischen Größen der Streuungsparameter³³⁶ und ist einerseits ein Maß für die Abweichung jeder einzelnen Messung vom arithmetischen Mittelwert und andererseits ein Maß für die Abweichung der einzelnen Messungen untereinander.

$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$	s ... Standardabweichung n ... Stichprobenumfang i ... Anzahl der Größen $x_i - \bar{x}$... Abweichung der Einzelgröße vom arithmetischen Mittelwert
---	--

Formel 2.7: Standardabweichung³³⁷

332 Unter einer Stichprobe versteht man eine Teilmenge einer Grundgesamtheit, die unter bestimmten Voraussetzungen gewählt wurde.

333 Die Grundgesamtheit wird in der statistischen Wissenschaft als die Menge aller statistischen Einheiten (z.B. Personen, Tiere, Pflanzen, Werkstücke), welche übereinstimmende Identifikationskriterien (z.B. zur selben Zeit) aufweisen.

334 Lageparameter beschreiben die Lage der Stichproben einer Grundgesamtheit in Bezug auf eine Messskala.

335 Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis - Teil 2 - Datenermittlung. S. 59.

336 Streuungsparameter sind Kennziffern, durch deren Ermittlung eine Aussage über die Verteilung einer Grundgesamtheit um den Mittelpunkt getroffen werden kann.

337 Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis - Teil 2 - Datenermittlung. S. 59.

▪ **Variationszahl**

Um generell das Variationszahlverfahren anwenden zu können, muss eine Variationszahl ermittelt werden. Die Variationszahl errechnet sich aus dem Quotienten der Standardabweichung und dem arithmetischen Mittelwert.

$$v [\%] = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

- v ... Variationszahl
- s ... Standardabweichung
- \bar{x} ... arithmetischer Mittelwert

Formel 2.8: Variationszahl³³⁸

▪ **Relativer Vertrauensbereich**

Der relative Vertrauensbereich gibt an, um wieviel der Mittelwert einer Stichprobe von dem wahrscheinlichen Mittelwert der Grundgesamtheit abweicht.

$$\varepsilon = \frac{t(S;f)}{\sqrt{n}} \cdot v$$

- ε ... relativer Vertrauensbereich
- t(S;f) ... Funktionswert aus Tabelle
- n ... Stichprobenumfang
- v ... Variationszahl

Formel 2.9: relative Vertrauensbereich³³⁹

Der Funktionswert t(S;f) und der Wert f(f=n-1), welche aus der folgenden Tabelle entnommen werden können, bilden das Ergebnis mit einer statistischen Sicherheit von 95 % ab.³⁴⁰

f	t(S;f)	f	t(S;f)	f	t(S;f)	f	t(S;f)
1	12,71	11	2,201	21	2,080	40	2,021
2	4,303	12	2,179	22	2,074	50	2,009
3	3,182	13	2,160	23	2,069	60	2,000
4	2,776	14	2,145	24	2,064	80	1,990
5	2,571	15	2,131	25	2,060	100	1,984
6	2,447	16	2,120	26	2,056	200	1,972
7	2,365	17	2,110	27	2,052	500	1,965
8	2,306	18	2,101	28	2,048	∞	1,960 = u(S)
9	2,262	19	2,093	29	2,045		
10	2,228	20	2,086	30	2,042		

Tabelle 2.15: Faktoren zur Berechnung der erzielten Genauigkeit nach dem Variationsverfahren (S=95 %)³⁴¹

338 Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis - Teil 2 - Datenermittlung. S. 60.

339 Vgl. a.a.O., S. 60.

340 Vgl. a.a.O., S. 60.

Die statistische Auswertung für Multimomentaufnahmen auf der Baustelle erfolgt auf der Basis des Vertrauensbereichs, der statistischen Sicherheit ($S = 95\%$) und der Anzahl der durchgeführten Beobachtungen.

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}}$$

- f ... absoluter Vertrauensbereich
 p ... prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf
 n ... Stichprobenumfang

Formel 2.10: Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 %³⁴²

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Methodenlehre zum Arbeitsstudium nach REFA eine detaillierte Zeiterfassung auf der Baustelle ermöglicht. Unter Verwendung der Einzelzeitaufnahme sowie der Multimomentaufnahme kann nicht nur die eigentliche Arbeitszeit erfasst und in weiterer Folge beurteilt werden, sondern es besteht auch die Möglichkeit der Ermittlung von Kalkulationsansätzen in Form von Aufwands- und Leistungswerten aufgrund der detaillierten Aufzeichnungen.

Die ausgearbeiteten Grundlagen im Kapitel zwei dienen in weiterer Folge der bereits genannten durchgeführten Baustellenanalyse mit dem Hauptaugenmerk in der Ermittlung von montagespezifischen Aufwandswerten für Brettsperrholzbauten.

341 Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis - Teil 2 - Datenermittlung, S. 60.

342 Vgl. a.a.O., S. 67.

3 Datenerfassung auf der Baustelle

Dieses Kapitel beschreibt die generellen Grundlagen des untersuchten Bauprojektes. Des Weiteren wird auf die Datenerfassung auf der Baustelle und die Projektbesonderheiten eingegangen.

3.1 Grundlagen der Baustelle

Das betrachtete Bauprojekt wurde in Mooskirchen, 30 km südwestlich von Graz, im Jahr 2014 realisiert. Beim Objekt handelt es sich um eine mittelgroße typische Wohnanlage auf drei Ebenen, wobei in jeder Ebene zwei Wohneinheiten entstanden sind. Das Objekt weist trotz der ruhigen idyllischen Lage des Baugrundes auch einen nahegelegenen Autobahnanschluss zur A2 in Mooskirchen auf.

Es soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass im Zeitraum 2013/2014 bereits ein ähnliches Projekt von demselben Bauherrn in gleicher Bauweise errichtet wurde.

3.1.1 Projektbeschreibung

Das Bauobjekt besteht aus einem Kellergeschoss in konventioneller Stahlbetonbauweise. Das Erdgeschoss (kurz: EG), die zwei Obergeschosse (kurz: 1. OG und 2. OG), das Treppenhaus samt Außenverkleidung und der Liftschacht wurden gänzlich mit Brettsperrholz-Elementen hergestellt. Die Obergeschosse sind über ein außenliegendes Treppenhaus erreichbar. Im Bedarfsfall steht ein Personenlift für alle drei Geschosse zur Verfügung.

Die Verbindungen zwischen Beton und BSP-Elementen wurden mit Winkelprofilen und Stahlplatten realisiert. Die BSP-Anschlüsse, d.h. Anschlüsse zwischen Holz und Holz, wurden mit Winkelprofilen und typischen Schraubverbindungen mittels Holzschrauben hergestellt.

Die Montagearbeiten sind von der ortsansässigen Firma Zimmerei Lemsitzer³⁴³ aus Mooskirchen, welche zugleich als Projektinvestor, d.h. als Bauherr und somit auch AG fungiert, durchgeführt worden. Die gesamte Planung, d.h. die Erstellung der Ausführungsplanung, der Konstruktionspläne und die erforderliche statische Berechnung wurde von der Firma ZMP GmbH³⁴⁴, mit Sitz im Technologiepark in Grambach bei Graz, durchgeführt. Die Fertigung der BSP-Elemente wurde im Produktionsbe-

³⁴³ Holzbau - Zimmermeister Manfred Lemsitzer. http://www.lemstizer.at/index_1_1___1_0_.html. Datum des Zugriffs: 01.11.2014.

³⁴⁴ ZMP steht für „Zimmerei Massivholz Partner“. <http://www.massivholzsystem.at/cms/>. Zugriff am: 29.09.2014.

trieb von Stora Enso³⁴⁵, in Bad St. Leonhard³⁴⁶ (Kärnten, Österreich), vorgenommen und anschließend auf die Baustelle geliefert.

Bei den nachfolgend angegebenen Bezugseinheiten in m² handelt es sich, wenn nicht explizit separat angegeben, um sogenannte Bruttoquerschnittsflächen³⁴⁷.

▪ **Im EG wurden folgende Elemente verbaut:**

- BSP-Außenwandelemente: 192,60 [m²]
- BSP-Innenwandelemente: 191,70 [m²]
- Unterzüge aus KVH: 34,31 [lfm]
- Stürze aus KVH: 4,70 [lfm]
- Stützen aus KVH: 20,00 [lfm]
- BSP-Deckenelemente 292,20 [m²]
- Winkel (Schub- u. Zuganker): 110 [Stk]
- Liftschacht: 75,04 [m²]

▪ **Im 1.OG wurden folgende Elemente verbaut:**

- BSP-Außenwandelemente: 168,00 [m²]
- BSP-Innenwandelemente: 191,7 [m²]
- Unterzüge aus KVH: 34,31 [lfm]
- Stürze aus KVH: 4,70 [lfm]
- Stützen aus KVH: 20,00 [lfm]
- BSP-Deckenelemente 284,50 [m²]
- Winkel (Schub- u. Zuganker): 100 [Stk]

▪ **Im 2.OG wurden folgende Elemente verbaut:**

- BSP-Außenwandelemente: 174,40 [m²]

³⁴⁵ Stora Enso zu finden unter: <http://www.storaenso.com/>. Zugriff am: 29.09.2014.

³⁴⁶ Produktionsstandort Bad. St. Leonhard zu finden unter: <http://www.clt.info/kontakt/vertrieb/>. Zugriff am: 29.09.2014.

³⁴⁷ Unter Bruttoquerschnittsflächen versteht man die gesamte Fläche eines Brettsperrholzelementes mit Ausnehmungen wie z.B. Fenster, Türen, usw.

- BSP-Innenwandelemente: 179,00 [m²]
- Unterzüge aus KVH: 28,60 [lfm]
- Stürze aus BSP-Elementen: 6,60 [lfm]
- Stützen aus KVH: 11,12 [lfm]
- BSP-Deckenelemente: 362,36 [m²]
- Winkel (Schub- u. Zuganker): 98 [Stk]

▪ **Geschoßübergreifend wurden folgend Elemente verbaut:**

- Außenverkleidung Treppenhaus mit BSP-Elementen: 58,50 [m²]
- Treppen und Geländer aus BSP-Elementen: 65,02 [m²]

Gesamt wurden in diesem Objekt rund 2245 m² Brettspertholz und rund 150 lfm Konstruktionsvollholz und rund 350 Stk Winkel verbaut. Ebenso wurden nach einer Abschätzung des Verfassers rund 5550 Stk Schrauben und rund 4600 Stk Rillnägel eingesetzt.

In Summe weist das Objekt je Ebene eine Bruttogeschossfläche³⁴⁸ (kurz: BGF) von ca. 171 m², mit einen Bruttorauminhalt, d.h. umbauten Raum, von ca. 470 m³ und eine Wohnnutzfläche³⁴⁹ (kurz: WNF) je Wohneinheit von ca. 77 m² und einer Balkonnutzfläche von ca. 23 m².

3.1.2 Planliche Darstellung des untersuchten Objektes

Die nachfolgenden Pläne wurden seitens der Firma ZMP freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Sie stellen die Grundrisse und die Schnitte, sowie die einzelnen Positionspläne der BSP-Elemente und die Axonometrie des Objektes dar.

Im Folgenden sind zur Veranschaulichung des untersuchten Bauobjektes die Grundrisse, unterschiedliche Seitenansichten und einige planliche Darstellungen vom Objekt in Axonometrie zu finden.

³⁴⁸ Die Bruttogeschossfläche ist dabei gemäß § 4 Z 21 Baugesetz (kurz: BauG) die Fläche je Geschoss, die von den Außenwänden, einschließlich dieser selbst, umschlossen wird.

³⁴⁹ Unter der Wohnnutzfläche versteht man die anrechenbare Netto-Grundfläche von Räumlichkeiten in Häusern und Wohnungen.

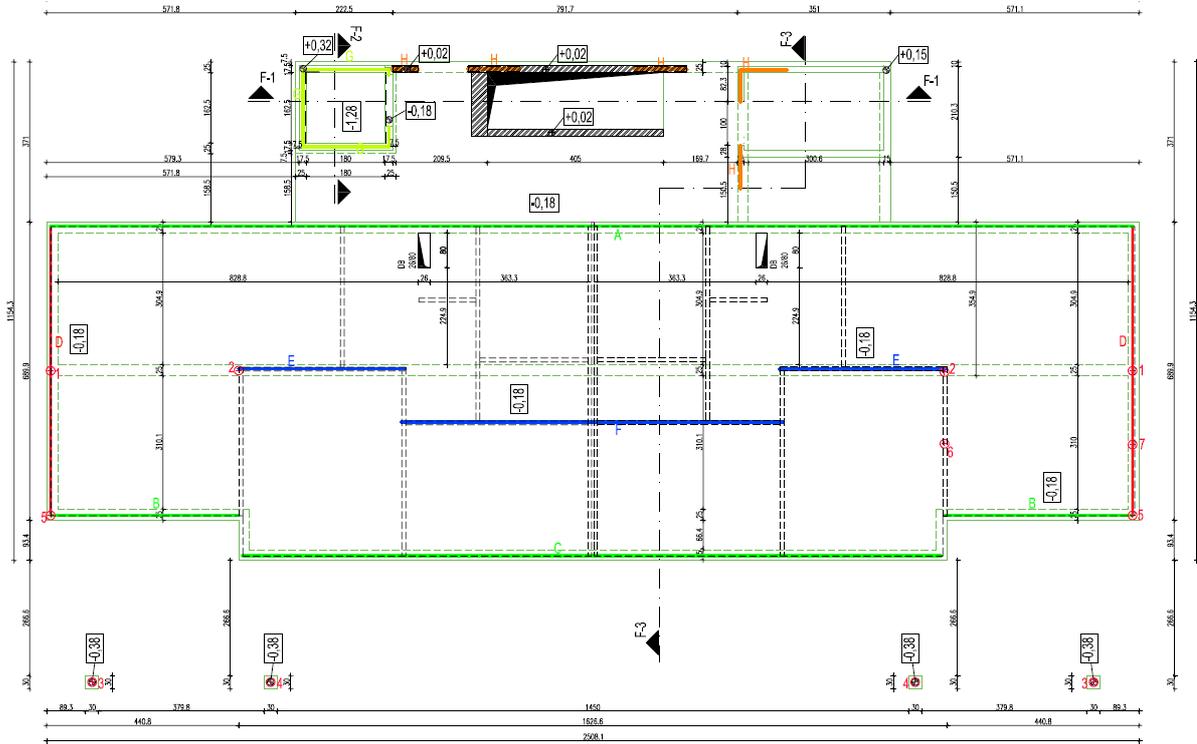


Abbildung 3.1: Grundriss des Kellers aus Stahlbeton

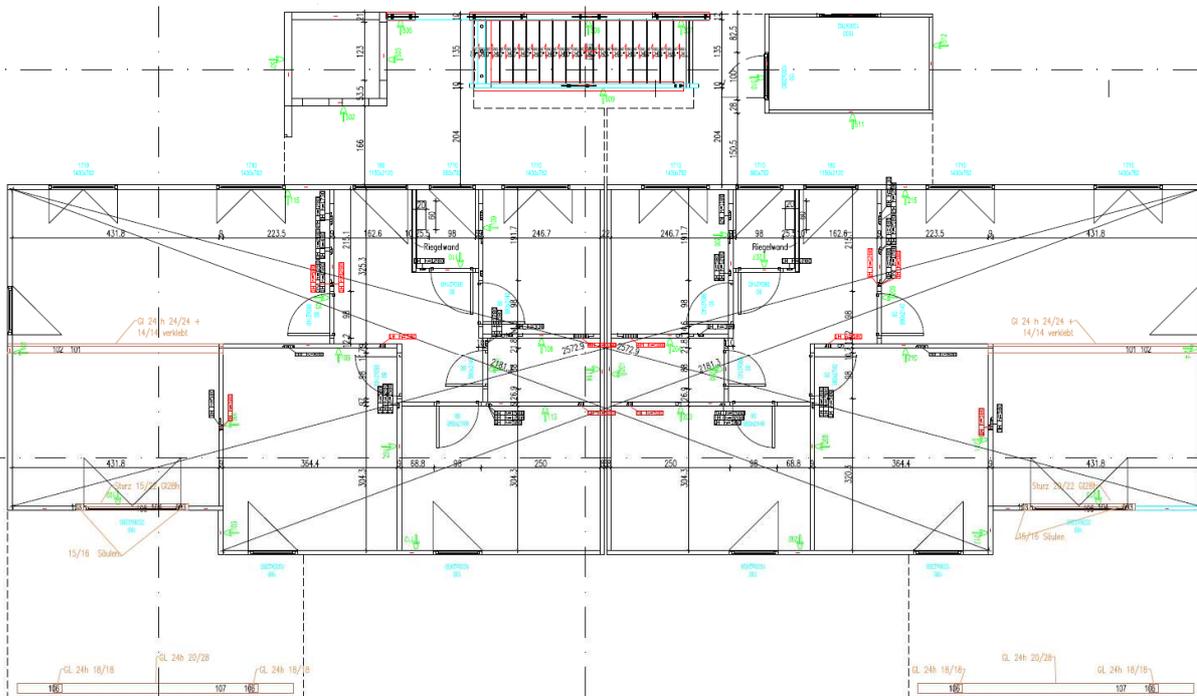


Abbildung 3.2: Grundriss des EG

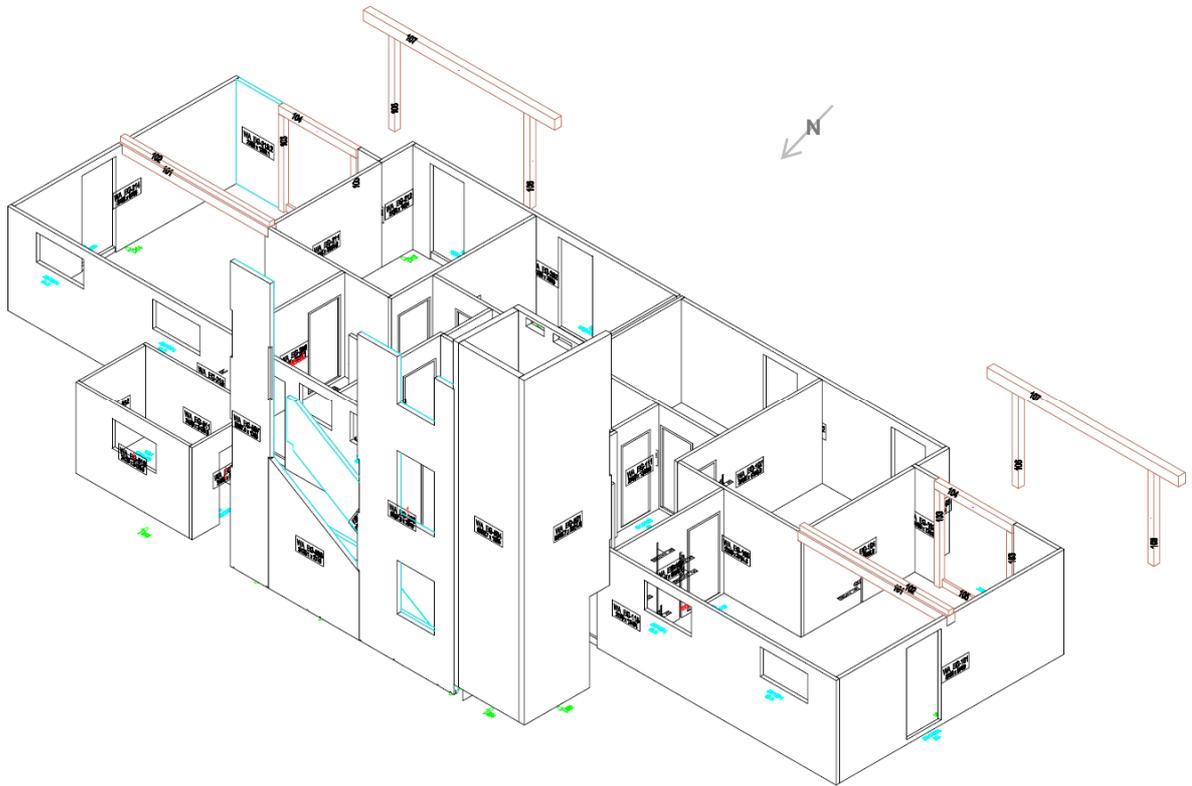


Abbildung 3.3: Axonometrie-Darstellung des EG ohne Decke (Nordansicht)

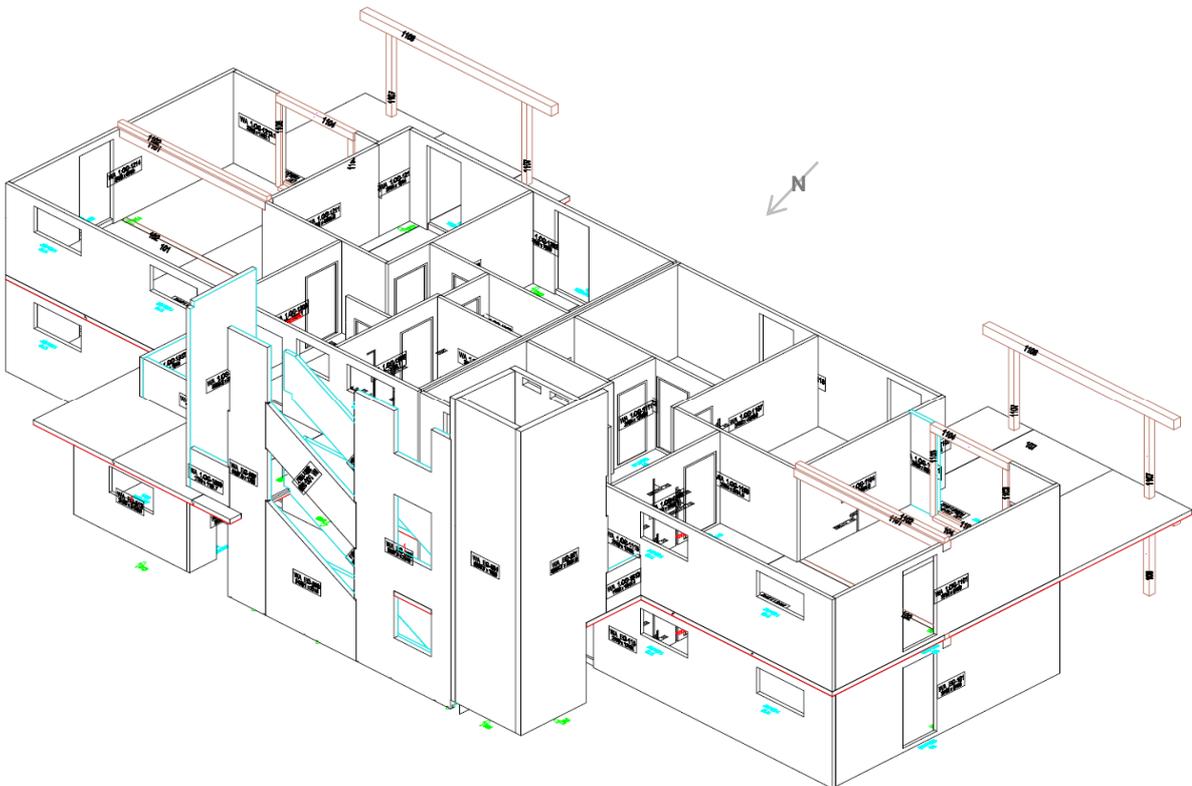


Abbildung 3.4: Axonometrie-Darstellung des 1. OG ohne Decke (Nordansicht)

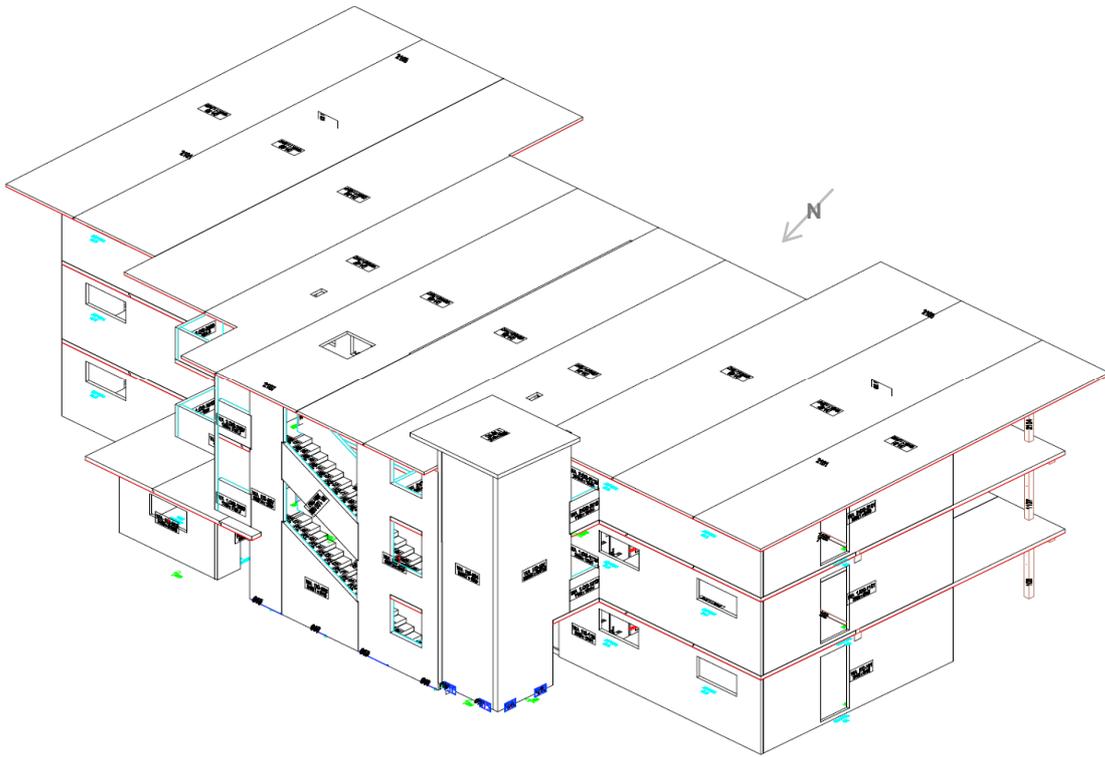


Abbildung 3.5: Axonometrie-Darstellung des gesamten Wohnhauses (Nordansicht)

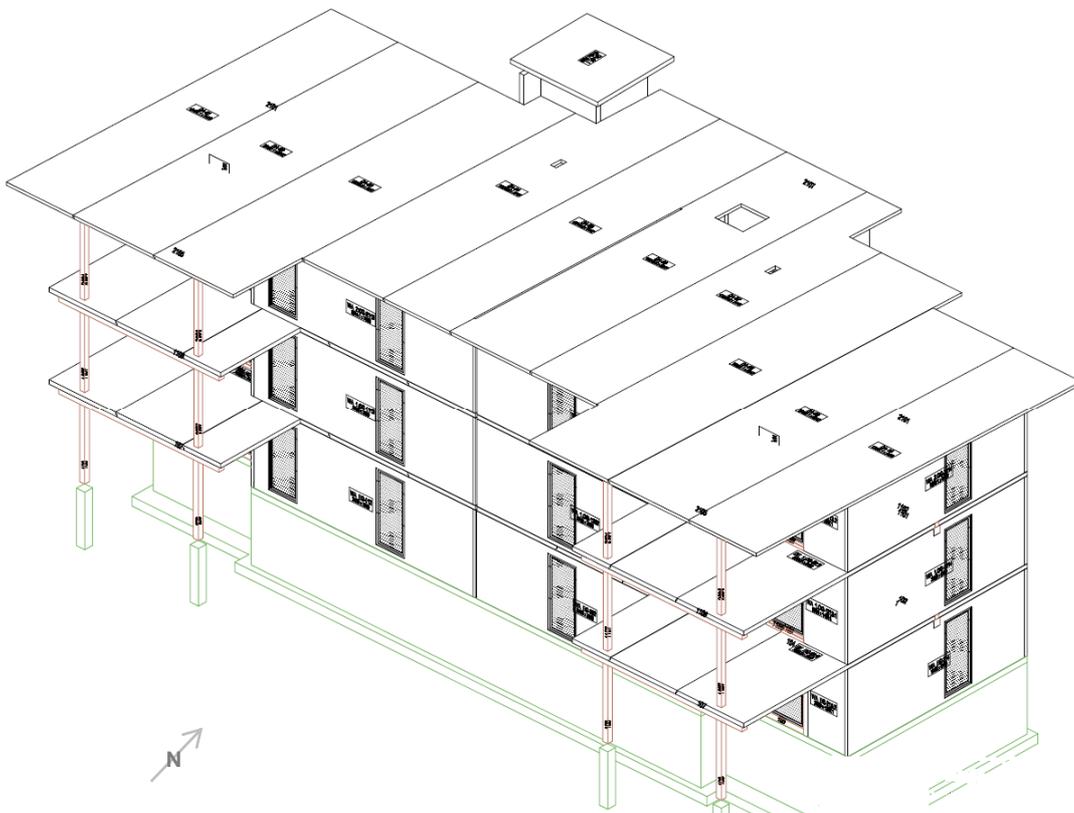


Abbildung 3.6: Axonometrie-Darstellung des gesamten Wohnhauses (Südansicht)

3.1.3 Baustelleneinrichtung

Der Begriff der Baustelleneinrichtung im Rahmen einer Holzbaumontage beschreibt die Gesamtheit jener Einrichtungen, welche zur Produktion, Lagerung, Transport und Erholung der Arbeitskräfte nötig sind. Eine genaue Planung bezüglich der Baustelleneinrichtung ist, aufgrund des Zusammenspiels verschiedener örtlicher Gegebenheiten, Voraussetzung für das Funktionieren eines optimalen Baustellenbetriebes.

Generell kann die Baustelleneinrichtung in die folgenden fünf Hauptgruppen gegliedert werden:³⁵⁰

- Verkehrsflächen und Transportwege auf der Baustelle
 - für den Antransport der BSP-Elemente meist mit dem LKW bzw. dem Sattelschlepper
 - für die Parkflächen firmeneigener Fahrzeuge (PKW, LKW)
 - für Aufstellflächen und Einsatzbereiche für den Teleskopkran
- Ver- und Entsorgung der Baustelle
 - mit elektrischer Energie
 - mit Druckluft
 - Lagerflächen für Reststoffe (z.B. Kunststoffe) und sonstige Abfälle
- Unterkünfte für Personal und sonstige Einrichtungen der Baustelle
 - Container für Aufenthalts- und Besprechungsraum
 - Spezialcontainer für Sanitäreinrichtung für die Arbeitskräfte
- Lager- und Bearbeitungsflächen sowie Manipulationsflächen auf der Baustelle für gelieferte, aber noch nicht verbaute BSP-Elemente
- Baustellensicherung/Sicherheits- und Schutzeinrichtungen für die gesamte Baustelle

Diese Art und Umfang der Baustelleneinrichtung trifft sowohl für die konventionellen Baustellen des mineralischen Massivbaus, als auch für typische Holzbau-Baustellen zu.

³⁵⁰ Vgl. HECK, D.: Baubetriebslehre VU - Skriptum. S. 84.

3.1.4 Beschreibung – Umsetzung des Holzbaus

Die Planung und erforderliche Einreichung mit samt positiver Genehmigung des Objektes konnte bereits im Jahr 2013 abgeschlossen werden.

Die nachfolgenden Schritte beschreiben den Bauablauf des untersuchten Objektes. Dabei konnte der Bau mit den Erdarbeiten und auszuführenden Betonbauarbeiten im Frühjahr 2014 beginnen. Die Holzmassivbauarbeiten wurden mehrheitlich mit Mai 2014 begonnen und fertig gestellt. Die

Ausgangslage für die Baustellenuntersuchung:

- Das gesamte Kellergeschoss war fertig betoniert und auf der Außenseite gänzlich hinterfüllt und verdichtet. Somit war die Zugänglichkeit bis zum Objekt und auch eine Begeh- und Befahrbarkeit gegeben.
- Der Großteil der Grundrissfläche war von einem Gerüst umgeben. Die letzte der vier Gerüstebenen zum Erreichen der obersten Ebene bzw. Dachebene, wurde im Laufe der Montage vom Gerüstbauer und der Montagemannschaft während des Baufortschrittes vervollständigt.
- Der Niveaueausgleich mittels Mörtelbett auf der Stahlbetondecke des Kellers für die zu stellenden BSP-Elemente war bereits hergestellt.
- Die Winkel, bestehend aus Schub- und Zuganker, waren im EG, sprich auf der Kellerdeckenoberseite, bereits montiert. Somit war ein Großteil der Leistungen, welche für die Aufwandswertermittlung betreffend der Winkelmontage im EG, vor dem Beginn der Datenaufnahme durch den Verfasser, bereits verrichtet.



Abbildung 3.7: Ausgangslage der Baustellenuntersuchung

Nachfolgende Auflistung stellt die durchgeführten Arbeiten im Erdgeschoss sowohl textlich als auch bildlich im Überblick dar. Die einzelnen Arbeiten werden detailliert in weiteren Kapiteln beschrieben.

Umsetzung der Holzbaumontage der ersten Wohnung im EG:

1. Stellen und Verschrauben der Außenwand (kurz: AW) an der West- und der Südseite des Gebäudes.
2. Stellen und Verschrauben der Innenwände (kurz: IW) beginnend mit dem Anschluss zur südseitigen Außenwand.
3. Stellen und Verschrauben der südseitigen Außenwände, der ersten Wohnungstrennwand, welche gleichzeitig die Trennwand zur zweiten Wohnungen darstellt, und der nordseitigen Außenwand.
4. Montage und Verschrauben der Unterzüge, Sturze und der Unterkonstruktionen für die Deckenelemente bzw. Balkon des 1. OG.
5. Fixierung des Schallschuttlagers in Form eines Bandes an den horizontalen Stirnflächen der Außen- und Innenwände.
6. Montage und Verschrauben der BSP-Deckenelemente der ersten Wohnung.
7. Anzeichnen auf der Decke über EG sowie Einmessen des Schraubenabstandes der darunterliegenden AW bzw. IW und für die Stufenfalzverschraubung.
8. Einmessen der Decke über EG bezüglich der darauf zu stellenden AW und IW des 1. OG.
9. Einbau des Dämmmaterials, in diesem Objekt Mineralwolle³⁵¹ mit einer Stärke von 6 cm, an der Wohnungstrennwand zwischen den Wohnungen, zur Erreichung des geforderten Brandwiderstandes.

³⁵¹ Mineralwolle ist ein weicher Werkstoff aus künstlichen Fasern, welcher als nichtbrennbarer Dämmstoff zur Wärmedämmung von Häusern eingesetzt wird.



Abbildung 3.8: Stellen der AW und IW im EG (Wohnung 1)



Abbildung 3.9: Stellen der IW (Trennwand zwischen den Wohnungen) im EG



Abbildung 3.10: Positionieren der nordseitigen AW im EG



Abbildung 3.11: Montage der Unterkonstruktion bestehend aus Stützen und Unterzug für die weitere Deckenauflagerung



Abbildung 3.12: Stirnseitiger Einbau des Schallschutzbandes am Beispiel der AW des Technikraumes

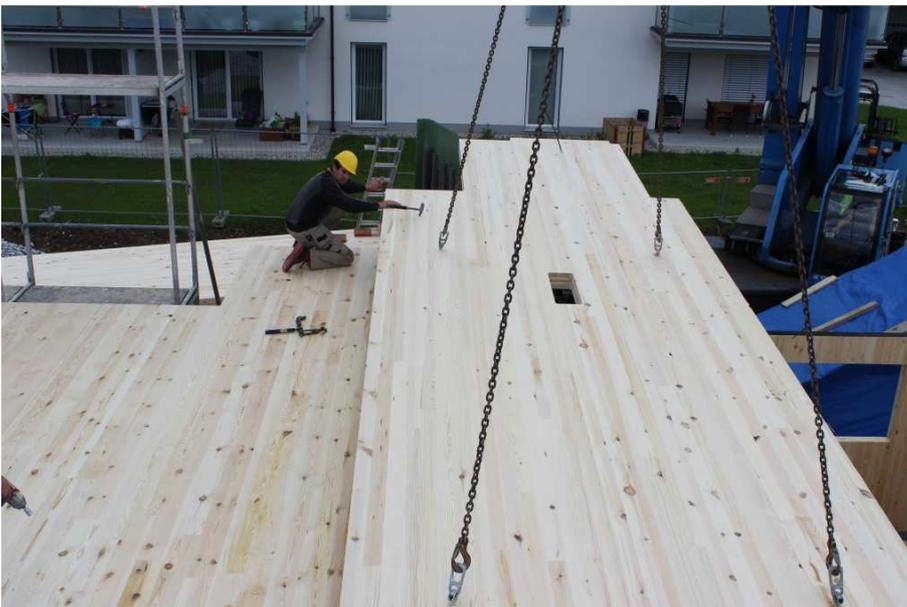


Abbildung 3.13: Montage der BSP-Deckenelemente



Abbildung 3.14: Einmessen der Decke über EG mit dem erforderlichen Schraubenanstand, sowie der Achsen für die Wände des 1.OG



Abbildung 3.15: Verschraubung der Decke über EG



Abbildung 3.16: Anbringen der Dämmung (Mineralwolle) an der Wohnungstrennwand

Nachfolgend wird der Ablauf der Montage der zweiten Wohnung im EG, angeschlossen an die erste Wohnung, im Überblick dargestellt.

Umsetzung der Holzbaumontage der zweiten Wohnung im EG:

1. Stellen und Verschrauben des zweiten Teils der Wohnungstrennwand, welche gleichzeitig die brand- und schallschutztechnische Trennung zur ersten Wohnungen darstellt.
2. Stellen und Verschrauben der Außenwand (kurz: AW) an der Südseite des Gebäudes.
3. Stellen und Verschrauben der Innenwände (kurz: IW).
4. Stellen und Verschrauben der süd-, ost- und nordseitigen Außenwand.
5. Montage und Verschraubung der Unterzüge, Stürze und der Unterkonstruktion für die Deckenelemente bzw. den Balkon des 1. OG.
6. Stellen und Verschrauben der Außenwände des Technikraumes.
7. Fixierung des Bandes zu Schallentkopplung an den horizontalen Stirnflächen der Außen- und Innenwände.
8. Montage und Verschrauben der BSP-Deckenelemente der ersten Wohnung.
9. Anzeichnen auf der Decke über EG sowie Einmessen des Schraubenabstandes der darunterliegenden AW bzw. IW und der Stufenfalzverschraubung.

10. Einmessen der Decke über EG bezüglich der darauf zu stellenden AW und IW des 1. OG.

Die Montage in den übrigen Stockwerken erfolgt in derselben Vorgangsweise und Reihenfolge. Die Ebene des Technikraumes wird in den darüber liegenden Geschossen weiters als Treppenhausebene bzw. Podestfläche genutzt.

Änderungswünsche bezüglich der künftigen Innenraumgestaltung, welche von potentiellen Käufern der Wohnungen im 2. OG noch während der Montage ausgesprochen wurden, sind im 2. OG in Form des Entfalls von zwei Innenwänden pro Wohneinheit noch berücksichtigt worden. Diese Änderungen ergaben, aufgrund der BSP-Elementanordnung der Innenwände keinen weiteren Montageaufwand und konnten daher zu diesem sehr späten Zeitpunkt trotzdem noch berücksichtigt werden.

Nachfolgend ist die Errichtung des Zugangs und Erschließung des Gebäudes im Überblick dargestellt.

Umsetzung der Holzbaumontage betreffend den Treppenaufgang:

1. Stellen und Verschrauben des Geländers in Form eines BSP-Elementes im EG zum Kellerabgang.
2. Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges, bestehend aus einer BSP-Laufplatte und der vormontierten BSP-Stufen zwischen EG und 1. OG.
3. Stellen und Verschrauben des innenliegenden Treppenhausegeländers aus BSP zwischen EG und 1. OG.
4. Stellen und Verschrauben des Geländers im 1. OG zum Treppenaufgang.
5. Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges zwischen 1. OG und 2. OG.
6. Stellen und Verschrauben des innenliegenden Treppenhausegeländers aus BSP zwischen 1. OG und 2. OG.



Abbildung 3.17: Montage des Treppenaufganges

Umsetzung der Holzbaumontage den Liftschacht betreffend:

1. Montage der schallkoppelnden Elemente bzw. Bänder zwischen Treppenaufgang und Liftschacht.
2. Einmessen und Montage der Flansche aus Stahl am betonierten Sockel des Liftschachtes.
3. Stellen und Verschrauben des südseitigen BSP-Liftschacht-Elementes.
4. Stellen und Verschrauben des ostseitigen BSP-Liftschacht-Elementes.
5. Stellen und Verschrauben des nordseitigen BSP-Liftschacht-Elementes.
6. Stellen und Verschrauben des westseitigen BSP-Liftschacht-Elementes.
7. Montage und Verschrauben des Deckenelementes auf dem Liftschacht.



Abbildung 3.18: Schalldämmtrennlage an den Stirnseiten der Deckenelemente



Abbildung 3.19: Montage des westseitigen BSP-Liftschachtelementes



Abbildung 3.20: Montage des BSP-Liftschachtdeckenelementes mit zusätzlich angebrachten Schlaufen für die spätere Liftmontage

Umsetzung der Holzbaumontage betreffend die Treppenhausaußenverkleidung:

1. Stellen und Verschrauben der nordseitigen BSP-Treppenhaus-Außenverkleidung (im nachfolgenden Bild mit Positionsnummer 1 bezeichnet).
2. Stellen und Verschrauben der nordseitigen BSP-Treppenhaus-Außenverkleidung (Positionsnummer 2).

3. Stellen und Verschrauben des außenliegenden BSP-Treppenhausgeländers zwischen EG und 1. OG (Positionsnummer 3).
4. Stellen und Verschrauben des außenliegenden BSP-Treppenhausgeländers zwischen 1. OG und 2. OG (Positionsnummer 4).
5. Montage und Verschrauben des an der BSP-Treppenhaus-Außenverkleidung aufliegenden Unterzuges (Positionsnummer 5).
6. Stellen und Verschrauben der westseitigen BSP-Treppenhaus-Außenverkleidung (Positionsnummer 6).
7. Stellen und Verschrauben der übrigen BSP-Geländer im 1. OG und 2. OG.



Abbildung 3.21: Außenverkleidung des Treppenaufganges

Abschließend wird der Ablauf der Montage der obersten Geschosdecke dargestellt.

Umsetzung der Holzbaumontage am Dach:

1. Stellen und Verschrauben der Dachelemente beginnend von West nach Ost bis zur Wohnungstrennwand.
2. Stellen und Verschrauben der Dachelemente beginnend von West nach Ost ab der Wohnungstrennwand.



Abbildung 3.22: Hubvorgang für Montage der BSP-Dachelemente



Abbildung 3.23: Montage eines BSP-Dachelementes

Beim beschriebenen Objekt konnte die gesamte Montage der BSP-Elemente in acht Tagen realisiert werden. In den darauffolgenden Wochen wurden einerseits die Außendämmung, die weitere Fassade und zeitgleich der Ausbau und die gesamte Fertigstellung der Wohnungen sowie andererseits die Gestaltung des Außenbereiches durchgeführt. Zusätzlich ist für jede Wohnung ein Unterstellplatz, hergestellt aus einer Holzkonstruktion, für ein Kraftfahrzeug gebaut worden.

Das Objekt wurde am 1.12.2014 an die Mieter bzw. Käufer übergeben.

3.2 Datenerfassung mittels REFA – Analyse

Grundlage für die Realisierung jedes Bauprojekts ist eine vorangegangene Kalkulation, welche den wirtschaftlichen Erfolg oder Misserfolg eines Auftrages widerspiegelt. Als Eingangsgrößen für die Kalkulation der Herstellungskosten eines Bauwerks dienen neben den Materialeinzel- und Materialgemeinkosten, sowie der Gerätekosten und allgemeinen Baustellen- und Geschäftsgemeinkosten auch die Fertigungskosten einzelner Bauteile, in welche die Fertigungslöhne, sprich die auftretenden Lohnkosten des vor Ort eingesetzten Personals, mit einfließen.

Um die zu erwartenden Lohnkosten einzelner Positionen im Vorhinein richtig abschätzen zu können, bedient man sich im Bauwesen einerseits der Ermittlung der Kosten pro Stunde in Form der Mittellohncosten nach ÖNORM B 2061 und andererseits der Kalkulation mittels Aufwands- und Leistungswerten.

Die theoretischen Grundlagen, welche in den vorangegangenen Kapiteln beleuchtet wurden, sind in weiterer Folge für die Auswertung der Massivholzbauweise bei dem untersuchten Objekt teilweise angepasst worden.

3.2.1 Baustellenspezifische Gegebenheiten

Generell werden Arbeiten auf Baustellen, so auch die Montagearbeiten im Holzbau, von verschiedenen auftretenden Baustellenrandbedingungen beeinflusst. Am untersuchten Objekt wurden folgende besondere Baustellengegebenheiten seitens des Verfassers wahrgenommen:

- **Einflussgrößen aus der Baustellenlogistik**

Aufgrund des Platzmangels wurde auf der Baustelle generell wenig Material zwischengelagert. Die gelieferten BSP-Elemente wurden zumeist direkt vom LKW aus der Liegendverladung zum Montageort gehoben. Somit konnte ein rascher Montagefortschritt mit sehr geringer Zwischenlagerung des zu verbauenden Materials erreicht werden. Elemente und Materialien, welche in weiterer Folge für den Ausbau des Objektes benötigt werden, wie beispielsweise die Fixverglasung der Balkonbrüstung, wurden während der Holzbaumontage bereits direkt im Objekt in der jeweiligen Ebene gelagert, um zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut zu werden.

Stützen und Unterzüge aus KVH, die direkt von der ausführenden Zimmererei abgebunden und nicht vom BSP-Lieferanten mitgeliefert wurden, sind ebenso wie die BSP-Elemente termingerecht mittels des eigenen dreiachsigen LKWs geliefert worden. Etwaige Stillstandszeiten dieses LKWs waren vernachlässigbar, da dieser zur gleichen Zeit keine andere Baustelle bedienen musste.

▪ Einflussgrößen von Personal und Betriebsmitteln

Das Montageteam bestand aus einem mitarbeitenden Vorarbeiter und je nach Baufortschritt und Erfordernis aus drei bis sieben Monteuren, welche den folgenden Einflussfaktoren ausgesetzt waren:

- den Umwelteinflüssen
- dem erforderlichen Kranfahrer
- der Anzahl der Arbeitskräfte und deren Arbeitszusammensetzung
- der Motivation und der Qualifikation der Arbeitskräfte

Die zu verbauenden BSP-Elemente wurden allesamt durch einen Teleskopkran eingehoben und an Ort und Stelle verbaut.

Unter der zugrunde liegenden Annahme einer ausreichenden und rechtzeitigen Materiallieferung sind die folgenden Einflussgrößen zu berücksichtigen:

- der Kranfahrer
- die Leistungsfähigkeit des Autokranes

▪ Bauteilspezifische Einflussgrößen

Die bauteilspezifischen Einflussgrößen auf der Baustelle können bei BSP-Elementen ausschließlich aus der Geometrie und den Fertigungsabschnitten abgeleitet werden.

▪ Einflussgrößen aus Konstruktion und Vorfertigung

Einflussgrößen aus der Konstruktion sind:

- Planqualität und Planvorlauf einschließlich einer termingerechten Planlieferung
- Auslieferungsfehler
- Abbundfehler
- Qualitätsreduktion durch Produktionsfehler

3.2.2 Datenerfassungsbögen

Das Grundgerüst für eine Studie nach dem System REFA bildet ein Datenerfassungsbogen (kurz: DEB). Vor Beginn der Datenaufnahme wurde nach Rücksprache mit der ausführenden Holzbaufirma und den Baustellenverantwortlichen der gesamte Bauablauf in einzelne Ablaufarten, sprich Teilvorgänge, nach Baufortschritt und Bausystem unterteilt und in einem Datenerfassungsbogen gegliedert. Diese Vorgehensweise lässt eine weitere Gliederung der Ablaufarten in Grund- und Unterkategorien zu.

An Anlehnung an die von REFA veröffentlichten Aufnahmebögen für Multimomentaufnahmen, wurden die Datenerfassungsbögen speziell für die BSP-Montage modifiziert.

Die folgende Abbildung zeigt den prinzipiellen Aufbau eines MMA-Datenerfassungsbogens dieses Bauvorhabens. Dieser gliedert sich in unterschiedliche Kategorien, in welchem die vom Beobachter festgestellten Beobachtungen und weiteren Erkenntnisse festgehalten werden.

Baustelle																Beginn		
Datum																Ende		
AK-Kürzel																Pause		
		Uhrzeit:														min		
		Stunde														7		
		Minute														30 35 40 45 50 55 0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55		
Multimomentaufnahme	Haupttätigkeit	Baustelleneinrichtung (Geräte, Kabel, ...)																
		Unterweisung																
		EG	Niveaueingleich															
			Stellen Außenwand (AW)															
			Verschrauben der AW															
			Stellen Innenwand (IW)															
			Verschraubung AW-IW															
			Verschrauben IW -IW															
			einrichten/verschrauben der Unterzüge															
			Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon															
			stüms. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)															
			stüms. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)															
			Verlegen der Decke über EG															
			Verschrauben der Decke über EG															
			Dämmung zwischen den Wohnungen															
			Winkelmontage im EG															
		1. OG	Stellen Außenwand (AW)															
			Verschrauben der AW															
			Stellen Innenwand (IW)															
			Verschraubung AW-IW															
			Verschrauben IW -IW															
			einrichten/verschrauben der Unterzüge															
			Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon															
			stüms. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)															
			stüms. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)															
			Verlegen der Decke über 1. OG															
			Verschrauben der Decke über 1. OG															
			Dämmung zwischen den Wohnungen															
			Winkelmontage im 1. OG															
			2. OG	Stellen Außenwand (AW)														
		Verschrauben der AW																
		Stellen Innenwand (IW)																
		Verschraubung AW-IW																
		Verschrauben IW -IW																
		einrichten/verschrauben der Unterzüge																
		Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon																
		stüms. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)																
		stüms. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)																
		Verlegen der Decke über 2. OG																
		Verschrauben der Decke über 2. OG																
		Dämmung zwischen den Wohnungen																
		Winkelmontage im 1. OG																
		Liftschacht		Liftschacht stellen 1. Wand (WA_EG-502)														
			Liftschacht stellen 2. Wand(WA_EG-502)															
			Liftschacht stellen 3. Wand(WA_EG-502)															
			Liftschacht stellen 4. Wand (WA_EG-502)															
			Decke über Liftschacht															
			Einhausen (Abplanen)															
		Nebentätigkeit	Ableben der Fugen an der Decke															
			Stiegenloch / Einnetzen															
			Dichtung zwischen den Wohnungen einbauen															
			Vormontage Stufen / Laufplatte															
			Montage Stiege / Podest															
			Löcher verschließen (ausschäumen)															
			Oberflächenreinigung															
			Ausbesserungen															
			entfernen der Einhausung des Vortages															
			Anzeichnen und Aufmessen (Schraubenabstand, ...)															
			Einbringen der Dichtungsmasse															
			Ausnivellieren des Technikraumes															
			Anzeichnen und Aufmessen auf der Decke über EG															
			Unterbrechung	zusätzl. Tätigkeit	Betonplatte Rand bereinigen													
		Kran aufstellen																
		Ablaufbedingt		Plan lesen, Diskussionen, Arbeitswort klären, Schulung														
				Kontrolle Kabel, Baubegehung														
		Störungsbedingt		Kranstehzeit, Warten, LKW fährt ein														
				fehlende Doku., ungenaue Planung														
		Erholungsbedingt		Teilw. Werkzeug holen, Material kaufen, Teile herstellen														
				fehlende Führung, Pause Kranfahrer														
		Persönlich bedingt		Nivelliergerät aus der Firma holen														
				stehen, zuschauen, nichts tun														
			Teambesprechung ü. Hindernisse															
			Wasser trinken															
		Mittagspause																
		eigene Pause (WC)																
		vorgegebene Pause																
		Abwesenheit (Einkaufen Jause)																
		nicht erkennbare Tätigkeit																

Grunddaten

Grundkategorie (erste Ebene)

Unterkategorie (zweite Ebene)

Tabelle 3.1: MMA-Datenerfassungsbogen des untersuchten Objektes



Der Aufbau und die einzutragenden Daten in den DEB gliedern sich wie folgt:

- **Eintragung der Grunddaten:**
 - Baustelle
 - Datum des Beobachtungstages
 - Arbeitskraft-Kürzel (AK-Kürzel)
 - Arbeitsbeginn und Arbeitsende
 - Pausenzeiten

- **Eintragung der Daten für die MMA:**
 - Benennung und Eintragung der jeweils beobachteten Tätigkeit entsprechend der einzelnen Kategorie.
 - Eintragung der jeweils beobachteten Tätigkeit zum jeweiligen vorgegebenen Zeitpunkt der Beobachtung.

Die folgenden Tabellen sollen beispielhaft darstellen, wie ein ausgefüllter DEB in der Praxis aussehen kann. Es ist ersichtlich, dass neben dem Ausfüllen des vorbereiteten Datengrundstockes auch handschriftliche Notizen zur besseren Interpretation für die späteren Auswertungen notwendig sind.

Im DEB werden in vorher festgelegten Intervallen von fünf Minuten die Beobachtungen auf der Baustelle notiert. Das bedeutet, dass jene Tätigkeiten, welche die AK zum Beobachtungszeitpunkt ausführen, detailliert eingetragen werden.

Im Zuge der Erfassung wird jeder Arbeitskraft ein Kürzel zugeordnet, um eine neutrale Betrachtung ohne Bezug zur einzelnen Person zuzulassen und Rückschlüsse auf etwaige Arbeitsproduktivität und getätigte Pausen zu neutralisieren.

Die AK wurden im Vorfeld ebenso darüber informiert, damit der Widerstand gegen eine Aufnahme, welche teils in die Privatsphäre eingreift, entkräftet werden konnte.

Baustelle Mooskirchen		CLT-Projekt F			
Baustelle	Mooskirchen	Beginn			
Datum	20.05.2014	Ende			
AK-Kürzel	Vorsicht	Pause			
	Uhrzeit	Stunde	6.30		
		Minute	30 35 40 45 50 55		
			0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55		
			0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50		
			0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50		
Multimomentaufnahme	Haupt-tätigkeit	Baustelleneinrichtung			
		Unterweisung			
		Niveausgleich EG			
		Außenwand (AW) EG			
		Dichtungseinbau zwischen AW EG			
		Verschrauben der AW			
		Innenwand (IW) EG			
		Stützbalken für Ausgragung im EG (südlich)			
		Unterzüge EG			
		Dichtungseinbau zwischen IW im EG			
		Verschraubung AW-IW EG			
		Dichtungseinbau zwischen AW-Decke u. EG			
		Decke über EG (10 Elemente)			
		Montage Absturzicherung Decke u. EG			
		Verschraubung Decke über EG			
		Demontage Absturzicherung Decke ü. EG			
		Schwelle 1.OG			
		Außenwand 1.OG			
		Dichtungseinbau zwischen AW 1.OG			
		Verschrauben der AW			
		Innenwand 1.OG			
		Stützbalken für Ausgragung im 1.OG (südlich)			
		Unterzüge 1.OG			
		Dichtungseinbau zwischen IW im 1.OG			
		Verschraubung AW-IW 1.OG			
		Dichtungseinbau zwischen AW-Decke u. 1.OG			
		Decke über 1.OG (10 Elemente)			
		Montage Absturzicherung Decke ü. 1.OG			
		Verschraubung Decke über 1.OG			
		Demontage Absturzicherung			
		Schwelle 2.OG			
		Außenwand 2.OG			
		Dichtungseinbau zwischen AW 2.OG			
		Verschrauben der AW			
		Innenwand 2.OG			
		Stützbalken für Ausgragung im 2.OG (südlich)			
		Unterzüge 2.OG			
		Dichtungseinbau zwischen IW im 2.OG			
		Verschraubung AW-IW 2.OG			
		Dichtungseinbau zwischen AW-Decke ü. 2.OG			
		Decke über 2.OG (10 Elemente)			
		Montage Absturzicherung			
		Verschraubung Decke über 2.OG			
		Demontage Absturzicherung			
		Montage Absturzicherung			
		Verschraubung Dachplatte			
		Demontage Absturzicherung			
		Isolierung zwischen Liftschacht und Haus			
		Isolierung zwischen Liftschachtwänden			
		Liftschacht stellen 1. Wand			
		Liftschacht stellen 2. Wand			
		Liftschacht stellen 3. Wand			
		Liftschacht stellen 4. Wand			
		Decke über Liftschacht			
		Einhausen (Abplanen)			
		Ableben der Fugen an der Decke			
		Stiegenloch / Einnetzen			
		Dichtung zwischen den Wohnungen einbauen			
		Vormontage Stufen / Laufplatte			
		Montage Stiege / Podest			
		Löcher verschließen (ausschäumen)			
		Oberflächenreinigung			
		Ausbesserungen			
		Neben-tätigkeit	Korrekturen an Vermessung der Decke in CLT (Bau)		
			Winkelkontrolle		
			Abstreifen der Wand (IW)		
			Abstreifen von pers. Sachen		
		zusätzl. Tätigkeit	Betonplatte Rand bereinigen		
			Kran aufstellen		
		Unterbrechung	Ablaufbedingtd	Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsvort. klären, Schulung	
			Störungsbedingtd	Kontrolle Kabel, Baubegehung Kranstehzeit, Warten LKW fährt ein	
			Erholungsbedingtd	fehlende Doku., ungenaue Planung Teilau. Werkzeug holen, Material kaufen, Teile herstellen fehlende Führung, Pause Kranfahrer ungenaue Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, k	
			Persönlich bedingtd	stehen, zuschauen, nichts tun Teambesprechung ü. Hindernisse Wasser trinken	
		Nicht-erembar		eigene Pause vorgegebene Pause Abwesenheit	
		WEGST		Wärmestr. Luftgeschw. rel Luft. Temp.	

Baustelle
LH
Anwesenheit

verlässt die Baustelle: 7.12
Kont zu- d. 7.27 Zw. 0.27

Tabelle 3.2: Ausschnitt aus einem ausgefüllten Datenerfassungsbogen (Teil 1)

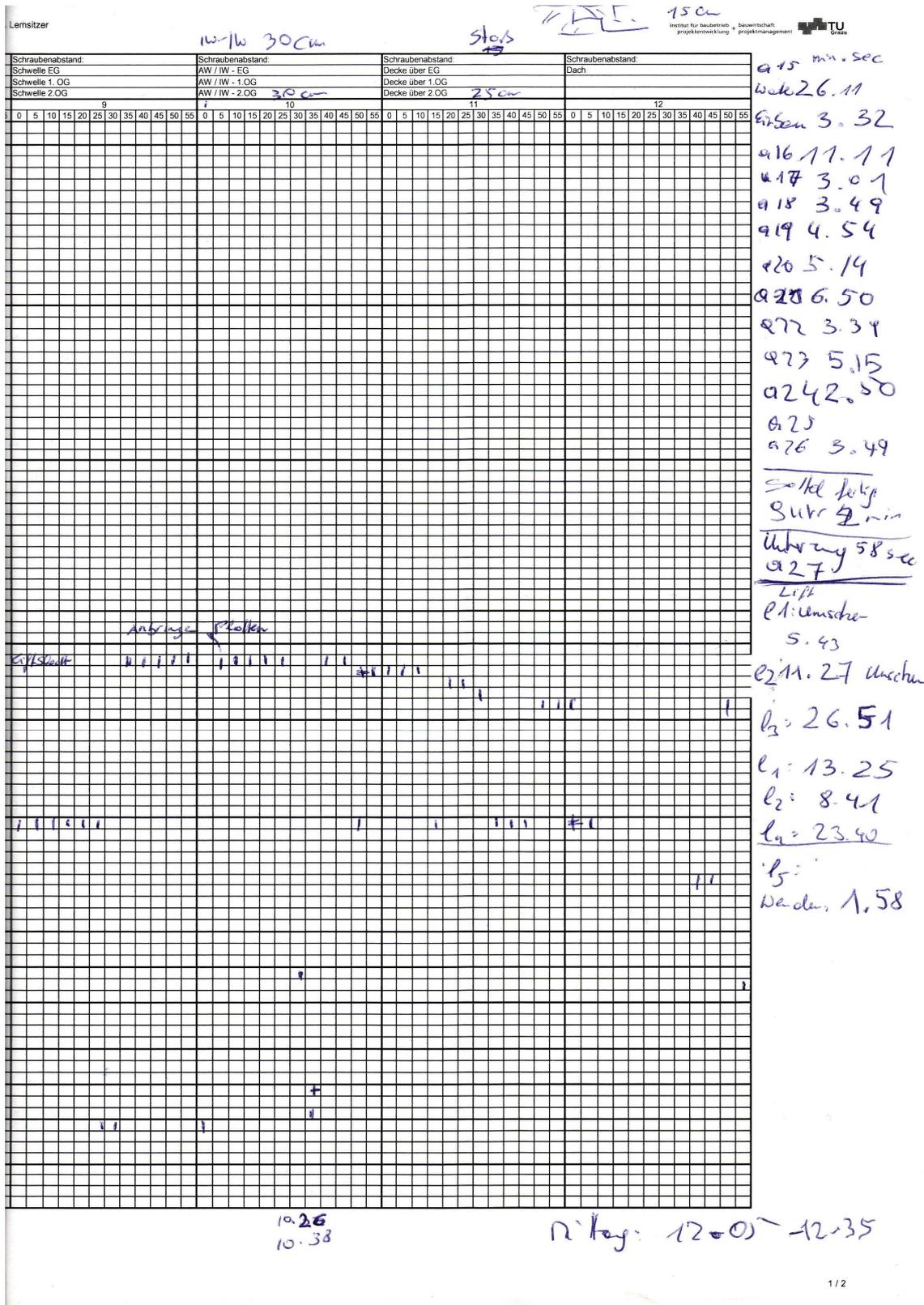


Tabelle 3.3: Ausschnitt aus einem ausgefüllten Datenerfassungsbogen (Teil 2)

Generell können Daten in unterschiedlicher Form erfasst werden. Für die konkrete Baustellenuntersuchung wurden die systematische Multimomentaufnahme, die sogenannte Gruppenzeitaufnahme, und die Einzelaufnahme herangezogen.

Die MMA erlaubt dem Beobachter eine zeitgleiche Aufnahme mehrerer Arbeitskräfte, da die Anzahl der DEP jenen der AK entspricht. Das bedeutet, dass pro AK und Arbeitstag je zwei DEB, jeweils für die Vormittags- und Nachmittagsaufnahme, vorhanden sein müssen. Die Baustellenaufnahme wurde über die gesamte Holzbaumontage von acht Tagen durchgehend dokumentiert. In der MMA wurde ein Zeitintervall von fünf Minuten angesetzt, wodurch dem Beobachter zwischen den einzelnen MMA-Datenaufnahmen genug Zeit geblieben ist, um etwaige Besonderheiten der laufenden Montage zusätzlich zu notieren. In der vorangegangenen Tabelle sind beispielsweise rechts neben der Tabelle jene Zeiten notiert, welche für das Positionieren eines Wandelementes beginnend mit dem Anhängen am LKW bis hin zum Lösen der Anschlagmittel am endgültigen Montageort tatsächlich benötigt wurde. So konnte die gesamte Zeit, welche für die Montage eines Elements benötigt wurde, ebenso für die weitere Plausibilitätskontrolle ermittelt werden.

Digitale Datenerfassung

Neben der händischen Standarddatenerfassung mittels DEB wurde mit Hilfe einer Videokamera eine durchgängige digitale Erfassung des Arbeitsfortschrittes zur weiteren Baustellenanalyse durchgeführt. Somit war eine umfangreiche Kontrolle der erhobenen Daten im Zuge der Auswertung möglich.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass für die digitale Aufzeichnung ebenso eine Einverständniserklärung von allen beteiligten Probanden im Vorhinein vorliegen musste.

3.2.3 Datensammlungen

Die Baustellenaufnahme startete durch den Beobachter bzw. Verfasser am 12.05.2014 und endete am 21.05.2014, wobei die reinen Montagearbeiten des Holzbaus auf der Baustelle erst am 13.05.2014, aufgrund witterungsbedingter schlechter Verhältnisse des Vortages, starteten.

Die dabei zusammengetragenen Datenmengen umfassen:

- je AK und Arbeitstag zwei A3-Blätter zur MMA – gesamt 84 Blätter
- ca. 500 GB Videomaterial

Diese wurden anschließend integriert, ausgewertet und interpretiert.

3.2.4 Problematik der Datenerfassung

Aufgrund der ausreichenden Vorbereitung der DEB war die Aufnahme für den Beobachter auf der Baustelle leicht durchführbar. Nach anfänglichen leichten Schwierigkeiten, welche sich aufgrund der für den Beobachter unbekanntem Arbeitskräfte und deren Arbeitsumfeld sowie deren ausgeführten Tätigkeiten ergaben, konnte die Datenerfassung ohne weitere nennenswerte Probleme bis zum Abschluss der Arbeiten des Holzbaus durchgeführt werden.

Etwaige Positionswechsel des Beobachters aufgrund der Nichteinsehbarkeit von aktuellen Arbeitsstellen der AK wurden laufend und je nach Baufortschritt vorgenommen.

Die digitale Erfassung des Montageablaufes mittels Videokamera hat sich problematischer dargestellt, als im Vorfeld angenommen. So konnte vorerst auf der Baustelle kein entsprechender Beobachtungspunkt mit weiträumigem Überblick für die Platzierung des Aufnahmegerätes ausgemacht und dessen Position situationsbedingt angepasst werden. Witterungsbedingte Einflüsse, wie teils starker Wind und Regen, beeinflussten zusätzlich die Durchführbarkeit der Videoaufnahmen. Ab dem dritten Aufnahmetag konnte diesbezüglich Abhilfe geschaffen werden, indem eine Terrasse einer angrenzenden Wohneinheit als Standort für das Aufnahmegerät verwendet wurde.

3.2.5 Erforderlicher Beobachtungsumfang

Für die Bestimmung eines Beobachtungsumfangs muss der prozentuelle Anteil der einzelnen Ablaufarten am Gesamtablauf im Vorfeld bekannt sein. Vor Beginn der Datenaufnahme ist der besagte Anteil jedoch meist unbekannt und muss daher vom Beobachter angenommen werden.

Für die Datenanalyse ist ein Vertrauensbereich³⁵² von 5 % angestrebt worden. Das bedeutet, dass die Ergebnisse mit einer 95 % Wahrscheinlichkeit und mit einer Abweichung von +/- 5 % zutreffen.

Die nachfolgende Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen dem Stichprobenumfang, dem prozentualen Anteil der einzelnen Ablaufart am Gesamtablauf und dem absoluten Vertrauensbereich, was sich mit der Multimoment Hauptformel für die statistische Sicherheit von 95 % beschreiben lässt.

Nach dem Umformen der Formel 2.10 aus Kapitel 2.7.5 lässt sich der erforderliche Stichprobenumfang, wie in der folgenden Formel dargestellt, errechnen:

352 Der Vertrauensbereich ist jener Bereich, der bei unendlicher Wiederholung eines Experimentes mit einer gewissen Häufigkeit die wahre Lage des Parameters angibt.

$$n = \sqrt{\frac{1,96}{f}} \cdot p \cdot (100 - p)$$

- f ... absoluter Vertrauensbereich
 p ... prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf
 n ... Stichprobenumfang

Formel 3.1: Stichprobenumfang nach der Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 %

In der folgenden Abbildung ist ersichtlich, dass bei einem geforderten Vertrauensbereich von fünf Prozent zwischen 70 und 400 Beobachtungen je Ablaufart notiert werden müssen, um eine korrekte Aussage treffen zu können.

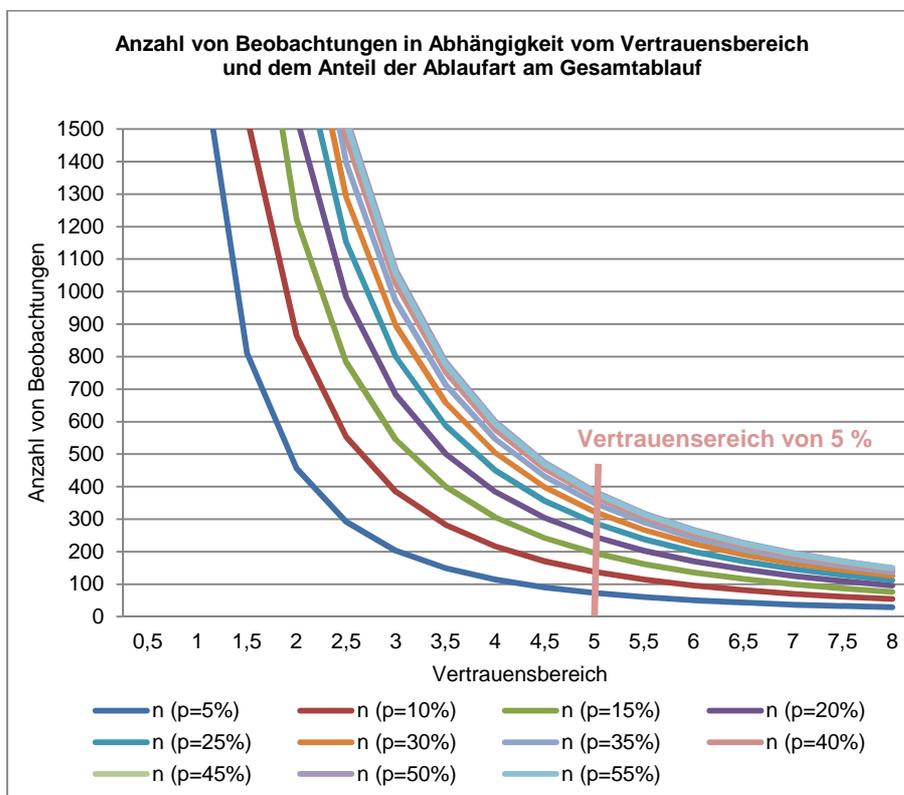


Abbildung 3.24: Darstellung der erforderlichen Beobachtungen in Abhängigkeit vom Vertrauensbereich und dem Anteil der Ablaufarten am Gesamtablauf

Die Datenaufnahme im Zuge der Beobachtungen wurde im Zeitintervall von fünf Minuten festgelegt. Das bedeutet, dass bei einem Arbeitstag von acht Stunden, 96 Stichproben bei den durchgeführten Tätigkeiten pro Arbeitskraft aufgenommen wurden.

Für die gesamte Mannschaft konnten somit rund 570 Aufnahmen pro Arbeitstag notiert werden, was wiederum für die gesamte Dauer von acht Tagen rund 4560 Aufnahmen bedeutet.

3.2.6 Holzbauspezifisches bei der Datenermittlung

Generell wurde der gesamte Holzbau durch eine Montage mit nur einem Teleskopkran realisiert. Nur vereinzelt wurden Stürze, Stützen und Unterzüge von Hand angebracht und eingebaut. Die Montage mit dem Kran fordert eine gute Arbeitsmoral und ein Ineinandergreifen der Tätigkeiten der ausführenden Monteure.

Nicht nur aufgrund der raschen Hubzeiten und dem damit in kurzen Zeitabständen verbundenen Anhängen der BSP-Elemente am LKW, sondern auch aufgrund der anfallenden Tätigkeiten, welche einerseits das Anschrauben der Anschlagmittel und andererseits die diversen Fixierungen der Dichtungsbahnen und Schallschutzelemente an den Stirnseiten der BSP-Elemente beinhalten, musste eine Arbeitskraft des Montageteams für diese Tätigkeiten abgestellt werden. Mit diesen zusätzlichen Tätigkeiten reduzieren sich allerdings eventuell anfallende Stehzeiten auf ein Minimum, welche durch das Warten bis zum nächsten Hub entstehen.



Abbildung 3.25: Anhängen der BSP-Elemente am Sattelanhängen

Aufgrund des sehr raschen Baufortschritts war der Beobachter zu schnellen Wechseln zwischen den unterschiedlichen, frei wählbaren Beobachtungspunkten angehalten, um immer einen genauen Überblick über die zur Zeit durchgeführten Arbeitsabläufe zu haben.

Schlussendlich konnte eine ausreichende Auswahl an Daten festgehalten werden, um in der nachfolgenden Datenauswertung konkrete Werte zu den Aufwandswerten der ausgeführten Tätigkeiten dieser BSP-Baustelle zu gewinnen.

4 Auswertung der Baustellendaten

Im Anschluss an die Baustellenbeobachtung wurden die aufgezeichneten Daten analysiert und ausgewertet. Zur Auswertung standen dem Verfasser die ausgefüllten DEB mit ausführlichen Notizen und die digitalen Videomitschnitte zur Verfügung.

4.1 Ziel der Datenauswertung

Der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens im Bauwesen beruht auf einer positiven Auftragsabwicklung. Dabei ist es wesentlich, dass ein Angebot mit großer Genauigkeit den bevorstehenden Bau mit all seinen Randbedingungen kalkulatorisch richtig einschätzt und möglichst umfassend die zu erwartenden Umstände erfasst. Die Tatsache, dass es zu einer ausgeschriebenen Leistung mehrere Angebote unterschiedlicher Unternehmen gibt, welche zueinander im Wettbewerb stehen, macht die Kalkulation jedes Einzelnen nicht einfach, da einerseits der wirtschaftliche Druck in jedem Unternehmen besteht, den Auftrag zu erhalten und andererseits der damit zusammenhängende wirtschaftliche Erfolg, dem eine kostendeckende Kalkulation einer auszuführenden Leistung vorangeht, gegeben sein soll.

Ziel dieser Datenauswertung ist die Bestimmung von möglichst realistischen montagespezifischen Kennzahlen des Holzbaus, worunter spezifische Aufwands- und Leistungswerte zu verstehen sind, welche aus dem untersuchten Objekt für die Kalkulation künftiger Projekte abgeleitet werden.

Oberstes Ziel ist somit die Erfassung eines möglichst realen Bildes eines einzelnen Bauvorhabens für zukünftige ähnliche Objekte.

4.1.1 Auswertung im Bauwesen allgemein

Das Ziel von REFA-Auswertungen im Bauwesen ist generell die Ermittlung von Kennzahlen vergangener Projekte, welche in verallgemeinerter Form in weiterer Folge in die künftigen Kalkulationen einfließen. Des Weiteren können Vergleiche unterschiedlicher Bauvorhaben mittels baustellenspezifischer Kennzahlen angestellt werden, wobei immer auf die Vergleichbarkeit der Bauvorhaben und somit die ermittelten Kennzahlen zu achten ist.

4.1.2 Holzbauspezifische Auswertung

Speziell für die Holzbaumontage sollten zusätzlich zu den allgemeinen Auswertungen, separate Kennzahlen zur Erklärung der weiteren Vergleichbarkeit ermittelt werden.

Das Ziel im untersuchten Objekt war die Ermittlung der folgenden Kennwerte in Form von Aufwandswerten, wobei jeweils in AW_{netto} und AW_{brutto} , unterschieden wurde:

- Aufwandswert für das Stellen der BSP-Wandelemente
- Aufwandswert für das Verschrauben der BSP-Wandelemente
- Aufwandswert für das Verlegen der BSP-Deckenelemente
- Aufwandswert für das Verschrauben der BSP-Deckenelemente
- Aufwandswert für das Verlegen der BSP-Dachelemente
- Aufwandswert für das Verschrauben der BSP-Dachelemente
- Aufwandswert für die Montage der Winkel (Schub- und Zuganker)
- Aufwandswert für die Montage der schallabsorbierenden Bänder
- Aufwandswert für die Montage von Unterzügen und Stützen
- Aufwandswert für die Montage des Liftschachtes
- Aufwandswert für die Montage der Treppen
- Aufwandswert für die Montage des Treppenaufganges
- Aufwandswert für die Außenverkleidung des Treppenaufganges

Des Weiteren wurden aus den zuvor aufgelisteten Punkten Gesamtaufwandswerte, wiederum gegliedert in AW_{netto} und AW_{brutto} , für folgende Montagearbeiten erarbeitet:

- Gesamtaufwandswert für die gesamte Montage der BSP-Wandelemente
- Gesamtaufwandswert für die gesamte Montage der BSP-Deckenelemente
- Gesamtaufwandswert für die gesamte Montage der BSP-Dachelemente
- Gesamtaufwandswert für die gesamte Montage des Liftschachtes
- Gesamtaufwandswert für die gesamte Montage des Treppenaufganges
- Gesamtaufwandswert für die gesamte Montage der Außenverkleidung des Treppenaufganges

Da es bisher keinerlei allgemein zugängliche Literatur zu Aufwandswerten von Brettsperrholzbauten gibt, kommt den oben genannten Punkten eine besondere Bedeutung zu. Es mussten dazu nicht nur die Kennwerte

nach den allgemein gültigen Regeln nach REFA ermittelt werden, sondern auch laufend Plausibilitätskontrollen durchgeführt werden, was sich durch das Nichtvorhandensein vergleichbarer Daten aus der Literatur kompliziert gestaltete.

4.2 Methode der Datenauswertung

Die Datenauswertung des betrachteten Objektes erfolgte seitens des Beobachters nach den folgenden Schritten:

- Übertragung der Beobachtungsdaten
- Analyse der Baustelle nach Zeitarten
- Analyse der Baustelle nach Tätigkeiten und Unterbrechungen
- Bestimmung der Aufwandswerte

Die Tatsache, dass der Beobachter dieselbe Person ist, welche auch die Auswertung vornimmt, stellt sich als vorteilhaft dar, da die Benennung aufgetretener Störungen somit als laufende Plausibilitätskontrolle angesehen werden kann.

4.2.1 Übertragung der Beobachtungsdaten

Im ersten Schritt der Datenauswertung wurden die gesamten handschriftlich erfassten Beobachtungsdaten jeder Arbeitskraft in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen. Der DEB ist folgendermaßen gegliedert.

- **Hauptkategorien**
 - Tätigkeit
 - Unterbrechung
 - Nicht erkennbar

Dabei konnte eine weitere Gliederung vorgenommen werden:

- **Unterkategorien**
 - Haupttätigkeit
 - Nebentätigkeit
 - Sonstige Tätigkeit
 - Ablaufbedingte Unterbrechung
 - Störungsbedingte Unterbrechung

- Erholungsbedingte Unterbrechung
- Persönlich bedingte Unterbrechung

Zum besseren Verständnis wird an dieser Stelle auf das Kapitel 2.7.3, Vorgehensweise bei der Zeitdatenermittlung und den darin befindlichen Erklärungen der einzelnen Begriffe, verwiesen.

Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft einen Ausschnitt eines ausgefüllten DEB einer Arbeitskraft an einem Beobachtungstag.

Baustelle		Mooskirchen										Beginn	6:45									
Datum		15.05.2014										Ende	12:00									
AK-Kürzel		AK										Pause	30 min									
		Uhrzeit																				
		Stunde										6:30										
		Minute										7										
		30	35	40	45	50	55	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55			
Multimomentaufnahme	Haupttätigkeit	Baustelleneinrichtung (Geräte, Kabel, ...)																				
		Unterweisung																				
		EG	Niveausgleich																			
			Stellen Außenwand (AW)																			
			Verschrauben der AW																			
			Stellen Innenwand (IW)																			
			Verschraubung AW-IW																			
			Verschrauben IW -IW																			
			einrichten/verschrauben der Unterzüge																			
			Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon																			
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)																			
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)																			
		Verlegen der Decke über EG																				
		Verschrauben der Decke über EG																				
		Dämmung zwischen den Wohnungen																				
		Winkelmontage im EG																				
		1. OG	Stellen Außenwand (AW)																			
			Verschrauben der AW																			
			Stellen Innenwand (IW)																			
			Verschraubung AW-IW																			
			Verschrauben IW -IW																			
			einrichten/verschrauben der Unterzüge																			
			Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon																			
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)																			
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)																			
			Verlegen der Decke über 1. OG																			
		Verschrauben der Decke über 1. OG																				
		Dämmung zwischen den Wohnungen																				
		Winkelmontage im 1. OG																				
		2. OG	Stellen Außenwand (AW)																			
			Verschrauben der AW																			
			Stellen Innenwand (IW)																			
			Verschraubung AW-IW																			
			Verschrauben IW -IW																			
			einrichten/verschrauben der Unterzüge																			
			Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon																			
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)																			
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)																			
			Verlegen der Decke über 2. OG																			
		Verschrauben der Decke über 2. OG																				
		Dämmung zwischen den Wohnungen																				
		Winkelmontage im 1. OG																				
		Liftschacht	Liftschacht stellen 1. Wand (WA_EG-502)																			
			Liftschacht stellen 2. Wand(WA_EG-502)																			
			Liftschacht stellen 3. Wand(WA_EG-502)																			
Liftschacht stellen 4. Wand (WA_EG-502)																						
Decke über Liftschacht																						
Einhausen (Abplanen)																						
Ableben der Fugen an der Decke																						
Stiegenloch / Einnetzen																						
Dichtung zwischen den Wohnungen einbauen																						
Vormontage Stufen / Laufplatte																						
Montage Sitze / Podest																						
Lücher verschließen (ausschäumen)																						
Oberflächenreinigung																						
Ausbesserungen																						

Tabelle 4.1: Ausschnitt eines ausgefüllten DEB

Diese Art der Auswertung wurde für alle aufgezeichneten Tage und alle Arbeitskräfte einzeln durchgeführt. Nach der Erfassung aller handschriftlichen Daten wurde die weitere Analyse einerseits nach den sogenannten Zeitarten und andererseits nach den Tätigkeiten und Unterbrechungen durchgeführt, welche im Anschluss näher erläutert werden.



4.2.2 Baustellendaten nach den Zeitartern

Die Analyse nach Zeitartern lässt eine Betrachtung der benötigten Zeitartern bezüglich der Gesamtarbeitszeit zu. Die Auswertung beinhaltet dabei die folgenden Zeitartern:

- die sogenannte Grundzeit
- die sogenannte Verteilzeit
- die sogenannte Erholungszeit

Die genaue Definition dieser Zeitartern ist im Kapitel 2.7.3 beschrieben.

Die Zeitartern lassen sich prozentuell auf die Gesamtzeit darstellen. Zeiten, die sich aus nichterkennbaren Tätigkeiten zusammensetzen, sind gesondert angeführt.

Die Datenauswertung erfolgt durch die Auswertung der Verteilung einerseits an

- einem Arbeitstag aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter und andererseits an
- allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter.

Des Weiteren beinhaltet die Datenauswertung nach Zeitartern eine Klassifizierung der Arbeitszeit in die Kategorien „GUT“, „MITTEL“ und „SCHLECHT“. In diese Betrachtung fließt der prozentuelle Anteil³⁵³ der Grundzeit³⁵⁴, gemessen an der gesamten Arbeitszeit³⁵⁵, ein.

- Klassifizierung „GUT“

Der prozentuelle Anteil der Grundzeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist größer als 80 %.

- Klassifizierung „MITTEL“

Der prozentuelle Anteil der Grundzeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist größer als 60 % und kleiner gleich 80 %.

- Klassifizierung „SCHLECHT“

Der prozentuelle Anteil der Grundzeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist kleiner gleich 60 %.

353 Die folgenden Prozentsätze der angeführten Klassifizierungen sind vom Verfasser dieser Arbeit bestimmt worden, wobei sich diese aus fach einschlägiger Literatur ableiten lassen, da in Summe der Anteil der Grundzeit, gemessen an der gesamten Arbeitszeit, zwischen 70 % und theoretisch 100 % liegen soll.

354 Die Grundzeit setzt sich aus Zeiten der Haupttätigkeit, Nebentätigkeit und ablaufbedingten Unterbrechungen zusammen.

355 Die Arbeitszeit ist jene Zeit, welche in den DEBs erfasst ist.

Die Analyse der Daten nach Zeitarten soll einen Überblick über die Bauaktivität geben und über den Zeitraum jener Tage der Beobachtungen verdeutlichen, an welchen ein guter, mittlerer oder schlechter Arbeitstag, die Leistung an jedem spezifischen Arbeitstag, zu erkennen ist.

4.2.3 Analyse der Baustellendaten nach Tätigkeiten und Unterbrechungen

Die Analyse auf erster Ebene nach Tätigkeiten und Unterbrechungen lässt eine genaue Betrachtung der tatsächlichen Tätigkeiten, der Unterbrechungen und der für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten, bezüglich der Gesamtarbeitszeit zu.

Die Auswertung auf zweiter Ebene der Tätigkeiten und Unterbrechungen beinhaltet folgendes:

- Kategorie Tätigkeiten

Darunter fallen:

- die Haupttätigkeiten
- die Nebentätigkeiten
- die zusätzlichen Tätigkeiten

- Kategorie Unterbrechungen

Darunter ist folgendes zu verstehen:

- die ablaufbedingten Unterbrechungen
- die störungsbedingten Unterbrechungen
- die erholungsbedingten Unterbrechungen
- die persönlich bedingten Unterbrechungen

- Kategorie nichterkennbare Tätigkeiten

Die Datenauswertung erfolgt wiederum durch die Auswertung der Verteilung einerseits an

- einem Arbeitstag aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter, und andererseits an
- allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter.

Des Weiteren beinhaltet die Datenauswertung bezüglich Tätigkeiten und Unterbrechungen wiederum eine Klassifizierung der Arbeitszeit in die Kategorien „GUT“, „MITTEL“ und „SCHLECHT“. In diese Betrachtung

fließt der prozentuelle Anteil³⁵⁶ der Haupttätigkeiten, gemessen an der gesamten Arbeitszeit, ein.

- Klassifizierung „GUT“

Der prozentuelle Anteil der Haupttätigkeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist größer als 40 %.

- Klassifizierung „MITTEL“

Der prozentuelle Anteil der Haupttätigkeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist größer als 30 % und kleiner gleich 40 %.

- Klassifizierung „SCHLECHT“

Der prozentuelle Anteil der Haupttätigkeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist kleiner gleich 30 %.

Die Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen und der damit verbundenen weiteren Feinuntergliederung ergibt schlussendlich die Möglichkeit einer konkreten Aussage zu den Aufwandswerten einzelner Tätigkeiten und der damit verbundenen Unterbrechungen.

4.2.4 Bestimmung der Aufwandswerte

Die Grundlage für die Aufwandswernermittlung liefert die Datenstruktur des DEB, aus welchem die einzelnen Datenmengen den vorher festgelegten, zu bestimmenden Aufwandswerten zugeteilt werden. Somit basiert die Auswertung der Aufwandswerte auf einer detaillierten Zusammenstellung der Ergebnisse der Multimomentaufnahme.

Anfallende Zeiten aus Tätigkeiten und Ereignissen, die zwar in den einzelnen DEB notiert wurden aber mit der eigentlichen BSP-Montage nicht korrelieren, sind aus den montagespezifischen Ermittlungen der Aufwandswerte auszugrenzen, wie beispielsweise Mittagspausen, da sie auf gesetzlichen Regelungen beruhen und auch lohnwirksam sein können. Da diese aber meist außerhalb des Arbeitsgeschehens liegen, sind sie nicht in die Aufwandswernermittlung miteinzubeziehen.

Die Aufwandswerte der einzelnen Arbeitsabläufe werden einerseits als AW_{netto} und AW_{brutto} ausgegeben, wobei in den AW_{netto} die tatsächlichen Haupttätigkeiten und in den AW_{brutto} sowohl die Tätigkeiten, als auch die Unterbrechungen und die vom Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten jeder einzelnen beschriebenen AW-Position miteinfließen.

³⁵⁶ Die folgenden Prozentsätze der angeführten Klassifizierungen sind wiederum von Verfasser dieser Arbeit bestimmt worden, wobei sich dies aus dem Zusammenhang zwischen Haupt-, Nebentätigkeit sowie ablaufbedingten Unterbrechungen und dem Umstand, dass in Summe der Anteil der Grundzeit, zu welcher auch die Zeitangaben der Haupttätigkeiten zählen, gemessen an der gesamten Arbeitszeit, wiederum zwischen 70 % und theoretisch 100 % liegen soll.

Die Positionen für die zu ermittelnden Aufwandswerte, beschrieben als AW_i-Positionen³⁵⁷, stellen sich im Detail wie folgt dar:

AW_i Position	Beschreibung
1. Stellen der Außenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
2. Verschrauben der Außenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung AW-AW • Verschraubung AW-IW
3. Stellen der Innenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
4. Verschrauben der Innenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung IW-IW
5. Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des Elementes • Einbringung der Schalldämmelemente zwischen Unterzug und Auflager • Einrichtung des Elementes • Verschraubung des Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
6. Unterkonstruktion (Stützen + Unterzüge) für Balkon (südseitig)	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des Elementes • Einrichtung des Elementes • Verschraubung des Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
7. Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkopplung	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung des Dichtungsbandes auf der unten- und obenliegenden Stirnfläche der Außenwand • Anbringung des Dichtungsbandes auf der unten- und obenliegenden

³⁵⁷ AW_i-Positionen stehen sowohl für die Aufwandswerte AW_{netto} als auch für die Aufwandswerte AW_{brutto}.

Stirnfläche der Innenwand	
8. Verlegen der Deckenelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
9. Verschrauben der Deckenelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung Decke – AW • Verschraubung Decke – IW • Verschraubung Decke – Unterzug • Verschraubung Decke – Decke (Stufenfalz) • Verschraubung Decke – Unterkonstruktion
10. Einbau der Dämmung an Wohnungstrennwand zwischen den Wohneinheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Dämmstoffes • Zuschnitt des Dämmstoffes • Anbringung des Dämmstoffes an der Wohnungstrennwand
11. Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen der Position der Stahlprofile (Verankerung) • Anbringung der Stahlprofile • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Verschraubung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
12. Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Verschraubung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
13. Stellen und Verschrauben des Liftschachtes	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen der Position der Stahlprofile (Verankerung) • Anbringung der Stahlprofile • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Verschraubung des BSP-Elementes

	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung der Anschlagmittel
14. Winkelmontage	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen der Winkelposition • Verschraubung und Vernagelung der Winkelprofile an der AW (Holz – Holz – Verbindung) • Holz Verbindung) • Verschraubung und Vernagelung der Winkelprofile an der IW (Holz – Holz – Verbindung)
15. Verlegen der Dachelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
16. Verschrauben der Dachelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung Dach – AW • Verschraubung Dach – IW • Verschraubung Dach – Unterzug • Verschraubung Dach – Dach (Stufenfalz) • Verschraubung Dach – Unterkonstruktion
17. stirnseitige Verkleidung des Dachs	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen • Zuschnitt der Holzelemente • Montage der Holzelemente

Die Vorgehensweise bei der Übertragung der einzelnen Daten aus den Datenerfassungsbögen stellt sich insofern dar, als dass den einzelnen Haupttätigkeiten, die zuordenbaren Nebentätigkeiten, die zusätzlichen Nebentätigkeiten, die Unterbrechungen und die nicht erkennbaren Tätigkeiten exakt zugeteilt werden.

Die Haupttätigkeiten bei der Ermittlung der Aufwandswerte sind dabei für das gesamte betrachtete Objekt die Folgenden:

- EG
 - Stellen der Außenwand
 - Verschrauben der Außenwandelemente miteinander (inkludiert auch das Verschrauben der AW mit IW)
 - Stellen der Innenwand
 - Verschrauben der Innenwandelemente miteinander

- Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im EG
- Unterkonstruktion (Stützen und Unterzug) für Balkon (südseitig)
- Stirnseitiger Einbau der Dichtung zur Schallentkoppelung an den Wandelementen (inkludiert die Arbeiten direkt am LKW und im EG)
- Verlegen der Deckenelemente über EG
- Verschrauben der Deckenelemente über EG
- Einbau des Dämmstoffes an der Wohnungstrennwand
- Winkelmontage im EG auf der Stahlbetondecke
- 1. OG
 - Stellen der Außenwand
 - Verschrauben der Außenwandelemente miteinander (inkludiert auch das Verschrauben der AW mit IW)
 - Stellen der Innenwand
 - Verschrauben der Innenwandelemente miteinander
 - Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 1. OG
 - Unterkonstruktion (Stützen und Unterzug) für Balkon (südseitig)
 - Stirnseitiger Einbau der Dichtung zur Schallentkoppelung an den Wandelementen (inkludiert die Arbeiten direkt am LKW und im EG)
 - Verlegen der Deckenelemente über 1. OG
 - Verschrauben der Deckenelemente über 1. OG
 - Einbau des Dämmstoffes auf Wohnungstrennwand
 - Winkelmontage im 1. OG auf der BSP-Elementdecke
- 2. OG
 - Stellen der Außenwand
 - Verschrauben der Außenwandelemente miteinander (inkludiert auch das Verschrauben der AW mit IW)
 - Stellen der Innenwand
 - Verschrauben der Innenwandelemente miteinander
 - Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 2. OG
 - Unterkonstruktion (Stützen und Unterzug) für Balkon (südseitig)

- Stirnseitiger Einbau der Dichtung zur Schallentkoppelung an den Wandelementen (inkludiert die Arbeiten direkt am LKW und im EG)
- Verlegen der Deckenelemente über 2. OG
- Verschrauben der Deckenelemente über 2. OG
- Einbau des Dämmstoffes an der Wohnungstrennwand
- Winkelmontage im 2. OG auf der BSP-Elementdecke
- Stellen/Verschrauben der Treppen/Geländer
- Stellen/Verschrauben des Liftschachtes
- Stellen/Verschrauben der Treppenhausaußenverkleidung
- Verkleiden der Stirnflächen des Daches

Durch die generelle Einteilung der einzelnen Aufwandswerte in Erdgeschoss, erstes und zweites Obergeschoss können die drei Ebenen einzelnen betrachtet und analysiert werden. Die errechneten Aufwandswerte lassen beispielsweise einen Rückschluss auf einen möglichen Einarbeitungseffekt schließen.

Die angeführte Gliederung der einzelnen Punkte stellt einerseits eine Haupttätigkeit im Datenerfassungsbogen dar, andererseits wird durch die detaillierte Einteilung eine umfangreiche Erfassung der erforderlichen Aufwandswerte überhaupt erst ermöglicht.

Die folgende Tabelle zeigt den grundsätzlichen Aufbau, welcher für die Zuteilung der Haupttätigkeiten, Unterbrechungen und nicht erkennbaren Tätigkeiten für die einzelnen Aufwandswerte herangezogen wurde.

Baustellendaten		AW _i -Positionen																	
Baustellennr.	Mooskirchen	tägliche Baustelleneinrichtung (Geräte, Kabel, ...)	stellen der Außenwand (AW)	verschrauben der Außenwand (AW)	stellen und Innenwand (IW)	verschrauben und Innenwand (IW)	einrichten/verschrauben der Unterzüge	Unterbau (Stützen+Unterzug) für Balkon(stüdläh)	Dichtungseinbau	stellen der Deckenelemente	verschrauben der Deckenelemente	Isolierung zwischen den Wohnungen (2x3cm)	stellen und verschrauben der Stiege	stellen und verschrauben des Lichtschachtes	stellen und verschrauben des Stiegenhausaufganges	Winkelmontage	Verkleiden der Decke stirnseitig		
Tätigkeiten	Haupttätigkeit	tägliche Baustelleneinrichtung (Geräte, Kabel, ...)																	
		EG	Stellen Außenwand (AW)																
		Verschrauben Außenwand (AW)																	
		Stellen Innenwand (IW)																	
		Verschrauben Innenwand (IW)																	
		Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im EG																	
		Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon																	
		Dichtungseinbau stirnseitig der Wandelemente																	
		Verlegen der Deckenelemente über EG																	
		Verschrauben der Deckenelemente über EG																	
		Dämmung zwischen Wohneinheiten																	
		Winkelmontage im EG																	
		1.OG	Stellen Außenwand (AW)																
		Verschrauben Außenwand (AW)																	
		Stellen Innenwand (IW)																	
		Verschrauben Innenwand (IW)																	
		Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 1. OG																	
		Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon																	
		Dichtungseinbau stirnseitig der Wandelemente																	
		Verlegen der Deckenelemente über 1. OG																	
		Verschrauben der Deckenelemente über 1. OG																	
		Dämmung zwischen Wohneinheiten																	
		Winkelmontage im EG																	
		2.OG	Stellen Außenwand (AW)																
		Verschrauben Außenwand (AW)																	
		Stellen Innenwand (IW)																	
		Verschrauben Innenwand (IW)																	
		Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 2. OG																	
		Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon																	
		Dichtungseinbau stirnseitig der Wandelemente																	
Verlegen der Dachelemente über 2. OG																			
Verschrauben der Dachelemente über 2. OG																			
Dämmung zwischen Wohneinheiten																			
Winkelmontage im EG																			
Stellen und Verschrauben der Stiegen/Geländer																			
Stellen/Verschrauben des Lichtschachtes																			
Stellen/Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges																			
Verkleidung der Dachstimmflächen																			
Nebentätigkeiten (Ausbesserungen)																			
zusätzliche Nebentätigkeiten																			
ablaufbedingte Unterbrechungen																			
störungsbedingte Unterbrechungen																			
erholungsbedingte Unterbrechungen																			
persönlich bedingte Unterbrechungen																			
nicht erkennbare Tätigkeiten																			

Tabelle 4.2: Zuteilung der Zeitangaben (DEB) zu bestimmten Leistungen zur Aufwandswertermittlung

In Summe konnten bei dieser Untersuchung für die AW_{netto} und die AW_{brutto} je 34 Aufwandswerte für alle gelisteten Positionen ermittelt werden, welche in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt sind.

4.2.5 Bestimmung der Leistungswerte

Im Zuge der Auswertung der Daten dieses Bauvorhabens wurden keine Leistungswerte als Tagesleistung bzw. Stundenleistung ermittelt, da die Montage von Brettsperrholz nicht durch die Gerätekosten, sondern durch die Lohnkosten maßgeblich beeinflusst wird. Die Leistungswerte lassen sich einfach aus dem Kehrwert des AW_i bestimmen und geben die montierten BSP-Flächen pro Tag (Einheit [m²/d]) bzw. pro Stunde (Einheit [m²/Std]) wieder.

4.3 Ergebnisse der Datenauswertung

Im nun folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der erstellten Analyse nach Zeitarten und die erstellte Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen eingehend betrachtet und veranschaulicht. Des Weiteren werden die Ergebnisse der Aufwandswertermittlung in AW_{netto} und AW_{brutto} unterschieden und ein Kostenvergleich zwischen dem eingesetzten Personal und dem am meisten kostenbeeinflussenden Gerät, welches auf der Baustelle zum Einsatz gekommen ist, aufgestellt.

In der Ausführung dieses Kapitel handelt es sich um ausgewählte Daten zur Veranschaulichung, wobei die gesamte Auswertung, aller einzelnen Untersuchungen, im Anhang dieser Arbeit zu finden ist.

4.3.1 Auswertung nach Zeitarten

Nachfolgend wird die Analyse für einen Arbeitstag, für alle Arbeitstage sowie für klassifizierte Arbeitstage exemplarisch veranschaulicht.

4.3.1.1 Datenauswertung der Verteilung an einem Arbeitstag aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter

- Verteilung nach den Zeitarten an einem Arbeitstag

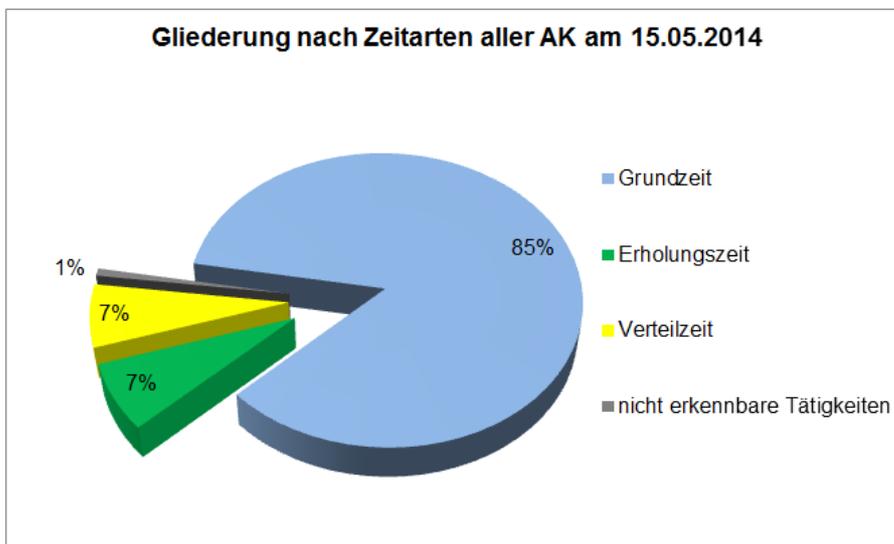


Abbildung 4.1: Darstellung der Zeitarten an einem Arbeitstag

- Statistische Sicherheit der Verteilung nach den Zeitarten

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{85 \cdot (100 - 85)}{750}} = \pm 2,55 \text{ [%]}$$

Die obige Darstellung der Zeitarten am Beispiel des 15.05.2014 zeigt, dass sich sowohl die Erholungszeit mit rund 7 %, als auch die Verteilzeit

mit rund 7 %, im anzustrebenden Bereich laut einschlägiger Literatur, welche maximal 10 % für die Erholungszeit und maximal 25 % für die Verteilzeit angibt, liegen. Dies bedeutet des Weiteren, dass die ermittelte Grundzeit am besagten Tag mit rund 85 % auf eine hohe Produktivität rückschließen lässt.

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von +/- 2,55 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Grundzeit zu +/- 2,55 % genau bei den berechneten 85 % liegt.

4.3.1.2 Datenauswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter

- Verteilung nach den Zeitarten an allen Arbeitstagen

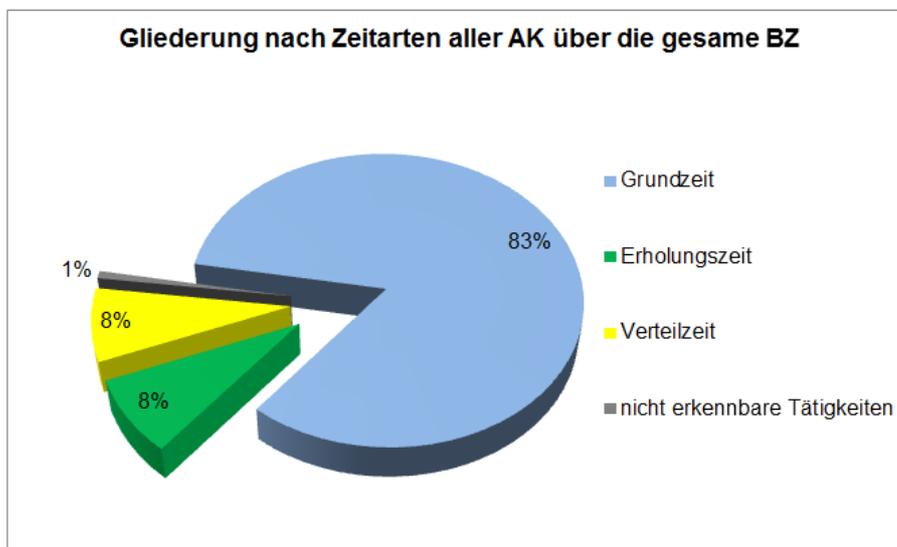


Abbildung 4.2: Darstellung Zeitarten an allen Arbeitstagen

- Statistische Sicherheit der Verteilung nach erster Kategorie

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{83 \cdot (100 - 83)}{4130}} = \pm 1,15 \text{ [%]}$$

Die obige Abbildung der Zeitarten, welche alle Arbeitskräfte über die gesamte Bauzeit darstellt, zeigt, dass die ermittelte Grundzeit mit rund 83 % auf eine hohe Produktivität über die gesamte Bauzeit von sieben Tagen schließen lässt. Die Erholungszeit mit rund 8 % und die Verteilzeit mit rund 8 % liegen wiederum im anzustrebenden Bereich.

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von +/- 1,15 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Grundzeit zu +/- 1,15 % genau beim errechneten Wert von 83 % liegt.

4.3.1.3 Beurteilung der Grundzeit aller AK:

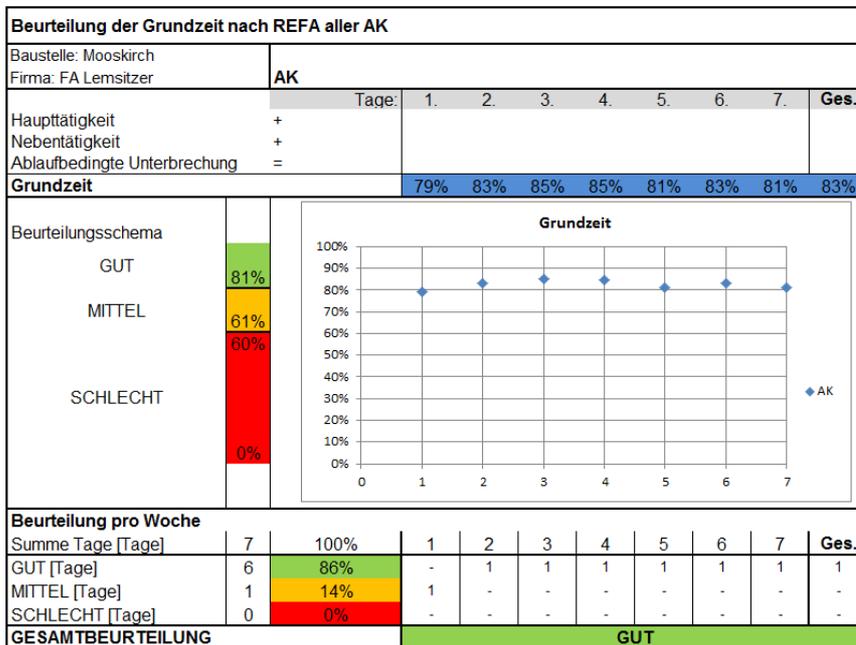


Abbildung 4.3: Beurteilung der Grundzeit aller AK

In obiger Abbildung ist zu erkennen, dass über die gesamte Bauzeit von sieben Tagen, die Grundzeit mit 83 % über der vorher definierten 80 % liegt und somit im Schnitt alle Arbeitstage als „GUT“ einzustufen sind. Des Weiteren sind keine nennenswerten Störungen bzw. Behinderungen über die siebentägige Montagezeit aufgetreten.

4.3.2 Auswertung nach Tätigkeiten und Unterbrechungen

Nachfolgend wird die Analyse wiederum für einen Arbeitstag, für alle Arbeitstage sowie eine Klassifizierung der Arbeitstage vorgenommen, wobei in diesem Fall die Tätigkeiten und Unterbrechungen in die bereits vorher beschriebenen Ebenen unterschieden werden.

4.3.2.1 Datenauswertung der Verteilung an einem Arbeitstag aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter

- Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster Ebene an einem Arbeitstag

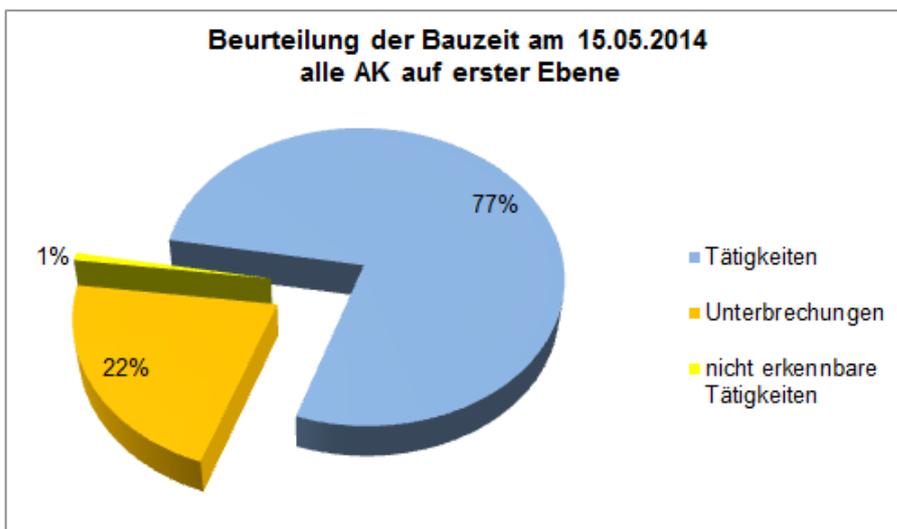


Abbildung 4.4: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster Ebene an einem Arbeitstag

Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{77 \cdot (100 - 77)}{750}} = \pm 3,01 \text{ [%]}$$

In der angeführten Darstellung ist ersichtlich, dass die untersuchten Bauarbeiter am Beispiel des 15.05.2014 rund 77 % ihrer Brutto-Arbeitszeit Tätigkeiten auf der Baustelle ausübten und im Ausmaß von 22 % Unterbrechungen angefallen sind.

In welcher Höhe die einzelnen Zeiten angefallen sind, wird anhand einer weiteren Auswertung auf der zweiten Ebene und der dort einzelnen hinterlegten Vorgänge ermittelt.

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von +/- 3,01 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Tätigkeiten zu +/- 3,01 % genau bei den errechneten 77 % liegt.

- Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an einem Arbeitstag

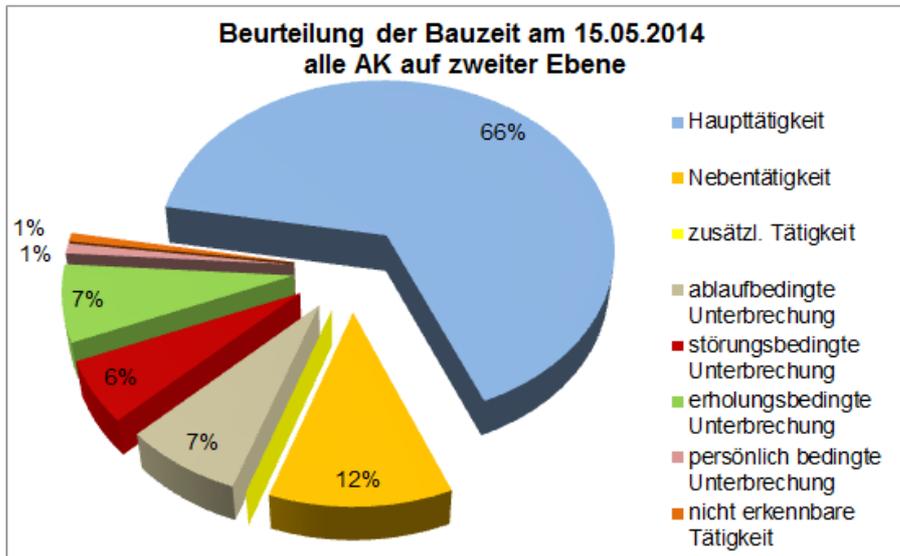


Abbildung 4.5: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an einem Arbeitstag

Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{66 \cdot (100 - 66)}{750}} = \pm 3,39 \text{ [%]}$$

In der obigen Darstellung ist ersichtlich, dass die untersuchten Bauarbeiter am Beispiel des 15.05.2014 rund 66 % ihrer Brutto-Arbeitszeit Haupttätigkeiten, rund 12 % Nebentätigkeiten auf der Baustelle ausübten und im Ausmaß von 22 % Unterbrechungen, in Form von rund 7 % ablaufbedingten Unterbrechungen, rund 6 % störungsbedingten Unterbrechungen, rund 7 % erholungsbedingten Unterbrechungen und rund 1 % persönlich bedingten Unterbrechungen, sowie für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten von rund 1 %, angefallen sind.

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von +/- 3,39 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Haupttätigkeit zu +/- 3,39 % genau beim errechneten Wert von 66 % liegt.

4.3.2.2 Datenauswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter

- Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster Ebene an allen Arbeitstagen

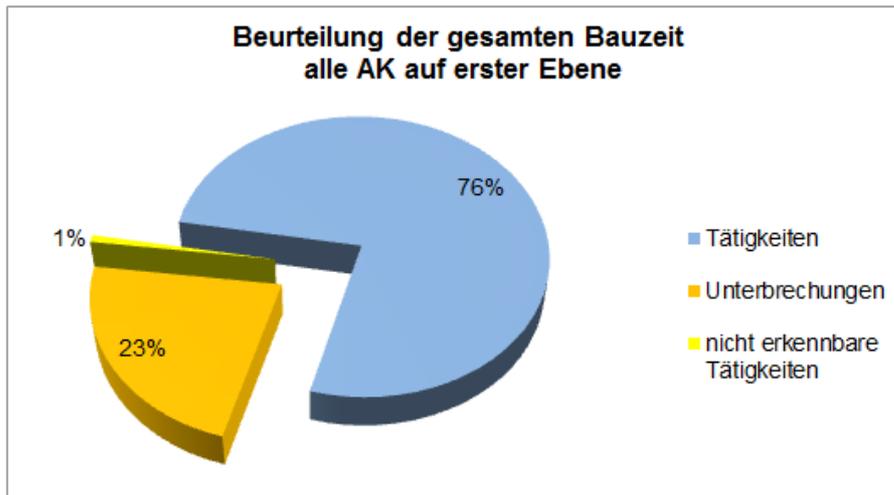


Abbildung 4.6: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster Ebene an allen Arbeitstagen

Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{76 \cdot (100 - 76)}{4130}} = \pm 1,30 \text{ [%]}$$

In der angeführten Darstellung ist ersichtlich, dass die untersuchten Bauarbeiter über die gesamte Bauzeit rund 76 % ihrer Brutto-Arbeitszeit Tätigkeiten auf der Baustelle ausübten und im Ausmaß von rund 23 % Unterbrechungen angefallen sind.

In welcher Höhe die einzelnen Zeiten entstanden sind, wird anhand einer weiteren Auswertung auf der zweiten Ebene und der dort einzelnen hinterlegten Vorgänge ermittelt.

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von +/- 1,30 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Tätigkeiten zu +/- 1,30 % genau bei den errechneten 76 % liegt.

- Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an allen Arbeitstagen

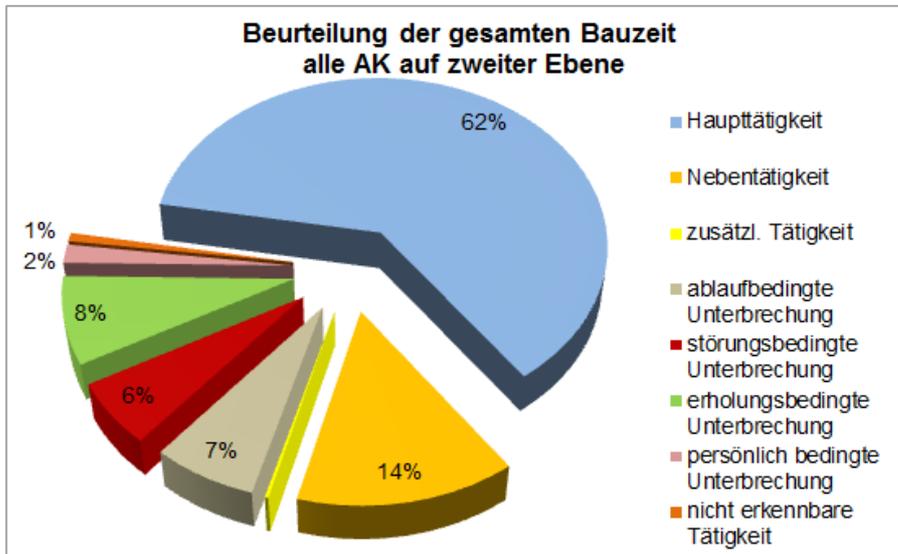


Abbildung 4.7: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an allen Arbeitstagen

Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{62 \cdot (100 - 62)}{4130}} = \pm 1,48 [\%]$$

In der obigen Darstellung ist ersichtlich, dass die untersuchten Bauarbeiter über die gesamte Bauzeit rund 62 % ihrer Brutto-Arbeitszeit Haupttätigkeiten, rund 14 % Nebentätigkeiten auf der Baustelle ausübten und im Ausmaß von 23 % Unterbrechungen, in Form von rund 7 % ablaufbedingten Unterbrechungen, rund 6 % störungsbedingten Unterbrechungen, rund 8 % erholungsbedingten Unterbrechungen und rund 2 % persönlich bedingten Unterbrechungen, sowie für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten von rund 1 %, angefallen sind.

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von +/- 1,48 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Haupttätigkeit zu +/- 1,48 % genau bei den errechneten 62 % liegt.

4.3.2.3 Beurteilung der Haupttätigkeit aller AK auf der zweiten Ebene

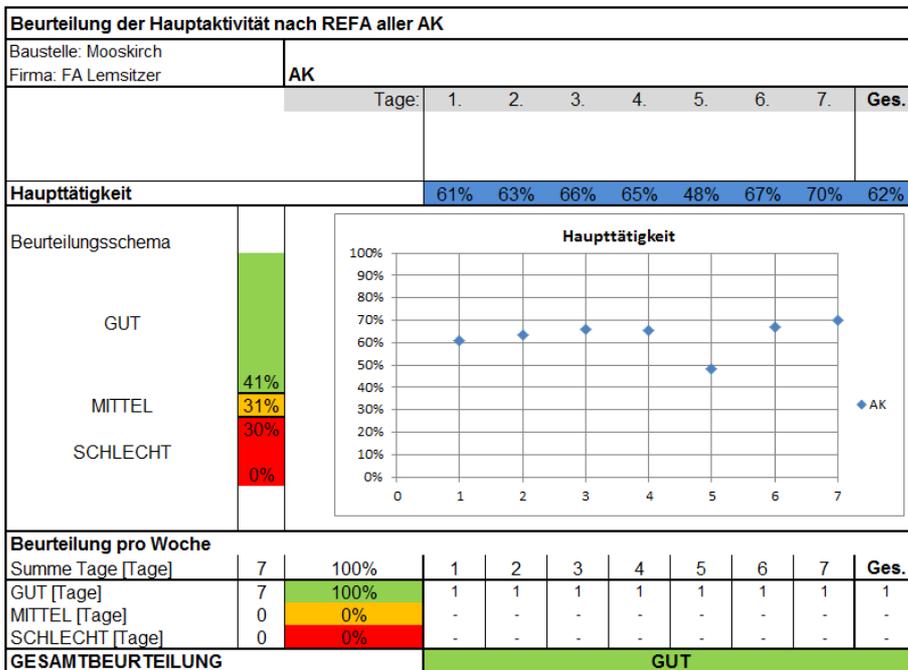


Abbildung 4.8: Beurteilung der Haupttätigkeit aller AK

In obiger Abbildung ist zu erkennen, dass über die gesamte Bauzeit von sieben Tagen, der Anteil der Haupttätigkeit mit 62 % weit über dem in der Literatur geforderten Anteil von 40 % liegt und somit im Schnitt alle Arbeitstage als „GUT“ einzustufen sind. Die Betrachtung der Haupttätigkeit zeigt auch, dass an allen 7 Arbeitstagen der Anteil von 40 % nie unterschritten wird. Dies lässt darauf schließen, dass es sich um eine gut organisierte Baustelle mit motivierten Arbeitskräften handelt.

Die gesamte Auswertung an allen Tagen und allen Arbeitskräften einerseits, sowie die Analyse nach Zeitarten und die Analyse nach den Tätigkeiten, den Unterbrechungen und den nicht erkannten Tätigkeiten sind im Anhang der Arbeit zusammenfassend dargestellt.

4.3.3 Aufwandswerte für die Kalkulation

Im Zuge der Auswertung wurden Aufwandswerte für eine künftige Kalkulation errechnet. In der Datenauswertung wird zwischen dem AW_{netto} , welcher nur die Haupttätigkeiten einschließt und dem AW_{brutto} , der einerseits die Haupt- und Nebentätigkeiten, Unterbrechungen, sowie die nicht erkennbaren Tätigkeiten beinhaltet, unterschieden.

Die Aufwandswerte sind für die einzelnen Geschosse EG, 1. OG und 2. OG sowie für die einzelnen zu verrichtenden Leistungen, wie z.B. das Stellen der Außenwand im EG, das Verschrauben der Außenwand im EG, der Winkelmontage im EG, etc. ermittelt worden.

Im Anschluss wurden die einzelnen ermittelten Aufwandswerte aus den unterschiedlichen Tätigkeiten, die zur Erstellung des Objektes erforderlich sind, zusammengefasst und in Form eines Aufwandswertes dargestellt. Das bedeutet beispielsweise, dass die einzelnen Positionen, welche zur gesamten Montage der Außenwand gehören, zusammengefasst wurden.

Im Zuge der Aufwandswernermittlung wurde die betroffene Position abermals einer Analyse nach den Tätigkeiten, den Unterbrechungen und den nicht erkennbaren Tätigkeiten unterzogen, wobei die jeweilige Position des Aufwandswertes dabei die Haupttätigkeit beschreibt.

Grundlegende Vorbereitungsarbeiten, wie z.B. der Niveaueausgleich für die Außen- und Innenwände sowie das Bohren der Ankerlöcher und der Verschraubung der Winkel im EG auf dem Stahlbetonfundament wurden in der Woche zwischen dem 05.05.2014 und dem 08.05.2014 seitens der Holzbaufirma durchgeführt, wobei in diesem Zeitraum keine Daten vom Beobachter aufgenommen worden sind, da diese vor dem Beginn des eigentlichen Beobachtungszeitraumes erledigt wurden.

4.3.3.1 Aufwandswerte – Detaildarstellung 1

Die folgenden Tabellen zeigen, auch stellvertretend für die angeführten Aufwandswertdarstellungen im Anhang, den grundsätzlichen immer gleichbleibenden Aufbau der Daten zur Ermittlung der einzelnen Aufwandswerte. Die Auswertungen der Kalkulationswerte sind auf die Montagearbeiten im EG, 1. OG und 2. OG der gesamten Wohnanlage, ohne Berücksichtigung der firmeninternen Zeiterfassungen der Vorarbeiten im Zeitraum vom 05.05.2014 bis 08.05.2014, sowie ohne den Treppenhauseingang, die Treppenhauseußenverkleidung und den Liftschacht, bezogen. Die einzelnen Zeiten stammen aus den jeweiligen Datenerfassungsbögen des Beobachters.

▪ Stellen der Außenwand in [Std/m²]

Unter Stellen der Außenwand wird das Anbringen der Anschlagmittel, der Hebevorgang und die Positionierung des BSP-Elementes, sowie die Entfernung der Anschlagmittel, verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Stellen der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	1072	17,87	57%	535,08	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	380	6,33	20%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	20	0,33	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	261	4,35	14%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	80	1,33	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	1%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	25	0,42	1%			
Σ [Zeit]	816	13,60	43%	535,08	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Stellen der Außenwand	1888	31,47			AW brutto	0,06

Tabelle 4.3: Aufwandswerte - Stellen der Außenwand

▪ Verschrauben der Außenwand in [Std/lfm]

Unter Verschrauben der Außenwand wird die Verschraubung der Außenwände miteinander und die Verschraubung der Außenwände mit den Innenwänden verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Verschrauben der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	565	9,42	75%	160,86	AW netto	0,06
Nebentätigkeiten +	75	1,25	10%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	7%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	40	0,67	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	2%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	190	3,17	25%	160,86	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Verschrauben der Außenwand	755	12,58			AW brutto	0,08

Tabelle 4.4: Aufwandswerte - Verschraubung der Außenwand

▪ Stellen der Innenwand in [Std/m²]

Unter Stellen der Innenwand wird das Anbringen der Anschlagmittel, der Hebevorgang und die Positionierung des BSP-Elementes, sowie die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Stellen der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	810	13,50	52%	562,37	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	390	6,50	25%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	20	0,33	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	215	3,58	14%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	1%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	20	0,33	1%			
Σ [Zeit]	735	12,25	48%	562,37	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen der Innenwand	1545	25,75			AW brutto	0,05

Tabelle 4.5: Aufwandswerte - Stellen der Innenwand

▪ Verschrauben der Innenwand in [Std/lfm]

Unter Verschrauben der Innenwand wird die Verschraubung der Innenwände miteinander verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Verschrauben der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	335	5,58	68%	172,62	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	90	1,50	18%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	10	0,17	2%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	7%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	10	0,17	2%			
Σ [Zeit]	160	2,67	32%	172,62	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Verschrauben der Innenwand	495	8,25			AW brutto	0,05

Tabelle 4.6: Aufwandswerte - Verschraubung der Innenwand

▪ Einrichten und Verschrauben der Unterzüge in [Std/lfm]

Unter Einrichten und Verschrauben der Unterzüge wird das Anbringen der Anschlagmittel, der Hebevorgang, die Einbringung der Schalldämmelemente zwischen Unterzug und Auflager, die Einrichtung und Verschraubung des Unterzuges und die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	165	2,75	52%	87,33	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	105	1,75	33%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	2%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	8%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	3%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	2%			
Σ [Zeit]	155	2,58	48%	87,33	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	320	5,33			AW brutto	0,06

Tabelle 4.7: Aufwandswerte - Einrichten und Verschraubung der Unterzüge

▪ Einrichten und Verschrauben der Unterkonstruktion (Stützen + Unterzug) für die Decken- und Dachelemente (Balkon) in [Std/lfm]

Unter Einrichten und Verschrauben der Unterkonstruktion wird das Anbringen der Anschlagmittel, der Hebevorgang, die Einrichtung und Verschraubung der Unterkonstruktion, sowie die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	690	11,50	65%	65,57	AW netto	0,18
Nebentätigkeiten +	175	2,92	16%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	5%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	115	1,92	11%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	2%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	0%			
Σ [Zeit]	375	6,25	35%	65,57	AW zusätzl.	0,10
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben Unterkonstruktion	1065	17,75			AW brutto	0,27

Tabelle 4.8: Aufwandswerte - Einrichten und Verschraubung des Unterbaues (südseitig)

▪ **Verlegen der Deckenelemente in [Std/m²]: Decke über EG und 1. OG**

Unter Verlegen der Deckenelemente wird das Anbringen der Anschlagmittel, der Hebevorgang, die Einrichtung und Verschraubung der Deckenelemente sowie die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage	Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
Tätigkeit: Verlegen der Deckenelemente	[min]	[Std]	[%]	[m ²]		[Std/m ²]
Haupttätigkeit	670	11,17	67%	576,72	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	115	1,92	11%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	100	1,67	10%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	45	0,75	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	5%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	15	0,25	1%			
Σ [Zeit]	335	5,58	33%	576,72	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verlegen der Deckenelemente	1005	16,75			AW brutto	0,03

Tabelle 4.9: Aufwandswerte - Verlegen der Deckenelemente

▪ **Verschrauben der Deckenelemente in [Std/lfm]: Decke über EG und 1. OG**

Unter Verschrauben der Deckenelemente wird die Verschraubung zwischen der Decke und der Außen- sowie Innenwand, die Verschraubung zwischen der Decke und der Unterzüge, sowie der Unterkonstruktion und die Verschraubung der einzelnen Deckenelemente miteinander am Stufenfalz verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage	Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
Tätigkeit: Verschrauben der Deckenelemente	[min]	[Std]	[%]	[lfm]		[Std/lfm]
Haupttätigkeit	870	14,50	79%	505,26	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	75	1,25	7%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	2%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	6%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	40	0,67	4%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	0%			
Σ [Zeit]	230	3,83	21%	505,26	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verschrauben der Deckenelemente	1100	18,33			AW brutto	0,04

Tabelle 4.10: Aufwandswerte - Verschraubung der Deckenelemente

▪ **Verlegen der Dachelemente in [Std/m²]: Decke über 2.OG**

Unter Verlegen der Dachelemente wird das Anbringen der Anschlagmittel, der Hebevorgang, die Einrichtung und Verschraubung der Dachelemente sowie die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage	Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
Tätigkeit: Verlegen der Dachelemente	[min]	[Std]	[%]	[m ²]		[Std/m ²]
Haupttätigkeit	200	3,33	45%	353,07	AW netto	0,01
Nebentätigkeiten +	120	2,00	27%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	10	0,17	2%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	85	1,42	19%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	3%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	245	4,08	55%	353,07	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verlegen der Dachelemente	445	7,42			AW brutto	0,02

Tabelle 4.11: Aufwandswerte - Verlegen der Dachelemente

▪ **Verschrauben der Dachelemente in [Std/lfm]: Decke über 2.OG**

Unter Verschrauben der Dachelemente wird die Verschraubung zwischen dem Dach und der Außen- sowie Innenwand, die Verschraubung zwischen dem Dach und der Unterzüge sowie der Unterkonstruktion und die Verschraubung der einzelnen Dachelemente miteinander am Stufenfalz verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage	Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
Tätigkeit: Verschrauben der Dachelemente	[min]	[Std]	[%]	[lfm]		[Std/lfm]
Haupttätigkeit	295	4,92	75%	241,73	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	25	0,42	6%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	9%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	3%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	100	1,67	25%	241,73	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verschrauben der Dachelemente	395	6,58			AW brutto	0,03

Tabelle 4.12: Aufwandswerte - Verschraubung der Dachelemente

▪ **Einbau der Dämmung an der Wohnungstrennwand zwischen den Wohneinheiten in [Std/m²]:**

Unter Einbau der Dämmung wird die Vorbereitung, der Zuschnitt und die Fixierung der Dämmung an der Wohnungstrennwand verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Einbau der Dämmung zwischen den Wohnungen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	330	5,50	80%	65,30	AW netto	0,08
Nebentätigkeiten +	5	0,08	1%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	6%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	6%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	15	0,25	4%			
Σ [Zeit]	85	1,42	20%	65,30	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Einbau der Dämmung zwischenden Wohnungen	415	6,92			AW brutto	0,11

Tabelle 4.13: Aufwandswerte - Einbau Dämmung zwischen den Wohnungen

▪ **Montage der Winkel in [Std/Stk]:**

Unter Montage der Winkel wird die Verschraubung bzw. Vernagelung der Winkelprofile sowohl an der Außenwand, als auch an der Innenwand verstanden, wobei es sich hier immer um eine Holz – Holz – Verbindung handelt.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Montage der Winkel	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [Stk]	AW	AW [Std/Stk]
Haupttätigkeit	925	15,42	71%	308,00	AW netto	0,05
Nebentätigkeiten +	195	3,25	15%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	60	1,00	5%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	55	0,92	4%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	385	6,42	29%	308,00	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Montage der Winkel	1310	21,83			AW brutto	0,07

Tabelle 4.14: Aufwandswerte - Montage der Winkel

▪ **Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung an den Wandelementen [Std/lfm]:**

Unter Dichtungseinbau zur Schallentkoppelung wird das Anbringen des Dichtungsbandes auf der unten- und oberliegenden horizontalen Stirnfläche der Außenwand sowie der Innenwand verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage Tätigkeit: Dichtungseinbau (stirnseitig) auf Wandelementen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	
					AW [Std/lfm]	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	940	15,67	84%	789,96	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	10	0,17	1%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	100	1,67	9%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	45	0,75	4%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	175	2,92	16%	789,96	AW zusätzl.	0,00
Σ [Zeit] Dichtungseinbau (stirnseitig) auf Wandelementen	1115	18,58			AW brutto	0,02

Tabelle 4.15: Aufwandswerte - Dichtungseinbau zur Schallentkoppelung auf den Wandelementen

▪ **Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken [Std/m²]:**

Unter Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken wird die Anbringung der Anschlagmittel, der Hebevorgang, sowie die Positionierung und die Verschraubung des jeweiligen Elements, sowie die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Treppen und Geländer Tätigkeit: Stellen und Verschrauben der Treppen/Geländer	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m²]	AW	
					AW [Std/m²]	AW [Std/m²]
Haupttätigkeit	855	14,25	58%	77,17	AW netto	0,18
Nebentätigkeiten +	190	3,17	13%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	165	2,75	11%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	185	3,08	13%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	3%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	25	0,42	2%			
Σ [Zeit]	620	10,33	42%	77,17	AW zusätzl.	0,13
Σ [Zeit] Stellen und Verschrauben der Treppen/Geländer	1475	24,58			AW brutto	0,32

Tabelle 4.16: Aufwandswerte - Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken

▪ **Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges in [Std/m²]:**

Unter Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges wird das Einmessen der Position der Stahlprofile zu Verankerung sowie die Anbringung der Anschlagmittel, der Hebevorgang, die Positionierung und die Verschraubung der BSP-Elemente und die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Tätigkeit: Außenverkleidung des Treppenaufganges Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges	Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
	[min]	[Std]	[%]	[m ²]		[Std/m ²]
Haupttätigkeit	520	8,67	71%	58,52	AW netto	0,15
Nebentätigkeiten +	45	0,75	6%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	60	1,00	8%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	60	1,00	8%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	30	0,50	4%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	215	3,58	29%	58,52	AW zusätzl.	0,06
Σ [Zeit] Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges	735	12,25			AW brutto	0,21

Tabelle 4.17: Aufwandswerte - Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges

▪ **Stellen und Verschrauben des Liftschachtes in [Std/m²]:**

Unter Stellen und Verschrauben des Liftschachtes wird das Einmessen der Position der Stahlprofile zu Verankerung sowie die Anbringung der Anschlagmittel, der Hebevorgang, die Positionierung und die Verschraubung der BSP-Elemente und die Entfernung der Anschlagmittel verstanden.

Beurteilung nach REFA						
Tätigkeit: Liftschacht Stellen und Verschrauben des Liftschachtes	Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
	[min]	[Std]	[%]	[m ²]		[Std/m ²]
Haupttätigkeit	45	0,75	28%	84,32	AW netto	0,01
Nebentätigkeiten +	80	1,33	50%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	13%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	6%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	3%			
Σ [Zeit]	115	1,92	72%	84,32	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen und Verschraubendes Liftschachtes	160	2,67			AW brutto	0,03

Tabelle 4.18: Aufwandswerte - Stellen und Verschrauben des Liftschachtes

Wie bereits erwähnt, sind grundlegende Vorbereitungsarbeiten, wie z.B. der Niveaue Ausgleich für die Außen- und Innenwände, das Bohren der Löcher für die Betonanker und das Verschrauben der Winkel auf der Kellerdecke auf dem Niveau des EG in den Tagen zwischen dem 05.05.2014 und dem 08.05.2014 von zwei AK des Unternehmens auf der Baustelle bereits vor Beginn der Aufzeichnungen erledigt worden. Für diese Positionen wurden, im Zuge der Aufwandswertermittlung durch die aufgezeichneten Zeitangaben der durchführenden Firma, die Aufwandswerte errechnet, wodurch eine Interpretation der nachfolgenden Aufwandswerte schwierig ist und für künftige Arbeiten auf Plausibilität zu prüfen ist.

An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass für eine genaue Aussage zu Werten der Winkelmontage und des Niveaue Ausgleichs bei einem weiteren Bauvorhaben eine REFA Analyse durchgeführt werden sollte, da diese beiden Tätigkeiten die Montage und somit die entstehenden Kosten wesentlich beeinflussen.

▪ **Niveaue Ausgleich im EG**

Folgende Arbeiten sind ohne die exakte Gliederung nach REFA in Tätigkeiten, Unterbrechungen und nicht erkennbaren Tätigkeiten in einem Aufwandswert zum Niveaue Ausgleich im EG zusammengefasst. Die Angaben stammen vom ausführenden Holzbauunternehmer und wurden zur weiteren Berechnung der Aufwandswerte seitens des Vorarbeiters zur Verfügung gestellt.

- Vermessung und Aufschnüren des gesamten Grundrisses: 2,5 Std
- Einmessen bzw. Nivellieren des Niveaue Ausgleiches: 5,0 Std
- Herstellung des Niveaue Ausgleiches mit einem Mörtelbett: 7,5 Std

Das ergibt bei zwei AK (2 x [2,5 Std + 5,0 Std + 7,5 Std]) eine Gesamtarbeitszeit von rund 30,0 Std. Die folgende Tabelle zeigt den errechneten Aufwandswert:

Herstellen des Niveaue Ausgleiches im EG in [Std/lfm]:

Beurteilung nach REFA						
Ergeschoss						
Tätigkeit: Niveaue Ausgleich	Σ [min]	Σ [Std]	BG	BE	AW brutto	
Tätigkeit	1800	30,00	141,06	[lfm]	0,21	Std/lfm

Tabelle 4.19: Aufwandswert - Niveaue Ausgleich im EG

Das bedeutet, dass der errechnete AW_{brutto} rund 0,21 Std/lfm ist, welcher durchaus in der zu erwartenden Größenordnung, nach Einschätzung des Verfassers, liegt.

▪ Winkelmontage im EG

Vorab der Datenaufnahme wurden durch die Holzbaufirma ebenso 110 Stück Winkel im EG auf der Stahlbetondecke vormontiert. Das bedeutet, dass ein wesentlicher Zeitfaktor bezüglich der Winkelmontage, sprich das Bohren der Löcher auf der Kellerdeckenoberseite für die Betonanker und der anschließenden Montage der Winkel, nicht in der detaillierten Datenerfassung dieser Arbeit aufscheint. Aus der Aufzeichnung der Firma geht hervor, dass für die gesamte Montage aller Winkel im EG in Summe 6,5 Std pro AK aufgewendet wurden.

Das ergibt bei zwei AK (2 x 6,5 Std) eine Gesamtarbeitszeit von 13,0 Std.

Beurteilung nach REFA						
Ergeschoss						
Tätigkeit: Winkelmontage - Verschraubung Beton	Σ [min]	Σ [Std]	BG	BE	AW brutto	BE
Tätigkeit	780	13,00	110,00	[Stück]	0,12	Std/Stk

Tabelle 4.20: Aufwandswert - Winkelmontage Verschraubung am Beton im EG

Das bedeutet, dass sich bezüglich des Anschlusses der Winkel auf der Betondecke ein AW_{brutto} von rund 0,12 Std/Stk errechnen lässt, was nach Meinung des Verfassers durchaus im realistischen Bereich dieser Tätigkeit liegt.

▪ Zu- und Abplanen der BSP-Elemente

Die bereits montierten und teilweise mit Sichtoberflächen ausgeführten BSP-Elemente müssen auch während der Montagezeit vor witterungsbedingten Einflüssen geschützt sein. Die Zeit, die für diese Tätigkeiten in Anspruch genommen wird, kann für die Kalkulation der täglichen Lohnkosten einen beträchtlichen Anteil einnehmen.

Im Zuge der Aufwandswertermittlung sind die Zeitangaben, welche sich aus den Tätigkeiten des täglichen Zu- und Abplanens der BSP-Produkte zusammensetzen, in Gesamtaufwandswerten mit unterschiedlichen Bezugsgrößen berechnet worden (siehe folgende Tabelle).

Beurteilung nach REFA						
Wohnanlage						
Tätigkeit: Zu- und Abplanen der BSP- Elemente	Σ [min]	Σ [Std]	BG	BE	AW brutto	
Tätigkeit	740	12,33	7,00	[Tag]	1,76	Std/Tag
Tätigkeit (BE ist Bruttofläche der Deckenfläche)	740	12,33	576,72	[m ²]	0,02	Std/m ²

Tabelle 4.21: Aufwandswerte - Zu- und Abplanen der BSP-Elemente

Wie aus obiger Tabelle hervorgeht, nimmt die Tätigkeit tägliches Zu- und Abplanen der BSP-Elemente sehr viel Zeit in Anspruch und kann als eine Art der täglichen Baustelleneinrichtung angesehen werden. Diese Tätigkeit muss bei jeder Witterung durchgeführt werden, damit die geforderten Qualitätsansprüche erreicht werden. Es wird an dieser Stelle explizit darauf hingewiesen, dass vor Übergabe des Werkes der AN dafür

Sorge zu tragen hat, dass das Werk frei von Mängeln bleibt und als solches auch übergeben wird. Somit ist dieser Tätigkeit, auch wenn diese klar als Kostentreiber hervorgeht, große Aufmerksamkeit zu schenken, da nach der Übergabe des Werkes der AG Ansprüche, wie beispielsweise der Gewährleistungsansprüche, stellen kann.

In weiterer Folge werden die einzelnen Aufwandswertpositionen schrittweise den Gesamtaufwandswertpositionen zugeordnet.

4.3.3.2 Aufwandswerte Wand – Detaildarstellung 2

Die einzelnen Aufwandswertpositionen der Wandelemente sind im ersten Schritt zu den Positionen komplette Montage der Außenwand und komplette Montage der Innenwand für die weitere Kalkulation zusammengefasst dargestellt. Die Ausgabe der Aufwandswerte AW_i ³⁵⁸ erfolgt wiederum als AW_{netto} und AW_{brutto} .

▪ **Komplette Montage der Außenwand [Std/m²], bestehend aus folgenden Leistungen:**

- Stellen der Außenwand
- Verschrauben der Außenwand
- Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung an den Außenwandelementen
- Montage der Winkel an der Außenwand (reine Holz – Holz – Verbindung)

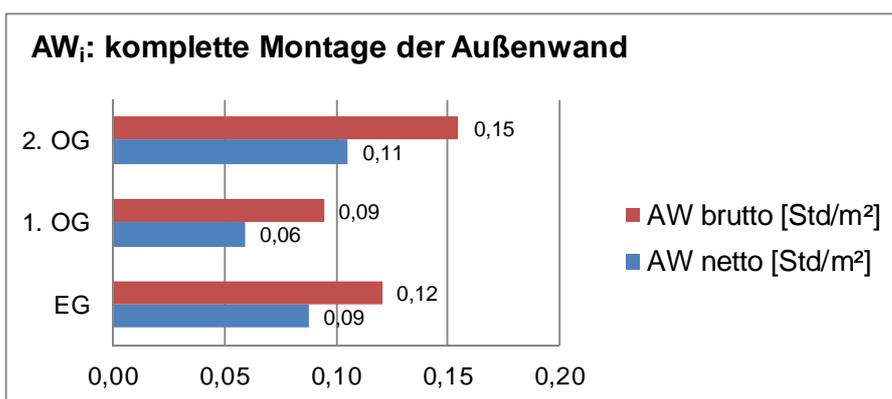


Abbildung 4.9: Aufwandswerte - komplette Montage der Außenwand

³⁵⁸ Aufwandswerte mit der Bezeichnung AW_i stehen sowohl für die Aufwandswerte AW_{netto} als auch für die Aufwandswerte AW_{brutto} .

Anders dargestellt lässt sich der Aufwandswert AW_{brutto} einer BSP-Außenwand, welcher sich für die weitere Kalkulation als maßgeblicher Eingangswert darstellt, folgendermaßen verdeutlichen:

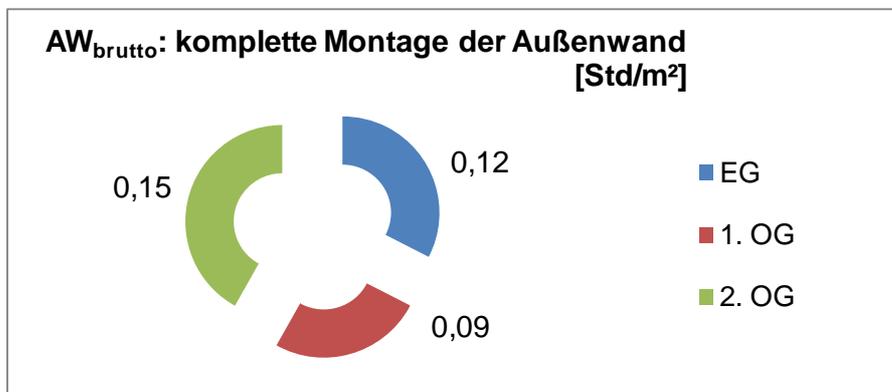


Abbildung 4.10: AW_{brutto} - kompletten Montage der Außenwand

Wie in obiger Grafik ersichtlich ist, liegt der AW_{brutto} für die Montage einer Außenwand aus Brettsperrholz im EG bei rund 0,12 Std/m², im 1. OG bei rund 0,09 Std/m² und im 2. OG bei rund 0,15 Std/m². Die Unterschiede der Werte bei gleichen Elementen lassen sich durch erschwerte Einbaubedingungen und zeitlich längere Hebevorgänge erklären.

▪ **Komplette Montage der Innenwand [Std/m²], bestehend aus folgenden Leistungen:**

- Stellen der Innenwand
- Verschrauben der Innenwand
- Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung an den Innenwandelementen
- Winkelmontage an der Innenwand (reine Holz – Holz – Verschraubung)

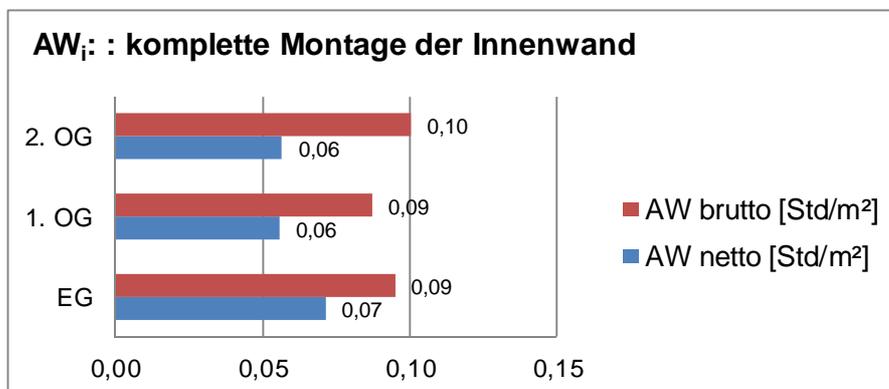


Abbildung 4.11: Aufwandswerte - kompletten Montage der Innenwand

Anders dargestellt lässt sich der Aufwandswert AW_{brutto} einer Innenwand aus Brettsperrholz, welcher sich für die weitere Kalkulation als maßgeblicher Eingangswert darstellt, folgendermaßen verdeutlichen:

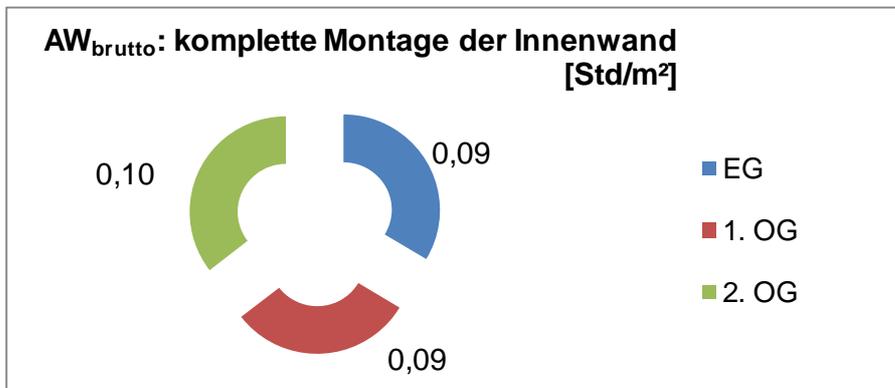


Abbildung 4.12: AW_{brutto} - komplette Montage der Innenwand

Wie in obiger Grafik ersichtlich ist, liegt der AW_{brutto} für die Montage einer Innenwand aus Brettsperrholz einer im EG bei rund 0,09 Std/m², im 1. OG bei rund 0,09 Std/m² und im 2. OG bei rund 0,10 Std/m². Die angeführten Aufwandswerte weisen eine sehr geringe Variabilität auf, was auf eine gut geplante Bauausführung, sowie auf eine einfachere Montage als bei einer Außenwand schließen lässt.

Im Schnitt sind die AW_{brutto} , aber auch die AW_{netto} , in der kompletten Montage der Innenwände geringer, als bei der kompletten Montage der Außenwände. Dieser Umstand lässt sich folgendermaßen erläutern:

- Höhere Anzahl zu Positionierender Winkel an der Außenwand
- Generell erschwerter Einbau der Außenwände aufgrund größerer Elementabmessungen als bei den Innenwänden
- Erschwertes Arbeiten aufgrund der Gerüstung bei der Verschraubung der Außenwand
- Im Schnitt wurden mehr Arbeitskräfte bei der Montage der Außenwände als bei den Innenwänden benötigt

4.3.3.3 Gesamtaufwandswerte Wand

In einem weiteren Schritt werden die Aufwandswerte der kompletten Montage der Außen- bzw. Innenwand zu einem gesamten Aufwandswert der Montage der Wände zusammengefasst. Der Aufwandswert gesamte Montage der Wände beinhaltet folgende Positionen:

- **gesamte Montage der Wände**
 - Komplette Montage der Außenwand
 - Komplette Montage der Innenwand

- Einrichten und Verschrauben der Unterzüge
- Einrichten und Verschrauben der Unterkonstruktion (Stützen + Unterzüge) für Balkon (südseitig)
- Einbau der Dämmung auf der Wohnungstrennwand zwischen den Wohnungen

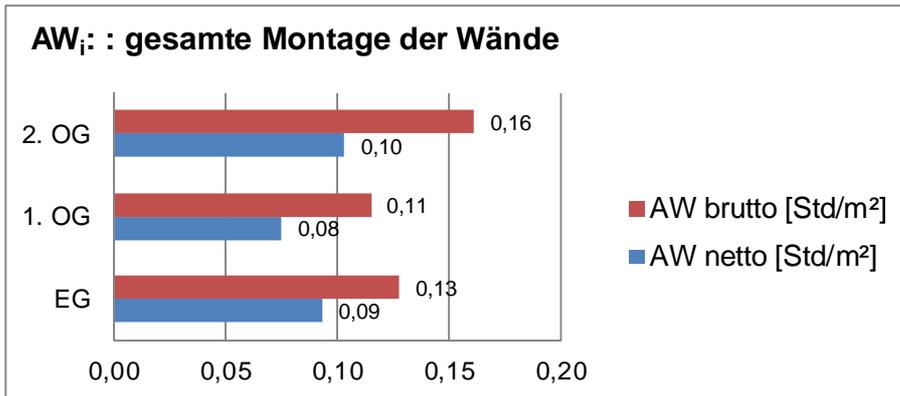


Abbildung 4.13: Aufwandswerte - komplette Montage der Wände

Anders dargestellt lässt sich der Aufwandswert AW_{brutto} für die Montage einer Brettsperrholzwand, welcher sich für die weitere Kalkulation als maßgeblicher Eingangswert darstellt, folgendermaßen verdeutlichen:

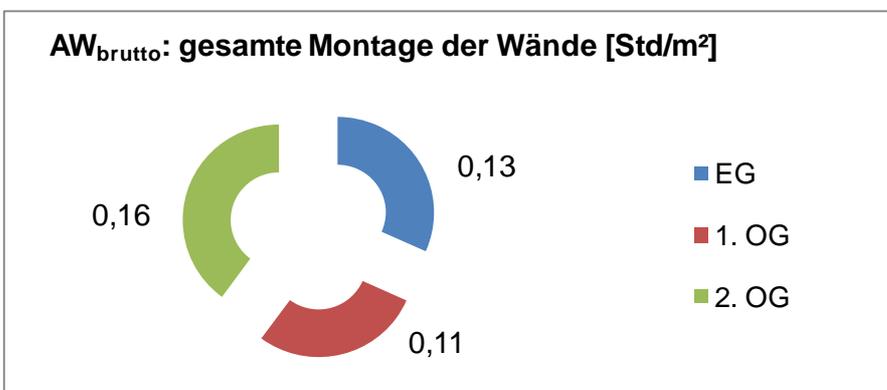


Abbildung 4.14: AW_{brutto} - komplette Montage der Wände

Wie in obiger Grafik ersichtlich ist, liegt der AW_{brutto} für die gesamten zu tätigen Holzbauleistungen hinsichtlich der Wandmontage im EG bei rund 0,13 Std/m², im 1. OG bei rund 0,11 Std/m² und im 2. OG bei rund 0,16 Std/m². Der Unterschied zwischen dem AW_{brutto} im EG und jenen im 1. OG lässt sich aufgrund eines geringen Einarbeitungseffektes erklären. Der erhöhte AW_{brutto} im 2. OG lässt sich folgendermaßen erklären: Dem Kranfahrer war die Sicht zum Einbauort nicht gegeben. Somit war dieser auf exakte Anweisungen vom Vorarbeiter mittels Kommunikationsgerät angewiesen, was zu längeren Positionierungsvorgängen der BSP-Elemente führte. Des Weiteren sind die zeitlich längeren Hubzeiten des Autokrans und die zu diesem Zeitpunkt der Montagearbeiten schon fer-

tiggestellte Außenverkleidung des Treppenaufganges, welche sich im Hinblick auf die Montage der zweiten Wohneinheit als Behinderung darstellte, zu nennen.

4.3.3.4 Aufwandswerte – Erläuterung der Detaildarstellung am Beispiel der Außenwand

Die folgenden Darstellungen in Form der Tabelle und der Abbildungen zeigen stellvertretend für die detaillierte Auswertung der Aufwandswerte im Anhang den Datenaufbau am Beispiel der Außenwand im 1. OG.

Zuerst wurden die einzelnen Zeitangaben aus den Beobachtungen, wie unter Punkt 4.2.4 beschrieben, einer bestimmten Tätigkeit bzw. einem bestimmten Arbeitsablauf zugeteilt.

Beim Stellen der Außenwand zählen zur Kategorie Haupttätigkeit folgende Arbeitsschritte:

- Anbringung der Anschlagmittel
- Hebevorgang des BSP-Elementes
- Positionierung des BSP-Elementes
- Entfernung der Anschlagmittel

Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit	Stellen der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
	Haupttätigkeit	255	4,25	52%	168,00	AW netto	0,03
	Nebentätigkeiten +	150	2,50	31%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	56	0,93	12%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	persönlichbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	10	0,17	2%			
	Σ [Zeit]	231	3,85	48%	168,00	AW zusätzl.	0,02
	Σ [Zeit] Stellen der Außenwand	486	8,10			AW brutto	0,05

Tabelle 4.22: Aufwandswert - Stellen der Außenwand im 1. OG

Die folgende Abbildung zeigt die zugehörige Analyse der Tätigkeiten und Unterbrechungen, wobei die Haupttätigkeit der Position, in diesem Fall das Stellen der Außenwand, zuzuordnen ist.

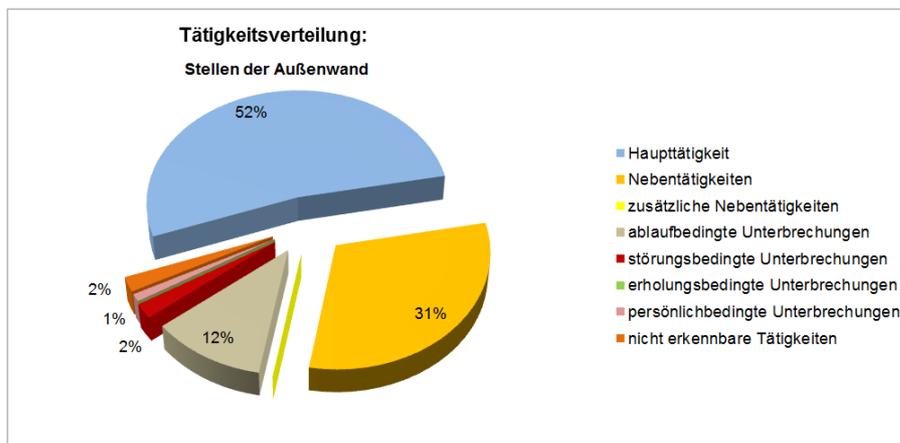


Abbildung 4.15: Tätigkeitsverteilung beim Stellen der Außenwand im 1. OG

Die errechneten Aufwandswerte für die Tätigkeit Stellen der Außenwand in den drei Geschossen EG, 1. OG und 2. OG werden in den folgenden Grafiken erläutert.

Dabei sind der AW_{netto} und der AW_{brutto} farblich und grafisch unterschiedlich dargestellt.

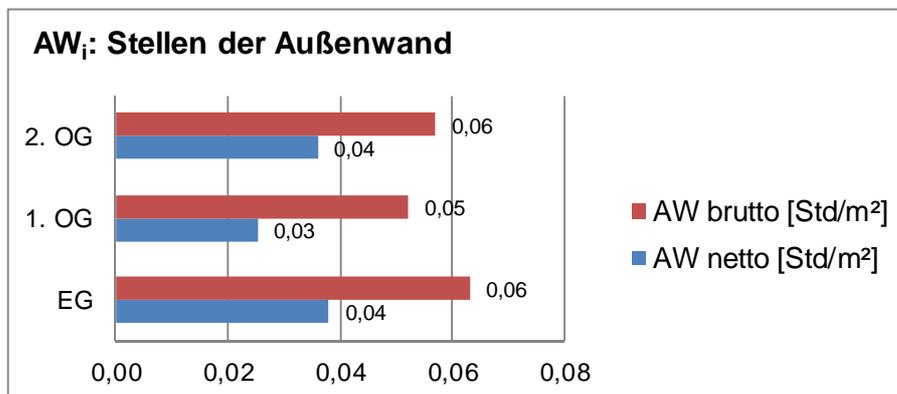
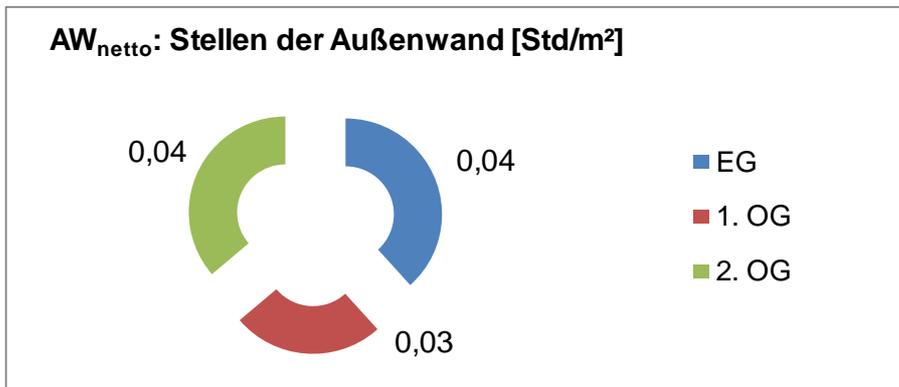
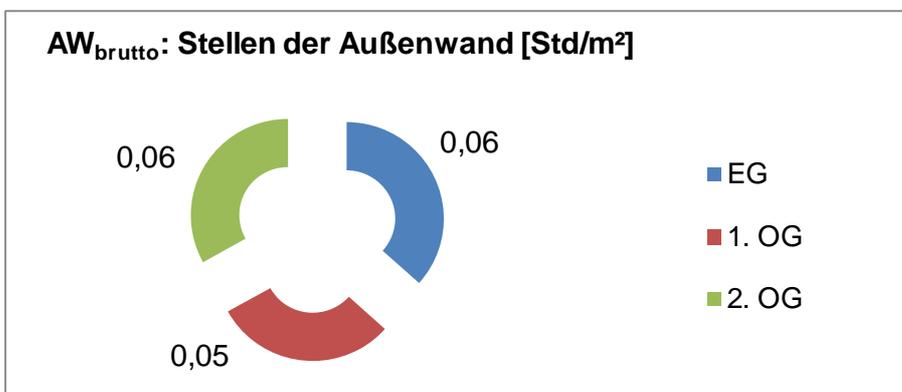


Abbildung 4.16: Aufwandswerte - Stellen der AW in den drei Geschossen

Abbildung 4.17: AW_{netto} - Stellen der AW in den drei GeschossenAbbildung 4.18: AW_{brutto} - Stellen der AW in den drei Geschossen

Aus den ermittelten Aufwandswerten, welche in obiger Tabelle bzw. den Abbildungen dargestellt sind, geht eindeutig hervor, dass sich die Produktivität in den einzelnen Geschossen nicht wesentlich verändert hat. Das bedeutet auch, dass sich beim Stellen der Außenwand im ersten und zweiten Obergeschoss kein wesentlicher Einarbeitungseffekt gegenüber dem Erdgeschoss erkennen lässt.

Diese Vorgehensweise wurde generell bei der Ermittlung aller Aufwandswerte gewählt.

4.3.3.5 Gesamtaufwandswerte Decke/Dach

Mit der Ermittlung der Leistungen nach der Detaildarstellung 1 für das Verlegen bzw. das Verschrauben der Decken- und Dachelemente, werden in weiterer Folge in ähnlicher Weise wie bei der Ermittlung der Aufwandswerte für die Wände, der AW_{netto} und der AW_{brutto} für die komplette Montage der Decken- bzw. Dachelemente ermittelt.

Die komplette Montage der Decken- und Dachelemente setzen sich aus den folgenden Positionen zusammen:

- Verlegen der Decken- bzw. Dachelemente
- Verschrauben der Decken- bzw. Dachelemente

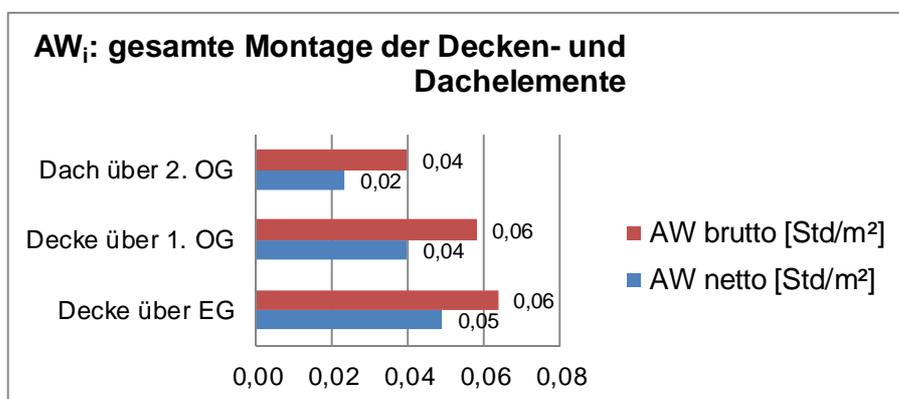


Abbildung 4.19: Aufwandswerte - gesamte Montage der Decken- und Dachelemente

Anders dargestellt lässt sich der Aufwandswert AW_{brutto} für die Montage einer Decken- bzw. Dachelements aus Brettsperrholz, welcher sich für die weitere Kalkulation als maßgeblicher Eingangswert darstellt, folgendermaßen verdeutlichen:

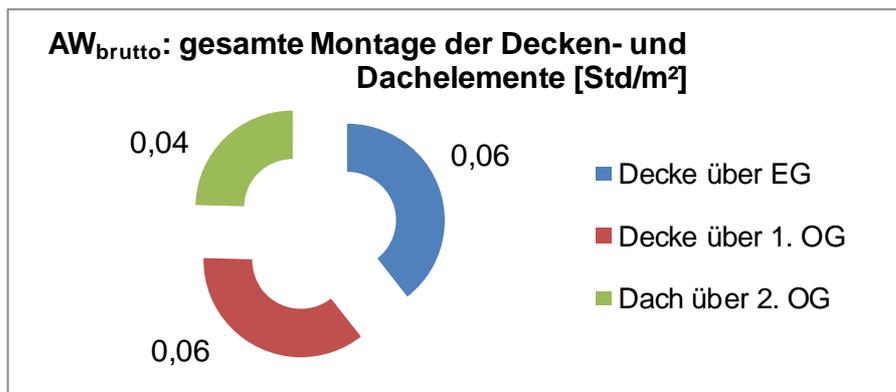


Abbildung 4.20: AW_{brutto} - gesamte Montage der Decken- und Dachelemente

Wie in obiger Grafik ersichtlich ist, liegt der AW_{brutto} für die gesamten zu tätigen Holzbauleistungen hinsichtlich der Deckenmontage im EG und im 1. OG bei rund 0,06 Std/m² und hinsichtlich der Dachmontage im

2. OG bei rund 0,04 Std/m². Die erhöhten AW_{brutto} im EG und im 1. OG lassen sich folgendermaßen erklären: Im EG und 1. OG sind jeweils 14 Deckenelemente und im 2. OG 10 Deckenelemente aus Brettsperholz montiert worden. Die größere Anzahl an Brettsperholzelementen ergibt somit eine größere Anzahl an einzelnen Stößen, welche zu verschrauben sind, wodurch die Aufwandswerte in der ersten und zweiten Geschossebene höher sind.

4.3.4 Geräteleistung/-kosten für die Kalkulation

Auf der betrachteten Baustelle wurde ein 35 Tonnen schwerer, dreiachsiger Teleskopkran bzw. Autokran mit der Produktbezeichnung LTF 1035-3.1 – 35 t zum Versetzen der BSP-Elemente eingesetzt. Diese Bauart zeichnet sich vor allem durch ihre Flexibilität bezüglich des Einsatzes an unterschiedlichen Standorten auf der Baustelle und die relativ kurze Zeit für den Umbau, im Falle eines Standortwechsels, aus. Des Weiteren ist dieser Krantyp, im Gegensatz zu typischen auf Baustellen oftmals eingesetzten Turmdrehkränen, prinzipiell in der Lage, höhere Lasten zu heben.

Die Geräteleistung ist für die betrachtete Baustelle eher von untergeordneter Bedeutung, da das Gerät meist von der Montageleistung der AK abhängig ist, obwohl es höhere Leistungswerte (z.B. Hübe pro Stunde) erzielen könnte.

Laut Duschel/Plettenbacher³⁵⁹ liegen die Netto-Mietkosten für Hebegeräte dieser Art zwischen 65,0 €/h und 100,0 €/h, wobei für den Auf- und Abbau Netto-Kosten zwischen 100,0 €/h und 400,0 €/hanfallen können.

Die im Folgenden angeführten tatsächlichen Nettokosten für den mobilen Kran wurden freundlicherweise dem Verfasser dieser Arbeit von der ausführenden Firma zur Verfügung gestellt.

- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| ▪ Zu- und Abfahrtskosten | 65,0 €/h |
| ▪ Kosten je Arbeitsstunde | 65,0 €/h |
| ▪ Mautpauschale | 19,0 € |
| ▪ Überzeit für Kranfahrer mit 50 % | 13,0 €/h (bis 500 Std) |

Für den Leistungszeitraum von sechs Werktagen ergibt sich somit ein Brutto-Gesamtmietbetrag für den Autokran von € 4.102, 20 aus den genannten Einzelkosten.

³⁵⁹ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 274.

Im betrachteten Zeitraum wurden rund 2160 m² an Wand-, Decken- und Dachelementen versetzt. Die Flächenbezugsgröße versteht sich ohne den mittels Autokran versetzten Unterzügen und Stützen.

Aus der Berechnung des Quotienten der Gesamtmiete mit € 4102,20 und der errechneten Bezugsfläche von 2160 m² erhält man daraus Gerätekosten in der Höhe von 1,90 €/m².

In weiterer Folge dienen die berechneten Gerätekosten als Grundlage für einen Kostenvergleich zwischen dem eingesetzten Personal und dem kostenintensivsten eingesetzten Gerät auf der Baustelle.

4.3.5 Fiktiver Kostenvergleich zwischen Personal- und Gerätekosten

Die folgende Berechnung stellt eine Hochrechnung nach der derzeit gültigen Kalkulationsnorm ÖNORM B 2061 der anfallenden Kosten für den Unternehmer dar.

Laut österreichischer Wirtschaftskammer (kurz: WKO) gelten mit 01.05.2014 für das Zimmermeistergewerbe die folgenden kollektivvertraglich festgelegten Lohnordnungen³⁶⁰.

Auf der Baustelle waren ein Hilfspolier mit einem Kollektivvertragslohn von 14,54 €/Std, mit der Annahme eines überkollektivvertraglichen Mehrlohnes von 20 % und im Schnitt eine Mannschaft von fünf Facharbeitern mit einem Kollektivvertragslohn von 12,53 €/Std, mit der Annahme des Mehrlohnes von 10 % je Mann, beschäftigt (vgl. HILFSBLATT 1).

Arbeitszeit- und Dienstreisevergütung

Es wird von einer Normalarbeitszeit von 39 Wochenstunden plus einer Überstunde (vgl. HILFSBLATT H2A NEU) ausgegangen. Das kleine Taggeld³⁶¹ beläuft sich laut Kollektivvertrag auf € 10,30, wobei angenommen wird, dass sich der tatsächliche Betrag auf € 12,- beläuft. Es wurde dabei angenommen, dass alle Arbeiter im Umkreis von 100 km zur Baustelle wohnen und weniger als 9 h täglich arbeiten. Die Auszahlung einer Fahrtkosten- bzw. Dienstreisevergütung der Mannschaft entfällt aufgrund der Beförderung mit den firmeneigenen Fahrzeugen (vgl. HILFSBLATT 2B NEU). Andere lohngebundenen Kosten fallen mit den

³⁶⁰ Vgl. WKO, Home/Sparte Gewerbe und Handwerk/Holzbau, Bundesinnung/Arbeitsrecht & KV/Kollektivvertrag/Kollektivverträge und Lohnordnung – Übersicht.
https://www.wko.at/Content.Node/branchen/oe/Holzbau/2014_KV_Beilage_Zimmerer_NEU.pdf. Zugriff: 19.10.2014.

³⁶¹ Vgl. kollektivvertrag.at, Beilage zum Kollektivvertrag für Bauindustrie und Baugewerbe.
<http://www.kollektivvertrag.at/kv/bauindustrie-und-baugewerbe-zkv-a9-pyhrm Autobahn-abschnitt-bosruck-arb/bauindustrie-und-baugewerbe-beilage-lohn-gehalt/3566498>. Zugriff am: 21.10.2014.

Positionen Kommunalabgabe, Haftpflichtversicherung, Kleingerät und Nebenstoffe an (vgl. HILFSBLATT 3).

Aus dem Kalkulationsformblatt K3 NEU gehen somit die Mittellohnkosten (kurz: MLK) mit 36,23 €/Std hervor und unter der Annahme der Geschäftsgemeinkosten von 5 %, Bauzinsen von 1,5 %, des Wagnis von 3 % und des Gewinns von 2 % beläuft sich der Gesamtzuschlag mit 12,99 % auf die Mittellohnkosten. Aus den Mittellohnkosten und dem Gesamtzuschlag kann somit der zu verrechnende Mittellohnpreis von 40,94 €/Std ermittelt werden (vgl. FORMBLATT K 3 NEU).

In weiterer Folge wird der quantitative Unterschied zwischen den entstandenen Personalkosten gegenüber den anfallenden Kosten des kostenintensivsten Gerätes, sprich dem Teleskopkran mit ca. 1,90 €/m², dargestellt.

Unter Verwendung eines durchschnittlichen Aufwandswertes aus der durchgeführten Analyse kann ein näherungsweise Kostenvergleich zwischen den Personalkosten und den Gerätekosten für den Autokran, bezogen auf die jeweilige Verrechnungseinheit, durchgeführt werden.

Der durchschnittliche Aufwandswert für das Stellen der Außenwand, der Innenwand, der Decken, des Daches, der Treppen und des Liftschachtes am betrachteten Objekt liegt bei ca. 0,10 Std/m².

Multipliziert man die errechneten Mittellohnkosten mit 36,23 €/Std und mit der Anzahl von sechs Arbeitskräften sowie dem durchschnittlichen Aufwandswert von ca. 0,10 Std/m², so erhält man Personalkosten pro Verrechnungseinheit (VE: m²) in der Höhe von 21,80 €/m².

Dieser einfache Kostenvergleich zwischen den Personalkosten von 21,80 €/m² und den Gerätekosten für den Teleskopkran mit ca. 1,90 €/m² zeigt, dass die Personalkosten eindeutig als der maßgebliche Einflussfaktor in der Kalkulation einer solchen Montage von Brettsper Holzbauteilen identifiziert werden können.

4.4 Darstellung der ermittelten Aufwandswerte

Die folgenden Tabellen zeigen alle ermittelten Aufwandswerte, die im Zuge der Baustellenbeobachtung ermittelt wurden.

- Montage der Winkel

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Verbohrung und -schraubung auf Kellerecke im EG			0,12	[Std/Stk]
Verschraubung u. -nagelung der Holz – Holz – Verbindung im EG	0,05	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]
Verschraubung u. -nagelung der Holz – Holz – Verbindung im 1. OG	0,03	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]
Verschraubung u. -nagelung der Holz – Holz – Verbindung im 2. OG	0,08	[Std/Stk]	0,11	[Std/Stk]

Tabelle 4.23: Aufwandswerte - Montage der Winkel

- Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Einbau im EG	0,04	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
Einbau im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,02	[Std/lfm]
Einbau im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]

Tabelle 4.24: Aufwandswerte - Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung

- Montage der Unterkonstruktion (südseitig) für Balkon

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Einrichten/Verschrauben der Unterkonstruktion. im EG	0,09	[Std/lfm]	0,15	[Std/lfm]
Einrichten/Verschrauben der Unterkonstruktion im 1. OG	0,19	[Std/lfm]	0,26	[Std/lfm]
Einrichten/Verschrauben der Unterkonstruktion im 2. OG	0,24	[Std/lfm]	0,37	[Std/lfm]

Tabelle 4.25: Aufwandswerte - Montage der Unterkonstruktion (südseitig) für Balkon

- Montage der Wandelemente

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Stellen der AW im EG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]
Stellen der AW im 1. OG	0,03	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]
Stellen der AW im 2. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]
Verschrauben der AW im EG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]
Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]
Verschrauben der AW im 2. OG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]
Stellen der IW im EG	0,03	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]
Stellen der IW im 1. OG	0,02	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]
Stellen der IW im 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]
Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/lfm]	0,06	[Std/lfm]
Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
Stellen/Verschrauben der AW im EG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]
Stellen/Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]
Stellen/Verschrauben der AW im 2. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]
Stellen/Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/m ²]	0,07	[Std/m ²]
Stellen/Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]
Stellen/Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]

Tabelle 4.26: Aufwandswerte - Montage der Wände

- Komplette bzw. gesamte Montage der Wandelemente

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
komplette Montage der AW im EG	0,09	[Std/m ²]	0,12	[Std/m ²]
komplette Montage der AW im 1. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]
komplette Montage der AW im 2. OG	0,11	[Std/m ²]	0,15	[Std/m ²]
komplette Montage der IW im EG	0,07	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]
komplette Montage der IW im 1. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]
komplette Montage der IW im 2. OG	0,06	[Std/m ²]	0,10	[Std/m ²]
gesamte Montage der Wände im EG mit Zeitaufzeichnung der Firma			0,22	[Std/m ²]
gesamte Montage der Wände im EG ohne Zeitaufzeichnung der Firma	0,09	[Std/m ²]	0,13	[Std/m ²]
gesamte Montage der Wände im 1. OG	0,08	[Std/m ²]	0,11	[Std/m ²]
gesamte Montage der Wände im 2. OG	0,10	[Std/m ²]	0,16	[Std/m ²]

Tabelle 4.27: Aufwandswerte - komplette bzw. gesamte Montage der Wandelemente

- Montage der Unterzüge

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im EG	0,05	[Std/lfm]	0,08	[Std/lfm]
Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 2. OG	0,03	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]

Tabelle 4.28: Aufwandswerte - Montage der Unterzüge

- Montage der Deckenelemente

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Verlegen der Deckenelemente über EG	0,02	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]
Verlegen der Deckenelemente über 1. OG	0,02	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]
Verschrauben der Deckenelemente über EG	0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
Verschrauben der Deckenelemente über 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]
gesamte Montage der Deckenelemente über EG	0,05	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]
gesamte Montage der Deckenelemente über 1. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]

Tabelle 4.29: Aufwandswerte - Montage der Deckenelemente

- Montage der Dachelemente

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Verlegen der Dachelemente über 2. OG	0,01	[Std/m ²]	0,02	[Std/m ²]
Verschrauben der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]
gesamte Montage der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]

Tabelle 4.30: Aufwandswerte - Montage der Dachelemente

- Montage der Dämmung an der Wohnungstrennwand zwischen den Wohneinheiten

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Montage der Dämmung im EG	0,09	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]
Montage der Dämmung im 1. OG	0,08	[Std/m ²]	0,10	[Std/m ²]
Montage der Dämmung im 2. OG	0,08	[Std/m ²]	0,11	[Std/m ²]

Tabelle 4.31: Aufwandswerte - Montage der Dämmung an der Wohnungstrennwand

Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über die ermittelten Aufwandswerte bezüglich der Leistungen:

- Montage Treppen
 - Vormontage der Trittstufen
 - Montage der Treppen
- Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken
- Stellen und Verschrauben Liftschachtes
- Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges
- Messen/Zuschnitt/Verschrauben der stirnseitigen Dachverkleidung
- Zu- und Abplanen der BSP-Elemente

Leistung	AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE
Vormontage der Trittstufen	0,11	[Std/Stk]	0,20	[Std/Stk]
	0,25	[Std/m ²]	0,41	[Std/m ²]
	0,34	[Std/lfm]	0,56	[Std/lfm]
Montage des Treppenaufganges	0,16	[Std/Stk]	0,25	[Std/Stk]
	0,39	[Std/m ²]	0,58	[Std/m ²]
	0,52	[Std/lfm]	0,78	[Std/lfm]
Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken	0,18	[Std/m ²]	0,32	[Std/m ²]
Stellen und Verschrauben Liftschachtes	0,01	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]
Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges	0,15	[Std/m ²]	0,21	[Std/m ²]
Messen/Zuschnitt/Verschrauben der stirnseitigen Dachverkleidung	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]

Tabelle 4.32: Aufwandswerte - Montage der Treppen, der Geländer, des Treppenaufganges, des Liftschachtes und der Dachverkleidung

4.5 Problematik der Auswertung

Die Auswertung von Aufwands- bzw. Leistungswerten basiert auf den Grundlagen der erfassten Daten während der Baustellenbeobachtung. Werden alle getätigten Beobachtungen nicht exakt dokumentiert bzw. Daten auf der Baustelle unzureichend aufgenommen, so können keine aussagekräftigen Ergebnisse in Form von Aufwandswerten für die weiteren Kalkulationen ermittelt werden, da die Eintrittswahrscheinlichkeit der Ergebnisse sinkt.

Bei der Auswertung zur Ermittlung von Kalkulationswerten müssen jene notierten Zeiten im Datenerfassungsbogen, welche bestimmten Teilvorgängen, wie z.B. das Stellen und das Verschrauben von Decken- oder Wandelementen, nicht zugeordnet werden können, gestrichen und weggelassen werden. Ein Beispiel dazu wäre die Montage der vierten Rüstebene.

Zu Beginn der Baustellenbeobachtung waren die gesamten Vermessungsarbeiten betreffend der Position der Montagewinkel sowie der Lage der Außen- und Innenwände im EG und die Montage der Winkel auf der Fundamentplatte bereits abgeschlossen. Damit konnten diese Arbeitsabläufe durch den Beobachter nicht direkt im DEB aufgenommen werden. Nach Rücksprache mit dem Bauherrn und dem ausführenden Personal vor Ort wurde der Zeitaufwand der bereits getätigten Arbeiten so genau als möglich erfasst und in der Analyse berücksichtigt.

Es sollte im Zuge einer Analyse nach REFA auf einer Baustelle darauf Bedacht genommen werden, dass alle für eine Tätigkeit durchzuführenden Leistungen von Beginn an durch einen externen Beobachter mit aufgezeichnet werden, nur so kann eine neutrale Aussage zu allen Tätigkeiten getroffen werden.

Die Zeitangaben, die von der ausführenden Firma zur Analyse bzw. zur Aufwandswertermittlung zur Verfügung gestellt wurden, sind in den besagten Aufwandswerten wie z.B. der Winkelmontage im EG, einzeln dargestellt und nicht berücksichtigt.

Die betrachtete Baustelle weist einen anteilmäßig geringen Prozentsatz an Verteil- und Erholungszeiten auf. Somit können die anfallenden Störgrößen in die weitere Aufwandswertermittlung miteinfließen. Wären größere Probleme auf der Baustelle bezüglich des Montagefortschrittes durch unvorhersehbare Ereignisse bzw. Probleme und Behinderungen aufgetreten, so müsste eine Bereinigung der erfassten Daten vorgenommen werden, was in dieser Analyse aber nicht der Fall war.

4.6 Anwendbarkeit in der Holzbaukalkulation

Die Aufwands- und Leistungswerte des untersuchten Objektes wurden auf Basis der Montage von BSP-Produkten ermittelt. Somit dürfen diese Ansätze auch nur für gleiche oder sehr ähnliche Bauweisen bzw. Bauvorhaben mit ähnlichen Randbedingungen künftig angewandt werden.

Die ermittelten Aufwands- und Leistungswerte können als Kalkulationsgrundlagen in die Holzbaukalkulation von Brettsperrholzbauten, beispielsweise zur Ermittlung von anfallenden Lohnkosten bei Montageaufträgen, angewandt werden. Die Aufwandswerte bilden die Eingangswerte für die Kalkulation mittels Kalkulationsformblatt K7 der ÖNORM 2061.

Die Aufwandswerte wurden je nach möglichen Mengeneinheiten bzw. Verrechnungseinheiten in [m²], in [Stk] und in [lfm] ausgegeben, womit eine universelle Einsatzmöglichkeit in künftigen Kalkulationen gegeben ist.

Bei der Ermittlung der Aufwandswerte in dieser Arbeit wurde für die Verschraubung der BSP-Produkte prinzipiell zwischen dem horizontalen Verschrauben von Decken- bzw. Dachelementen und dem vertikalen Verschrauben der Außen- und Innenwände unterschieden.

Die zusammengestellten Aufwandswerte dieser Arbeit sind, aus der Sicht des Verfassers, aus einem sehr strukturierten, gut geplanten und klar vorbereiteten Bauvorhaben mit einem gering auftretenden Anteil an Störgrößen ermittelte Werte. Diese können pauschal nicht als richtig für alle weiteren Kalkulationen angesehen werden. Bezüglich deren Vergleichbarkeit mit anderen BSP-Baustellen müssen noch weitere unabhängige Beobachtungen durchgeführt werden.

Die Kalkulationsansätze dienen jedoch als sehr gute Basis und Eingangswerte für die Ermittlung von Kosten für die Montage von Brettsperrholzobjekten. Werden diese in künftigen Kalkulationen eingesetzt, sind sämtliche Eingangsparameter, welche das zukünftige Bauvorhaben aufweist, mit jenen Randbedingungen des untersuchten Objektes zu vergleichen. Zu kalkulierende Objekte sollten stets durch erfahrene Kalkulanten auf Plausibilität überprüft werden.

5 Potenziale und Ausblick

Mit der Entwicklung neuartiger Holzprodukte und dem starken Anstieg der Vorfertigung im konstruktiven Holzbau, nahm die Industrialisierung in der Holzbaubranche in den letzten 25 Jahren stark zu. Dadurch ergibt sich einerseits ein neues Betätigungsfeld für zahlreiche Holzbaubetriebe in Form großvolumiger Holzbauten, sowie eine Möglichkeit der Holzverarbeitenden Industrie, deren Produkte und den Holzbau insgesamt gemeinsam weiter zu entwickeln.

Vor allem durch die weitere und intensive Erforschung des Produktes Holz, auch mit speziellem Fokus auf die Massiv-Holzbauweise, durch die Wissenschaft und einigen innovativen Unternehmen, konnten neue Produkte, wie beispielsweise Brettsperrholz, dem Baustoffmarkt zugeführt werden.

Mit Brettsperrholz gewinnt die massive Holzbauweise auch im Bau mehrgeschossiger Objekte, wie beispielsweise im Wohnbau, weiterhin an Bedeutung, da die Marktnachfrage an ökologischen Baustoffen von starkem Wachstum betroffen ist.

5.1 Potenzial durch holzbauliche Arbeitsverfahren

Zu Beginn des Planungsprozesses eines Bauobjektes stehen neben der bautechnischen Qualität vor allem die zu erwartenden Kosten im Blickpunkt jedes potentiellen Investors. Der Baustoff Holz ist im Gegensatz zu anderen am Markt erhältlichen mineralischen Baustoffen aufgrund des höheren Materialeinsatzes und eines hochwertigeren Ausgangsstoffes kostentechnisch höher einzustufen, was die Entscheidungsfindung des Planers und/oder des Bauherrn für den Baustoff Holz nicht eindeutig ausfallen lässt.

▪ Kurze Bauzeit

Das Potenzial der holzbaulichen Arbeitsverfahren liegt klar in der kurzen Rohbauzeit gegenüber anderen herkömmlichen Arbeitsverfahren im Wohnungsbau. Mineralische Werkstoffe, wie es beispielsweise die Baustoffe Beton oder Ziegel sind, benötigen nach Beendigung der eigentlichen Rohbauarbeiten bestimmte Zeiten zur Austrocknung, bevor mit der Gestaltung der Außenhülle oder mit dem Innenausbau begonnen werden kann. Dieser Sachverhalt ist für die trockene Holzbauweise nicht zutreffend. Das bedeutet, dass gerade bei sehr kurz geplanten Rohbauzeiten das Bauen mit Holz einen wesentlichen Vorteil darstellen kann.

Die möglichst kurze Bauzeit ist auch ein Argument für den Baustoff Holz, welcher aufgrund einer geringeren Masse pro Bezugseinheit eine leicht-

tere Bauweise darstellt. Die Dichte von Brettsperrholz liegt bei rund 470 kg/m^3 , wobei vergleichsweise die Dichte von Stahlbeton mit rund 2400 kg/m^3 bzw. die Dichte von einem Mauerwerksverband von rund 1700 kg/m^3 deutlich größer ist. Somit sind im Schnitt die eingesetzten Arbeitskräfte im Holzbau weniger stark belastet, als in vergleichbaren Sparten im Bauwesen.

▪ Baustelleneinrichtung

Ein weiterer, nicht unwesentlicher Vorteil ist, dass beim Großteil der eingesetzten Holzbauverfahren ein geringer Platzbedarf rund um das Bau- feld benötigt wird, da in der Regel die Holzelemente just in time geliefert werden. Somit werden meist geringere Montage- und Lagerflächen vor Ort benötigt, als bei anderen Bauweisen, wie beispielsweise bei der Arbeit mit Stahlbeton, wo neben den Stehflächen für Betonmischer und Betonpumpe noch meist zusätzlich große Lagerflächen für Bewehrungs- stahl und Schalungselemente vorhanden sein müssen.

In der Regel handelt es sich bei Montagearbeiten im Holzbau um Bau- stellen mit sehr kurzer Bauzeit, womit auf der Baustelle nur eine sehr geringe Einrichtung mittels Container erforderlich ist, wie beispielsweise Aufenthalts- und Sanitäreinrichtungen. Die benötigten Klein- Montagewerkzeuge, wie z.B. Ketten- und Handkreissäge, Schlag- Bohrmaschine und Zubehör, Hämmer, Schlagschnur, Winkel, Wasser- waage und Balkenzug etc., werden prinzipiell nicht auf der Baustelle, sondern in den Firmentransportwägen gelagert, womit sich die Baustel- leinrichtung auf ein Minimum reduzieren lässt.

▪ Montagefortschritt

Der Fortschritt der Arbeiten in der Holz-Massivbauweise wird, neben den nicht beeinflussbaren Witterungseinflüssen, prinzipiell ausschließlich vom Hebegerät wie z.B. dem Teleskopkran sowie der Montageleistung der Arbeitskräfte und deren Hilfsmittel, wie beispielsweise eventuelle Hebebühnen und Hilfsgeräte für die Holzbaumontage, bestimmt.

Auf einem Standard-LKW-Auflieger können bei einer zugelassenen Achs- last von 25 to theoretisch rund 53 m^3 BSP-Elemente, bei einer ange- nommenen Dichte von 470 kg/m^3 , mit einer Fuhre angeliefert werden, wobei bei einem durchschnittlichen Betonmischer entsprechend gleicher Achsenlast nur zwischen 7 m^3 und 10 m^3 Frischbeton transportiert wer- den können. Da bei Massiv-Holzbauteilen somit wesentlich höhere Bau- stoffmengen pro Fuhre geliefert werden, können eventuelle Liefereng- pässe seitens der Holzverarbeitenden Zulieferindustrie in der Montage meist ausgeschlossen werden, was auch im raschen Baufortschritt ein wesentliches Kriterium darstellt.

Aufgrund der geringen Anzahl an benötigten Fuhren für die Herstellung eines BSP-Rohbaus und dem damit verbundenen geringeren Ausstoß an Abgasen (CO₂-Emmision), kann auch ein positiver Beitrag zum Umwelt- bzw. Klimaschutz durch den Einsatz der Holzbauweise einfach und rasch erreicht werden.

5.2 Potenziale in der Datenerfassung und -auswertung

Die Genauigkeit der Datenerfassung auf der Baustelle weist noch großes Potential bezüglich der zeitlichen Abstände zwischen den einzelnen Momentaufnahmen, den sogenannten Stichproben, auf. In der durchgeführten vorliegenden Arbeitsstudie wurde vor dem Beobachtungsbeginn ein Zeitintervall von fünf Minuten zwischen den einzeln aufgenommenen Beobachtungen festgelegt. Mit der Verringerung dieses Zeitintervalls, beispielsweise auf zwei Minuten, könnten die einzelnen Arbeitsvorgänge noch detaillierter aufgenommen und die Ergebnisse einer nachstehenden Auswertung betreffend bauablaufbezogener Tätigkeiten wesentlich genauer erfasst werden.

Einer guten und aussagekräftigen Datenerfassung steht ein klärendes Gespräch betreffend der anfallenden Arbeitsvorgänge mit dem durchführenden Montageunternehmen, wie z.B. den Zimmereibetrieben, voran. Diese Ergebnisse und Darstellungen müssen inhaltlich so genau wie möglich in den vor der Analyse erstellten DEB eingearbeitet werden. Dadurch wird die Arbeit des Beobachters während der Baustellenbeobachtung deutlich erleichtert, da viele begleitende Notizen überflüssig werden und im Nachhinein aufkommende Unklarheiten nicht zu Stande kommen.

Die Daten auf der Baustelle sind von Hand in die vorbereiteten Datenerfassungsbögen eingetragen und sind erst nach dem Ende der Baustellenbeobachtungen in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen worden. Dieser Mehraufwand könnte durch entsprechende Hilfsmittel, wie einem Datenerfassungsgerät, einerseits deutlich reduziert und andererseits der Interpretationsspielraum vorhandener Daten deutlich eingeschränkt werden, da eine sofortige Eintragung der Daten während der Beobachtung erfolgt.

5.3 Potenziale im Personaleinsatz im Holzbau

Werden in anderen Sparten des Bauwesens je nach durchzuführenden Teilvorgängen unterschiedliches Personal eingesetzt, wie z.B. bei großvolumigen Stahlbetonarbeiten gibt es separates Personal für Bewehrung, Schalung und Betonage, so beschreibt der verhältnismäßig geringe Personalbedarf/-einsatz das große Potenzial des Holzbaus. Mannschaftsgrößen zwischen fünf und acht Monteuren sind auf den meisten Holzbaustellen ausreichend, wobei diese meist als eingespieltes Team

eingesetzt werden und aufgrund ihrer oftmaligen Zusammenarbeit hohe Leistungen möglich sind.

Zimmereibetriebe in Österreich setzen zum Großteil auf, speziell im eigenen Betrieb, ausgebildete Facharbeiter, d.h. Zimmerleute, bei denen zwischenmenschliche Spannungen zwischen den einzelnen Arbeitskräften in nur sehr geringem Maße auftreten, da sich das Personal teilweise über Jahre kennt und zusammenarbeitet. Schwächen und Stärken des Einzelnen sind dem Führungspersonal bekannt und können beim Einsatz im Betrieb bzw. bei der Montage berücksichtigt werden. Somit ist ein zielstrebiges und ergebnisorientiertes Arbeiten selbstverständlich.

Anzumerken bleibt, dass auf der beobachteten Baustelle alle Arbeiten, den Holzbau betreffend, von spezialisierten Fachkräften mit einschlägiger Berufsausbildung durchgeführt wurden. Die Durchführung der Montagearbeiten durch weniger geübtes Personal, wie z.B. Personal eines externen Unternehmens, hätte mit Sicherheit zu einer Erhöhung der ermittelten Aufwandswerte geführt.

5.4 Ausblick – Holzbau

Die unterschiedlichen baurechtlichen und bautechnischen Rahmenbedingungen einzelner Staaten, aber auch der neun Bundesländer in Österreich, stecken derzeit den Einsatzbereich des Baustoffes Holz noch eher ab. Unsicherheiten in der Interpretation von Richtlinien und Vorschriften und teils mangelndes Wissen der Planer und der Ausführenden diesbezüglich, veranlassen potentielle Bauherrn zu einem zögerlichen Verhalten bezüglich des Holzbaues. An dieser Stelle sei festgehalten, dass einerseits enormes Engagement von Wissenschaft und Forschung und andererseits durch Architekten, Fachplaner, Holzbauunternehmen und nicht zuletzt Investoren als Bauherrn, vor allem die Brettsperrholzbauweise, als Vertreter der Holzmassivbauweise, den Einzug in den mehrgeschossigen Objektbau in den vergangenen Jahren geschafft hat.

In Großbritannien beispielsweise wird der Holzbau von zahlreichen Interessensgruppierungen bereits als Beitrag zum aktiven Umweltschutz gesehen, da das Thema Reduktion von CO₂ – Emissionen gerade im Westen Europas aufgrund des merkbaren Anstieges des Meeresspiegels, täglich diskutiert wird.

Das Hauptargument, welches sicher für den modernen Holzbau spricht, sind die kurzen realisierbaren Bauzeiten und trockenen Ausführungen. Um dieses Argument weiter stützen zu können, sind die Hersteller und Umsetzer aber auch die Forschung angehalten, interessante und auch kostenminimale angepasste Bausysteme, wie beispielsweise ein baustellenfertiges Verbund-System zu erarbeiten und aufzubereiten.

Ebenso ist der Grad der Vorfertigung von Holzbauprodukten, welche als gesamtes System anzusehen sind, wesentlich zu erhöhen. Der Holzbau

wir sich daher aus dem Bereich des Materials hin zum Gesamtobjekt stetig entwickeln und verschiedene Komplettsystemlösungen, wie es beispielsweise die Raumzelle ist, anbieten müssen.

Der hohe Vorfertigungsgrad im modernen Holzbau erfordert genaue Planungsaufgaben in der Projektvorbereitungsphase. Konstruktive und wirtschaftliche Objektaufbauten müssen detailliert vorbereitet sein, bevor sie einer Fertigung zugeführt werden. Nur so kann das System Holzbau ganzheitlich betrachtet künftig weitere Marktanteile gewinnen.

5.5 Ausblick – Kalkulationsansätze für den Holzbau

Als Kerngebiet dieser Arbeit wurden Kennzahlen in Form von Aufwands- und Leistungswerten für die künftigen Kalkulationen von Montagen im Brettsperrholzbau bestimmt.

Zum Entstehungszeitpunkt dieser Arbeit sind dem Verfasser noch keine Angaben aus einschlägiger Literatur sowie Forschungsarbeiten bekannt bzw. zugänglich gewesen.

Hersteller und Firmen, welche sich mit der Montage von BSP-Produkten auseinandersetzen, arbeiten mit eigenen firmeninternen Kalkulationsansätzen, welche der breiten Öffentlichkeit sowie der Fachwelt im Allgemeinen nicht zugänglich sind.

Die produzierenden Betriebe von Brettsperrholz bieten ausschließlich die Produktion und den Abbund der Rohelemente an. Die Montage vor Ort übernehmen in den meisten Fällen Subfirmen oder typische Zimmereibetriebe. Diese Tatsache bietet dem montageausführenden Unternehmen bei derartigen Systembauten prinzipiell nur die Möglichkeit einer kostendeckenden Kalkulation über die Baustellengemein- bzw. Lohnkosten.

Dabei bilden die ermittelten Aufwandswerte dieser Untersuchung die wesentlichen Eingangsparameter in die Kalkulation einzelner Leistungspositionen. Gemeinsam mit einer nach der ÖNORM 2061 durchgeführten Mittellohnpreisberechnung ist dies ein unschlagbares Werkzeug in der Generierung von Aufträgen.

Holzbaubetriebe sind somit angehalten, die Preisermittlungen auf detaillierter Basis mit fundierten Werten durchzuführen, um im künftig nach wie vor stärker zunehmenden Wettbewerb gestärkt hervorgehen zu können.

Als Resümee dieser Arbeit kann festgehalten werden, dass die Holz-Massivbauweise in Form von Brettsperrholz, aufgrund des möglichen hohen Vorfertigungsgrades und seiner zahlreichen Möglichkeiten einer innovativen Grundrissgestaltung, weiterhin großes Potential aufweist. Im Holzbau bietet die Bauweise in Form des elementweisen oder modularen Bauens, bei welcher der gesamte Wandaufbau beispielsweise im Werk vorgefertigt und auf der Baustelle nur noch an den Montageort

gehoben wird. Der Vorfertigungsgrad kann dabei sehr hoch sein. Er kann, wie es beispielsweise beim untersuchten Objekt dieser Arbeit ist, eher gering sein und nur BSP-Elemente aber auch komplette Wandaufbauten, bestehend aus Holzelementen mit aufgebrachtener Dämmung an der Außenseite und eingebauten Fenstersystemen, umfassen. Die Anschlussstellen und Übergänge einzelner Elemente müssen dabei immer frei zugänglich sein, da erst bei der Montage auf der Baustelle die Fixierung der einzelnen Elemente untereinander sowie die bauphysikalisch dichte Hülle hergestellt wird.

Die durchgeführte Baustellenanalyse hat gezeigt, dass großvolumige Objekte, hergestellt aus Holzelementen, mit einem wesentlich geringeren Aufwand an Baustelleneinrichtung, einem geringen Bedarf an Personal und Geräten, sowie weniger benötigten Platzverhältnissen und insgesamt mit viel kürzerer Bauzeit als vergleichsweise Objekte aus Stahlbeton oder Ziegelmauerwerk, auskommen können.

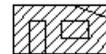
Die unkomplizierte Montage durch geschultes bzw. facheinschlägiges Personal ermöglicht relativ kurze Montagezeiten, was wiederum Vorteile bei Bauvorhaben, welche generell in sehr kurz bemessenen Bauzeiten realisiert werden müssen, bringt. Besonders in der baukritischen Zeit der Wintermonate, aufgrund der oftmaligen witterungsbedingten Einflüssen in Form von Frost und Schnee, sowie bei Projekten mit Einflüssen aus Ferienzeiten oder auch extern anzumietende Räumlichkeiten als Ausweichquartier während der Umbauarbeiten, sind Holzbauprojekte prinzipiell im Vorteil, da es sich dabei um eine trockene Bauweise handelt und somit wenig Bedacht auf den Baustoff selbst genommen werden muss.

Speziell die Erarbeitung eines standardisierten Leistungsverzeichnisses für die Brettsperrholzbauweise muss in naher Zukunft durch die zuständigen Normenausschüsse und Experten ausgearbeitet werden, damit eine Vereinheitlichung der Ausschreibungstexte erwirkt werden kann und somit firmenspezifische Ausschreibungsunterlagen einheitlichen Ausschreibungsunterlagen weichen müssen. Dies würde nicht nur Vorteile für Unternehmen, die Holzprodukte herstellen, bringen, sondern auch für weiterverarbeitende Betriebe und Firmen, um nicht zuletzt auch für potentielle Entscheidungsträger, wie Investoren, Bauherrn und Architekten ein neutrales Maß in der Ausschreibung zu bieten.

Des Weiteren kann durch die Schaffung von normativen Standards, aber vor allem umfassender und innovativer Bausysteme, der Sprung vom Prototyp, welcher ein Holzbau in den meisten Fällen nach wie vor ist, zum Massenprodukt schaffen, was wiederum den Abnehmermarkt beleben kann. Dies zu schaffen, bedarf künftig einer noch engeren Zusammenarbeit zwischen Forschung, Ingenieuren und den Holzherstellenden sowie Holzweiterverarbeitenden Unternehmen.

Glossar

Abbund	Abbinden ist das maßgerechte Anreißen, Bearbeiten, Zusammenpassen und Kennzeichnen von Schnitt- und Rundholz für Tragwerke, Bauteile und Einbauteile. Das Ausarbeiten der Hölzer erfolgt mit Zimmererwerkzeug, großen Handmaschinen, stationären Zimmereimaschinen oder gesteuerten CNC-Straßen.
Akquisition	Die Betriebswirtschaftslehre versteht unter Akquisition sowohl den Einkauf als auch die Beschaffungslogistik mit den Beschaffungsumfängen von Gütern, Dienstleistungen und Rechten.
Axonometrie	Die Axonometrie ist ein Verfahren in der darstellenden Geometrie, um relativ einfach räumliche Objekte in einer Zeichenebene darzustellen. Das Objekt wird im 3-Achsensystem dargestellt.
Bruttofläche	Die Bruttofläche beschreibt die gesamte Fläche mit Ausnehmungen wie z.B. Fenster, Türen, usw.
Eindimensionale Abbrandgeschwindigkeit	Im Gegensatz zur ideellen Abbrandgeschwindigkeit berücksichtigt die eindimensionale Abbrandgeschwindigkeit keine Effekte die von Eckenausrundungen und Rissen resultieren.
Grundgesamtheit	Die Grundgesamtheit wird in der statistischen Wissenschaft als die Menge aller statistischen Einheiten, wie beispielsweise Personen, Tiere, Pflanzen, Werkstücke, etc., welche übereinstimmende Identifikationskriterien, wie beispielsweise zur selben Zeit, aufweisen.
Keilzinkverbindung	Als Keilzinkverbindung wird eine Methode zum Stoßen in Längsrichtung zweier Bauteile aus Vollholz oder aus Holzwerkstoff verstanden.
Lageparameter	Lageparameter beschreiben die Lage der Stichproben einer Grundgesamtheit in Bezug auf eine Messskala.
Mineralwolle	Ist ein weicher Werkstoff aus künstlichen Fasern, welcher als nichtbrennbarer Dämmstoff zur Wärmedämmung von Häusern eingesetzt wird.
Nettofläche	Die Nettofläche beschreibt die gesamte Fläche mit Abzug von Ausnehmungen wie z.B. Fenster, Türen, usw.
Rähm	Der Rähm ist ein Holzbauteil, welcher den oberen Abschluss der Holzrahmenkonstruktion bildet und die Aufgabe des Längsverbandes übernimmt.
Schmalseitenverklebung	Darunter versteht man das Verkleben von Brettern auf deren Schmalseite um aus einzelnen Brettern bzw. Lamellen Platten herstellen zu können.
Spanplatten	Spanplatten sind Holzwerkstoffe aus Holzspänen, die mit der Zugabe von Klebern unter Wärme und Druck hergestellt werden.



Stichprobe	Darunter versteht man eine Teilmenge einer Grundgesamtheit, die unter bestimmten Voraussetzungen gewählt wurde.
Streuungsparameter	Streuungsparameter sind Kennziffern, durch deren Ermittlung eine Aussage über die Verteilung einer Grundgesamtheit um den Mittelpunkt getroffen werden kann
Vertrauensbereich	Ist jener Bereich, der bei unendlicher Wiederholung eines Experimentes mit einer gewissen Häufigkeit die wahre Lage des Parameters angibt.

Literaturverzeichnis

- : http://waldholzklima.holz-von-hier.de/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=32.
Datum des Zugriffs: 05.09.2014.
- <http://www.oib.or.at/de/ueber-uns>. Datum des Zugriffs: 16.09.2014.
- <http://www.proholz.at/zuschnitt/25/zur-sicherheit/?L=2>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014.
- <http://www.timber-online.net/?id=2500,5345934>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014.
- http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=4991&cHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Datum des Zugriffs: 16.10.2014.
- <http://www.timber-online.net/?id=2500,4366093>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014.
- <http://www.timber-online.net/?id=2500,5368412>. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.
- <http://www.timber-online.net/?+BSP+weiter+auf+UEberholspur+&id=2500%2C5345934%2C%2C%2CY2Q9NTI%3D>. Datum des Zugriffs: 10.11.2014.
- http://www.brettsper Holz.org/brettsper Holz-bsp-x-lam/gueltige-zulassungen/mn_45182. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.
- http://www.knapp-verbinder.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=41%3Awalco-v&Itemid=86. Datum des Zugriffs: 24.11.2014.
- https://www.google.at/?gfe_rd=cr&ei=y250VJrEI4ve8gf154GgDQ&gws_rd=ssl#q=Maschinelle+Sortierung+von+Schnittholz. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.
- <http://www.nifa-mainburg.de/Zurr gurt-einteilig-5-m-750-dan>. Datum des Zugriffs: 24.11.2014.
- <http://www.nifa-mainburg.de/Zurr gurt-einteilig-5-m-1000-daN>. Datum des Zugriffs: 24.11.2014.
- <http://www.ritec-agrar.de/beratung/wartungs-reparaturtipps/ueberpruefung-von-zurrketten.html>. Datum des Zugriffs: 25.11.2014.
- <http://www.bundesfeuerwehrverband.at/shop/technische-richtlinien-vorbeugender-brandschutz/trvb-149-641.html>. Datum des Zugriffs: 25.11.2014.
- http://www.empa.ch/plugin/template/empa/3/*/--/l=1. Datum des Zugriffs: 14.12.2014.

http://www.lemsitzer.at/index_1_1___1_0__.html. Datum des Zugriffs: 01.11.2014.

BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. Wien. Bundesinnung Holzbau, 2009.

BLIEWEIS, P. et al.: Praxishandbuch Ladegutsicherung. München. Innova Verlag, 2012.

DINORT, G. 1.: Richtig kalkulieren im Zimmererhandwerk. Karlsruhe. Bruder, 2002.

DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. Berlin. Bauwerk Verlag GmbH, 2000.

DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. Wien. Linde Verlag, 2012.

Müller, A. et al. (09 2014). Holzbau Handbuch. *Herstellung und Eigenschaften von geklebten Vollholzprodukten, Reihe 4 (Folge 2)*, Teil 2, 66. (S. H. e.V., Hrsg. Redakteur) Wuppertal, Deutschland.

FASSMANN, G.; SCHOLTYSSSEK, M.: Kostendeckende Preise im Holzbau. Neu-Isenburg. Zeittechnik-Verlag GmbH, 2013.

GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis - Teil 2 - Datenermittlung. Frankfurt am Main. ZTV Verlag, 1984.

HECK, D.: Baubetriebslehre VU - Skriptum. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, WS 12/13.

HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftlehre VU (Master) Skriptum. Graz. Institut für Baubetrieb und Projektentwicklung, WS 2011/12.

HERZOG, T. et al.: Holzbau Atlas. Basel. Birkhäuser - Verlag für Architektur, 2003.

HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 2007.

— : Schararbeiten-Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkuation. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 2008.

HOLZCLUSTER STEIERMARK: Innovativer Holzbau in der Steiermark – eine wirtschaftliche Bewertung entlang der Wertschöpfungskette. Forschungsprojekt. Graz. Holzcluster Steiermark Gmbh, 2014.

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Mehrgeschoßiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbauweise . Wien. ProHolz Austria - Arbeitsgemeinschaft d. Österr. Holzwirtschaft, 2002.

INSTITUT FÜR ZEITWIRTSCHAFT UND BETRIEBSBERATUNG BAU: Kostendeckende Preise im Holzbau . Neu-Isenburg . Zeittechnik-Verlag, 1987.

LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. Düsseldorf. VDI-Verlag, 1988.

MESTEK, P.; WERTHER, N.; WINTER, S.: Bauen mit Brettsper Holz. Wuppertal. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., 2010.

ÖBERNDORFER, W.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. Wien. Austrian Standards plus Publ. , 2010.

OIB: OIB Richtlinie 2 - Brandschutz. Richtlinie. Wien. Österreichisches Institut für Bautechnik, 2011.

ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND; DIE ÖSTERREICHISCHEN BRANDVERHÜTUNGSSTELLEN: Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz - Brandschutz auf Baustellen. Technische Richtlinie. 1985.

ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: Richtlinie 2 - Brandschutz. Richtlinie. OIB, 2011.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM B 2215 - Holzbauarbeiten - Werkvertragsnorm. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2009-07-15.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM B 1801 - 1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Teil 1: Objektterrichtung. ÖNORMEN & nationale Anhänge. Austrian Standards Institute, 2009-06-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 460 - Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten - Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz - Leitfaden für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anwendung inden Gefährdungs. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 1994-08-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 16351 - Holzbauwerke - Brettsper Holz - Anforderungen. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2012-01-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM B 3802-2 - Holzschutz im Bauwesen - Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2014-06-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 1995-1-1/A2 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau (konsolidierte Fassung).. Entwurf: ÖNORM & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-11-15.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 338 - Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen. Entwurf: ÖNORM & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-10-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM DIN 4074-1 - Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz. ÖNORM & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2012-09-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM B 2110 - Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen - Werkvertragsnorm. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-03-05.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 302-1 - Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 1: Bestimmung der Längs-zugscherfestigkeit.. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 302-2 - Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 2: Bestimmung der Delaminierungsbeständigkeit. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 302-5 - Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 5: Bestimmung der maximalen Wartezeit bei Referenzbedingungen. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 302-6 - Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 6: Bestimmung der Mindestpresszeit bei Referenzbedingungen. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 302-7 - Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 7: Bestimmung der Gebrauchsdauer bei Referenzbedingungen. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 386 - Brettschichtholz - Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2002-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): Herstellung und Ausführung von Holzbauwerken - Teil 10: Ergänzende Bestimmungen (Gilt in Verbindung mit DIN EN 1995-1-1 (2010-12), DIN EN 1995-1-1/NA (2010-12)). ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2012-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 16351 - Holzbauwerke - Brettsper Holz - Anforderungen. Entwurf: ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2012-01-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): DIN EN 13353 - Massivholzplatten (SWP) - Anforderungen; Deutsche Fassung EN 13353:2008+A1:2011. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2011-07-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 12195-1 - Ladungssicherung auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 1: Berechnung von Sicherungskräften (konsolidierte Fassung). ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2014-04-15.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 12195-3 - Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 3: Zurrketten. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2001-11-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 12195-4 - Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 4: Zurrdrahtseile. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2004-04-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM B 2320 - Wohnhäuser aus Holz - Technische Anforderungen. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2005-11-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 1995-1-2 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall (konsolidierte Fassung). ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2011-09-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM B 2061 - Preisermittlung für Bauleistungen - Verfahrensnorm. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 1999-09-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON): ÖNORM EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau (konsolidierte Fassung). ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2014-11-15.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON) : ÖNORM EN 302-3 - Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 3: Bestimmung des Einflusses von Säureschädigung der Holzfasern durch Temperatur- und Feuchtezyklen auf die Querkzugfestigkeit. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON) : ÖNORM EN 302-4 - Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 4: Bestimmung des Einflusses von Holzschwindung auf die Scherfestigkeit. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2013-05-01.

ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT (ON) : ÖNORM EN 12195-2 - Ladungssicherungseinrichtungen auf Straßenfahrzeugen - Sicherheit - Teil 2: Zurrgurte aus Chemiefasern. ÖNORMEN & nationale Regelwerke. Austrian Standards Institute, 2001-03-01.

PLÜMECKE, K.: Preisermittlung im Holzbau . Köln. Bruderverlag, 2009.

PRO HOLZ: Brettsperrholz Bemessung - Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Immenstadt. Druck Eberl Print, 2013.

PROHOLZ AUSTRIA: Holz und Klimaschutz. In: edition Holz, Edition 09/2009.

PROHOLZ AUSTRIA; WALLNER-NOVAK, MARKUS; KOPPELHUBER, JOSEF; POCK, KURT;: Brettsperrholz Bemessung - Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Informationsbroschüre. Immenstadt. Druck Eberl Print, 2013.

PROHOLZ; PFABIGAN, NOTBURGA: Zur Dauerhaftigkeit unbehandelter Hölzer in der Außenanwendung. In: zuschnitt 23 - Holzarten, 23/2006.

REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 1 - Grundlagen. München. Carl Hanser Verlag, 1984.

REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung. München. Carl Hanser Verlag, 1992.

RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methoenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000.

RINGHOFER, A.; SCHICKHOFER, G.: Timber-in-Town – current examples for residential buildings in CLT and tasks for the future. Tagungsbericht. Graz. Institut für Holzbau & Holztechnologie - TU Graz, 2013.

SCHICKHOFER, G.: Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz - Ausgewählte Forschungsaktivitäten und Einsatzbereiche. Forschungsarbeit. Graz. Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2011.

SCHICKHOFER, G. et al.: BSPHandbuch, Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. Graz. Verlag der technischen Universität Graz, 2010.

- SCHIERMEYER, V.: State-of-the-art Report zur Verbindungstechnik bei Brettsperrholz. Bemessungskonzept. Bad Oeynhausen. Holzinnovationszentrum GmbH, 2012.
- SCHIERMEYER, V.; WIESNER, R.: Bemessungs- und Konstruktionshilfen für Verbindungen in der Brettsperrholzbauweise nach EN 1995-1-1:2010-12 (EC 5). Nachweisführungsbehelf. Bad Oeynhausen. Holz Innovations Zentrum, 2013-09-26.
- SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung . Doktorarbeit. Graz. technische Universität Graz, 2011.
- SCHÖBER, P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz, 50/2013.
- STINGL, H.: Zur Sicherheit. In: Zuschnitt 25 - Aber sicher, 25/2007.
- STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. St. Leonhard im Lavantal. Stora Enso, 2012.
- STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU E.V.: Merkblätter. In: Brettsperrholz-Merkblatt, 1/2013.
- TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau, Fokus Bauphysik. Wien. Holzforschung Austria, 2013.
- THIEL, A.: Hebesysteme für BSP. Forschungsbericht. Graz. holz.bau forschung gmbh/Technische Universität Graz, 2014.
- TIMBORY; HAAS FERTIGBAU GMBH: Profihandbuch für Brettsperrholz. Graz. 2013.
- WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. Wien. Linde Verlag, 2014.
- WÖRLE, P.: Kosten- und Qualitätssicherung in der Planung von Ingenieur(Holz)bauten. Tagungsband: Internationales Holzbau - Forum - Garmisch Patenkirchen. Biel. Berner Fachhochschule Architektur, 2007.
- ZMP, STORA ENSO, KIELSTEG: Planungshandbuch 2014 - Bauen mit Holz. Graz. Unternehmen ZMP, 2014.

Anhang

Im Folgenden sind die detaillierten Ergebnisse der Datenauswertung angeführt.

Die Datenanalyse ist folgendermaßen gegliedert:

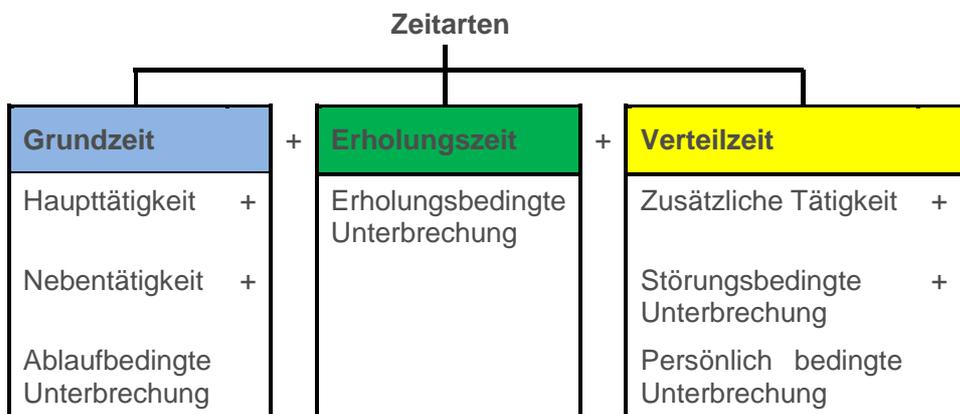
- Analyse der Arbeitszeit nach Zeitarten
- Analyse der Arbeitszeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen
- Darstellung der einzelnen Aufwandswerte mit zugehöriger Analyse nach den Tätigkeiten und Unterbrechungen

Die erstellten Kalkulationsformblätter bilden den Abschluss des Anhanges.

Analyse der Arbeitszeit nach Zeitarten

Die Verteilung nach Zeitarten lässt sich wie folgt gliedern:

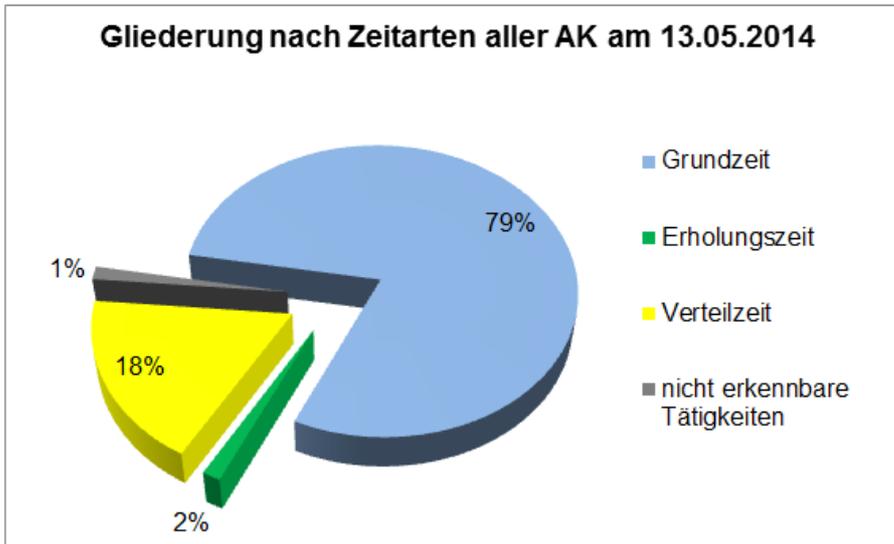
- Grundzeit,
- Erholungszeit
- Verteilzeit



Tätigkeiten, die vom Beobachter als nicht erkennbar deklariert sind, sind keiner Zeitart zuordenbar und deshalb ausgenommen.

Datenauswertung der Verteilung an einem Arbeitstag aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter

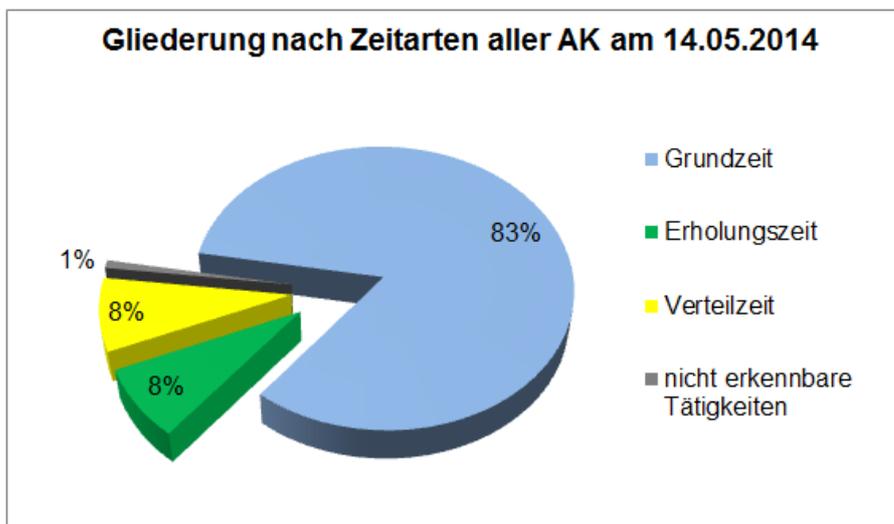
- Verteilung nach den Zeitarten am 13.05.2014



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{79 \cdot (100 - 79)}{72}} = \pm 9,41 \text{ [%]}$$

- Verteilung nach den Zeitarten am 14.05.2014



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{83 \cdot (100 - 83)}{681}} = \pm 2,82 \text{ [%]}$$

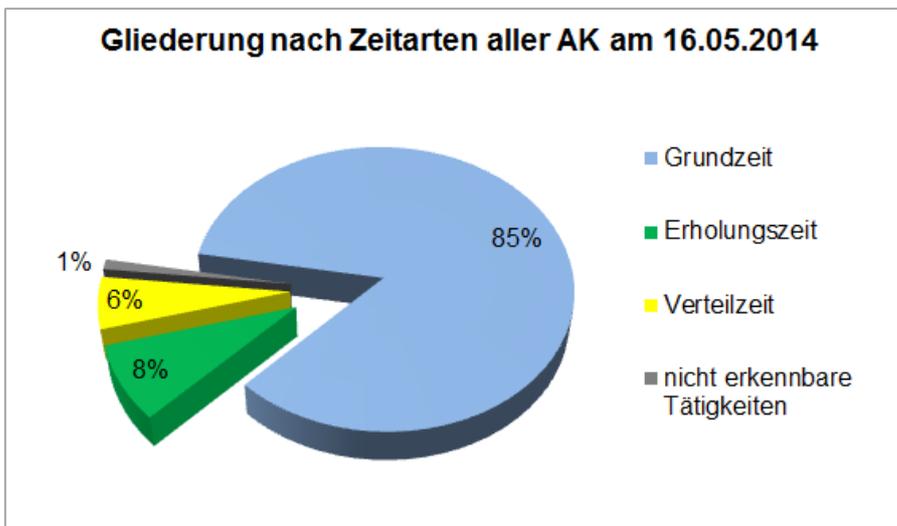
▪ Verteilung nach den Zeitarten am 15.05.2014



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{85 \cdot (100 - 85)}{750}} = \pm 2,55 \text{ [%]}$$

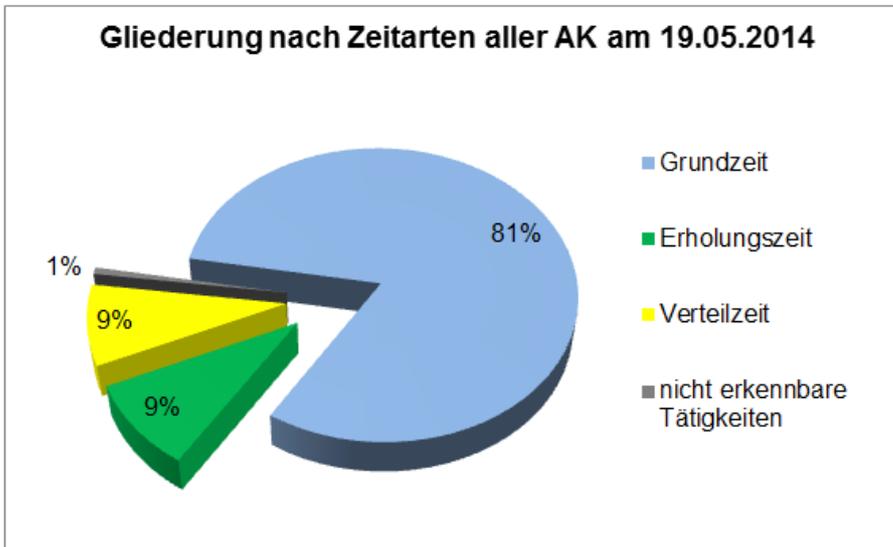
▪ Verteilung nach den Zeitarten am 16.05.2014



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{85 \cdot (100 - 85)}{721}} = \pm 2,61 \text{ [%]}$$

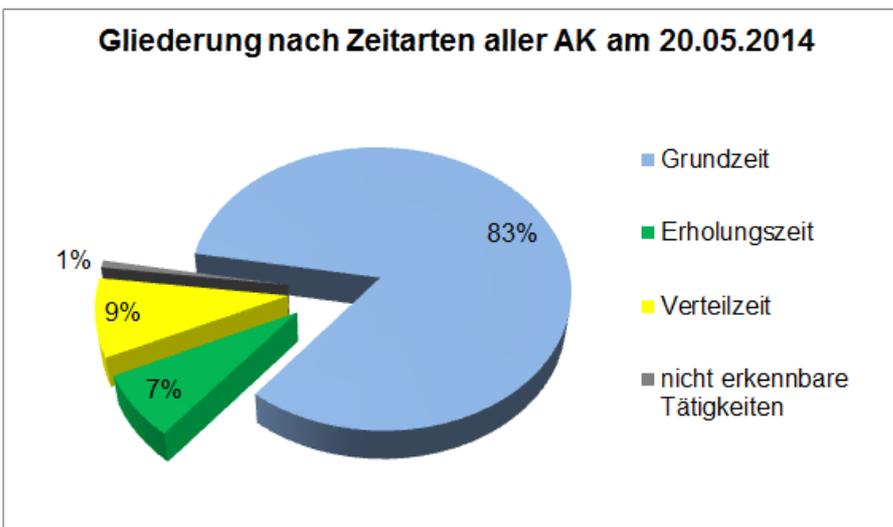
▪ Verteilung nach den Zeitartern am 19.05.2014



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{81 \cdot (100 - 81)}{829}} = \pm 2,67 \text{ [%]}$$

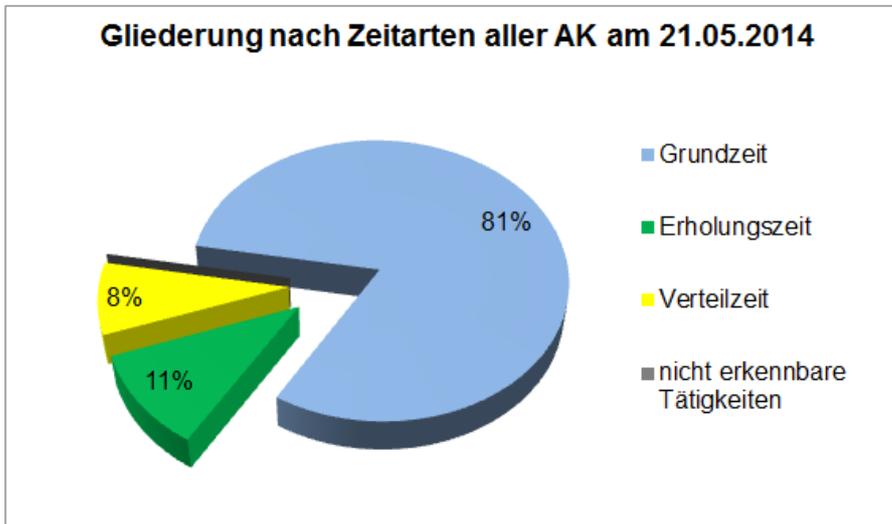
▪ Verteilung nach den Zeitartern am 20.05.2014



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{83 \cdot (100 - 83)}{745}} = \pm 2,70 \text{ [%]}$$

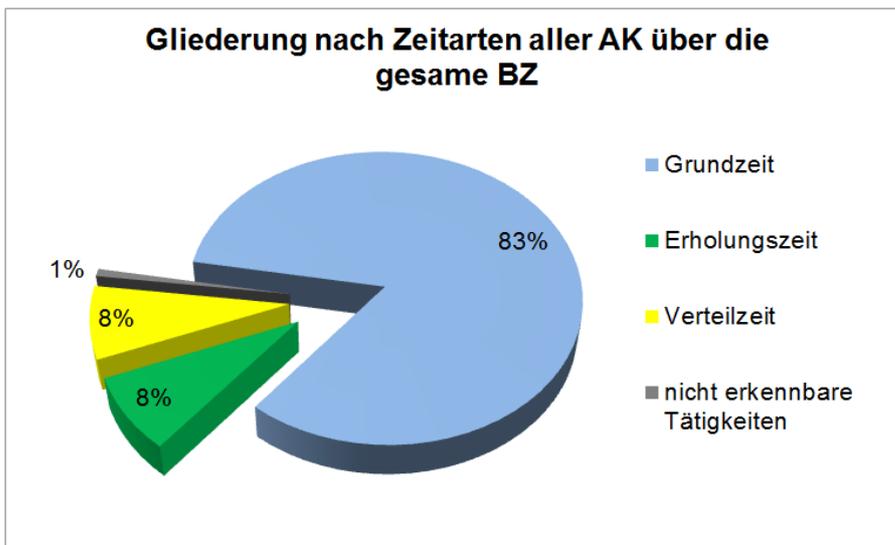
▪ Verteilung nach den Zeitartern am 21.05.2014



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{85 \cdot (100 - 85)}{332}} = \pm 4,22 [\%]$$

Die Datenauswertung der Verteilung **an allen Arbeitstagen aller beobachteten Bauarbeiter** auf der Baustelle:



Statistische Sicherheit der Verteilung

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{83 \cdot (100 - 83)}{4130}} = \pm 1,15 [\%]$$

Beurteilung der Grundzeit nach REFA:

Datenauswertung bezüglich der Zeitarbeit mit der Klassifizierung der Arbeitszeit in „GUT“, „MITTEL“ und „SCHLECHT“. In diese Betrachtung fließt der prozentuelle Anteil der Grundzeit gemessen an der gesamten Arbeitszeit ein.

Beurteilung der Grundzeit nach REFA aller AK										
Baustelle: Mooskirch Firma: FA Lemsitzer		AK								
		Tage:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Ges.
Haupttätigkeit	+									
Nebentätigkeit	+									
Ablaufbedingte Unterbrechung	=									
Grundzeit			79%	83%	85%	85%	81%	83%	81%	83%
Beurteilungsschema										
GUT	81%									
MITTEL	61%									
SCHLECHT	0%									
Beurteilung pro Woche										
Summe Tage [Tage]	7	100%	1	2	3	4	5	6	7	Ges.
GUT [Tage]	6	86%	-	1	1	1	1	1	1	1
MITTEL [Tage]	1	14%	1	-	-	-	-	-	-	-
SCHLECHT [Tage]	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
GESAMTBEURTEILUNG			GUT							

Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen

Tätigkeiten =

Haupttätigkeit		Nebentätigkeit	zusätzliche Tätigkeit	
EG	Niveausgleich stellen Außenwand (AW) Verschrauben der AW stellen Innenwand (IW) Verschraubung AW-IW Verschrauben IW -IW einrichten/verschrauben der Unterzüge Unterbaukonstruktion für Balkon Dichtungseinb. (Schall) stirns. auf Wandelement Einbau Dämmung zwischen Wohnungen Decke über EG Verschraubung Decke Montage Winkel	Arbeitsvorbereitung zusammen räumen Transport entladen entfernen Anschlagmittel Anzeichnen/Einmessen Schraubenabstand Anzeichnen und Einmessen auf Decke/Dach Zusammen räumen während der Arbeit Mörtel rühren Mörtel einbringen Kübel von Mörtel säubern Wände kontrollieren Stützen kontrollieren Absturzsicherungen montieren Anpassungen vornehmen	Kran aufstellen helfen Fundamentplatte reinigen	
	1. OG			stellen Außenwand (AW) Verschrauben der AW stellen Innenwand (IW) Verschraubung AW-IW Verschrauben IW -IW einrichten/verschrauben der Unterzüge Unterbaukonstruktion für Balkon Dichtungseinb. (Schall) stirns. auf Wandelement Einbau Dämmung zwischen Wohnungen Decke über 1. OG Verschraubung Decke Montage Winkel
	2. OG			stellen Außenwand (AW) Verschrauben der AW stellen Innenwand (IW) Verschraubung AW-IW Verschrauben IW -IW einrichten/verschrauben der Unterzüge Unterbaukonstruktion für Balkon Dichtungseinb. (Schall) stirns. auf Wandelement Einbau Dämmung zwischen Wohnungen Dach über 2. OG Verschraubung Dach Montage Winkel
Montage der Treppe und Geländer				
Montage des Liftschachtes				
Montage der Außenverkleidung des Treppenaufganges				
Montage der stirnseitigen Dachverkleidung				

Unterbrechungen =

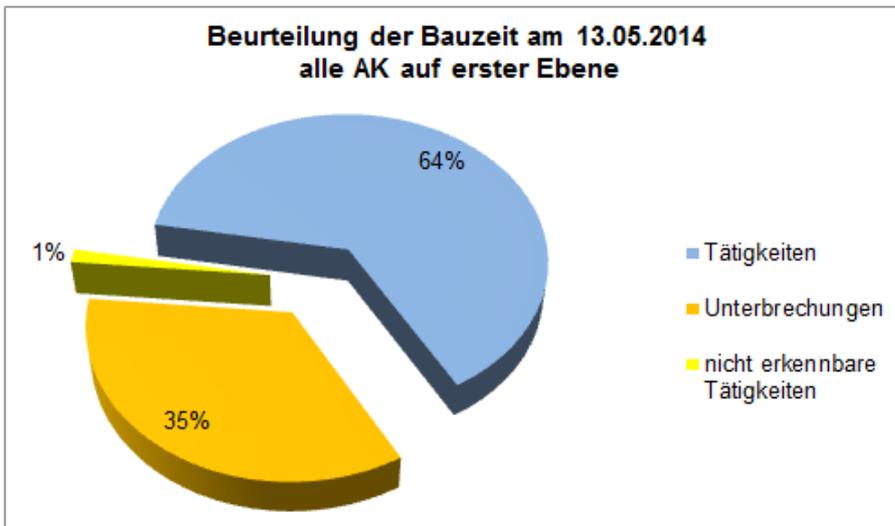
ablaufbedingte Unterbrechung	störungsbedingte Unterbrechung	erholungsbedingte Unterbrechung	persönlich bedingte Unterbrechung
Plan lesen Diskussionen Arbeitsfortschritte klären AG auf der Baustelle (klärende Gespräche) Kranstehzeit Ankunft des LKWs	fehlende Dokumentation ungenau Planung Teile sortieren Werkzeug holen/suchen Material holen (in der Firma) fehlende Führung ungenau Ausführung der Vorarbeiten zu enge Aussparrung kein Strom	Wartezeit Wasser trinken Teambesprechung über Hindernisse	eigene Pause vorgegebene Pause Abwesenheit



Grundkategorie: erste Ebene

Verteilung der Tätigkeiten und den Unterbrechungen auf erster Ebene (Grundkategorie) **an einem Arbeitstag aller beobachteten Bauarbeiter** auf der Baustelle:

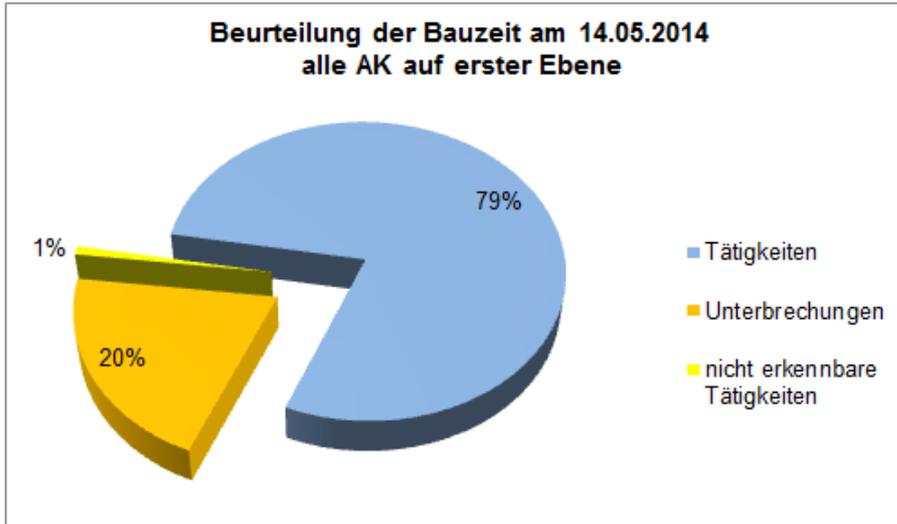
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 13.05.2014 auf erster Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{64 \cdot (100 - 64)}{72}} = \pm 11,08 \text{ [%]}$$

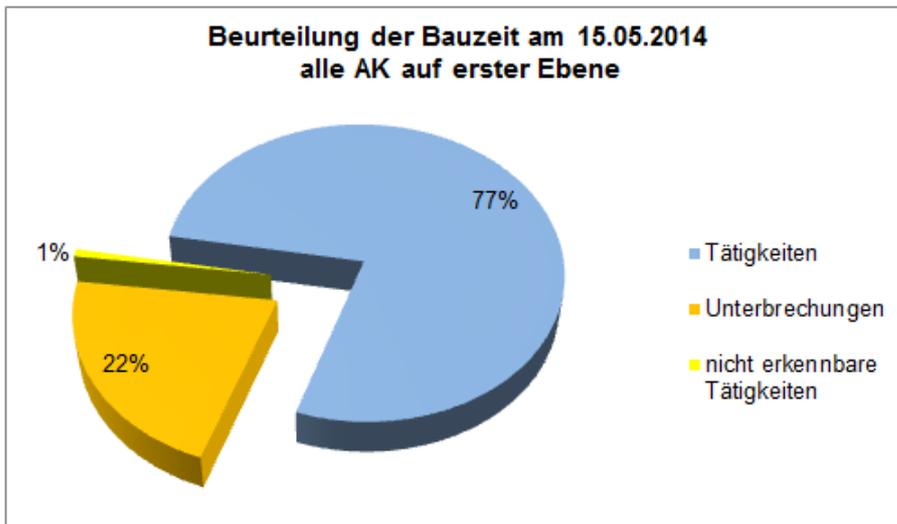
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 14.05.2014 auf erster Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{79 \cdot (100 - 79)}{681}} = \pm 3,06 \text{ [%]}$$

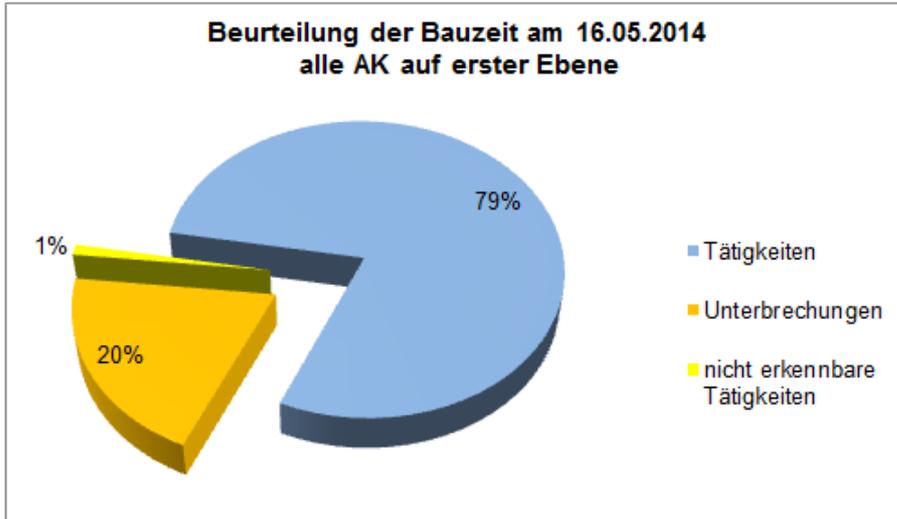
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 15.05.2014 auf erster Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{77 \cdot (100 - 77)}{750}} = \pm 3,01 \text{ [%]}$$

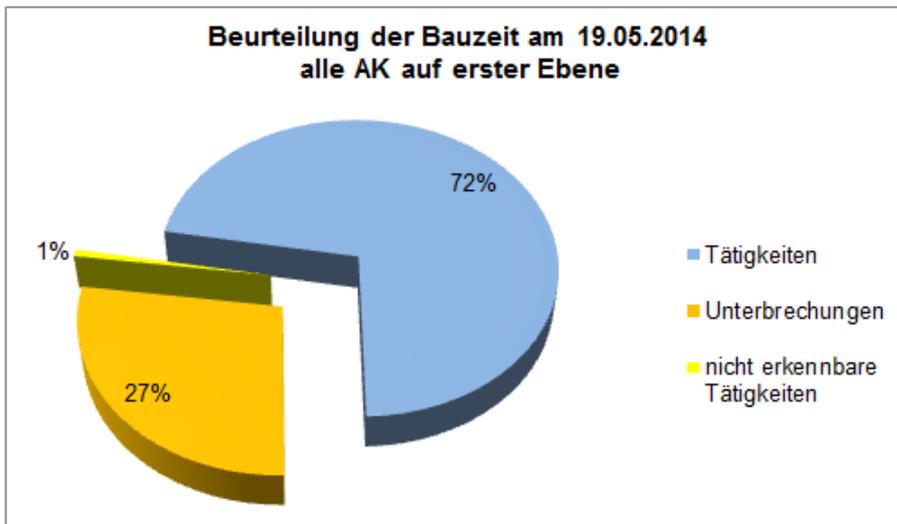
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 16.05.2014 auf erster Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{79 \cdot (100 - 79)}{721}} = \pm 2,97 \text{ [%]}$$

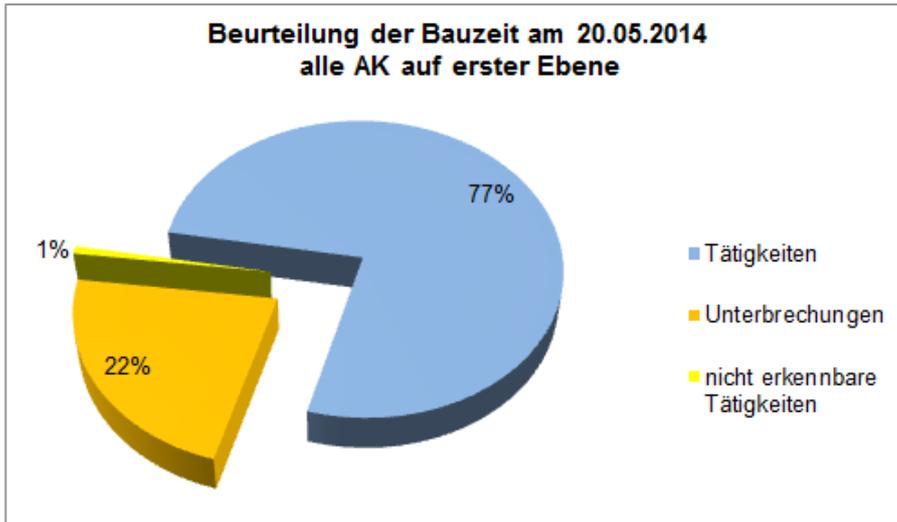
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 19.05.2014 auf erster Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{72 \cdot (100 - 72)}{829}} = \pm 3,06 \text{ [%]}$$

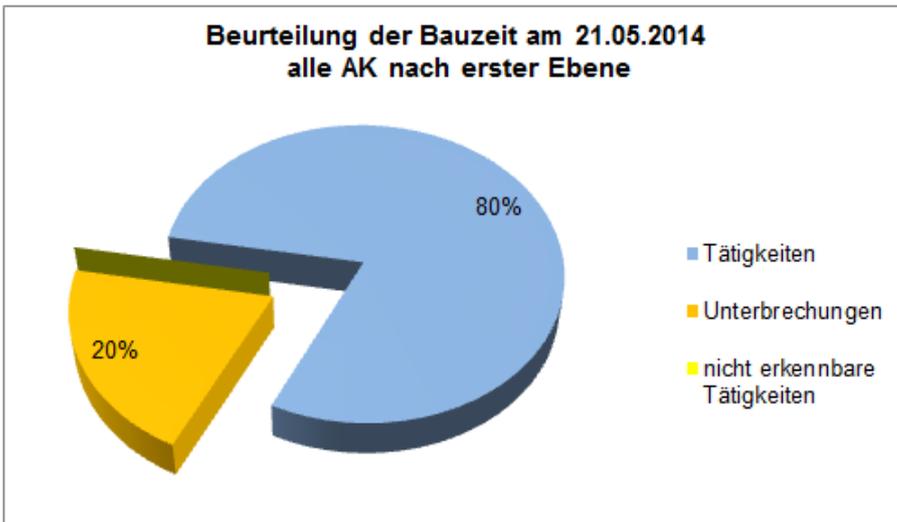
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 20.05.2014 auf erster Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{77 \cdot (100 - 77)}{745}} = \pm 3,02 \text{ [%]}$$

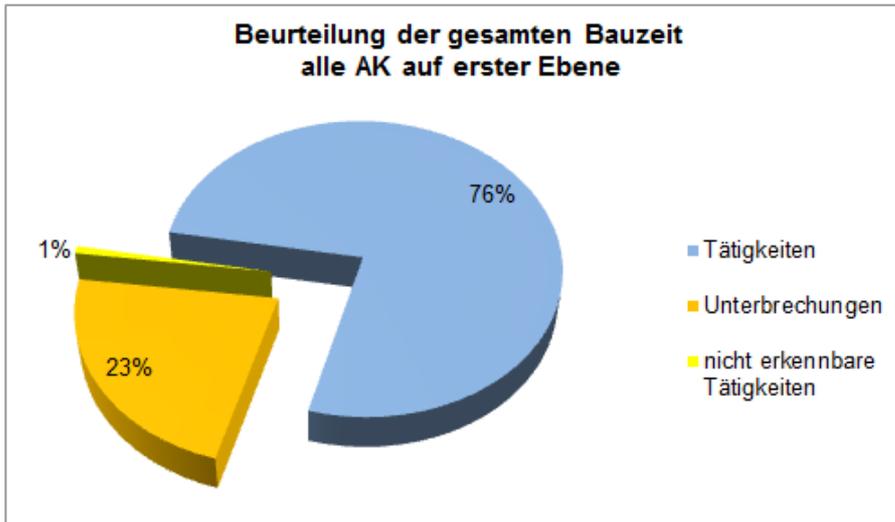
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 21.05.2014 auf erster Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{80 \cdot (100 - 80)}{332}} = \pm 4,30 \text{ [%]}$$

Verteilung der Tätigkeiten und den Unterbrechungen auf erster Ebene (Grundkategorie) **an allen Arbeitstagen aller beobachteten Bauarbeiter** auf der Baustelle:



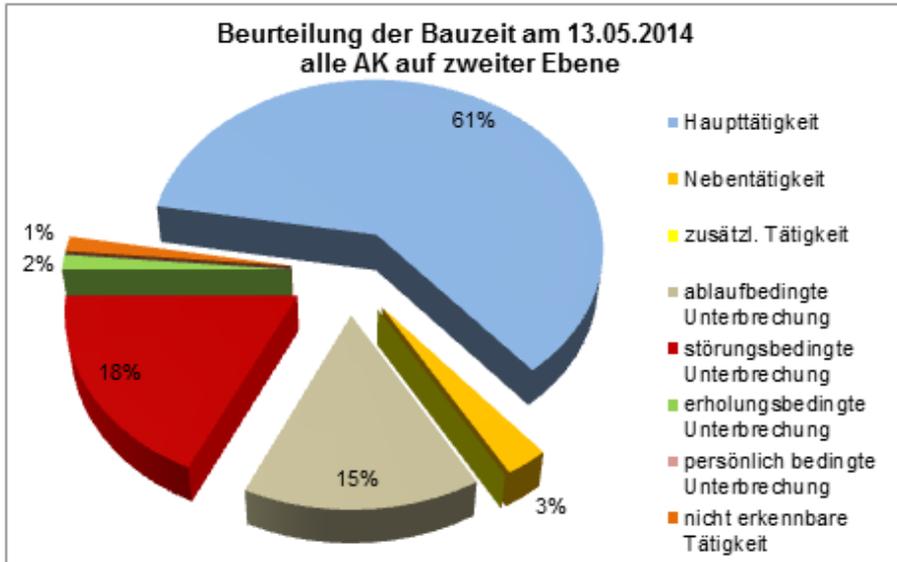
Statistische Sicherheit der Verteilung auf erster Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{76 \cdot (100 - 76)}{4130}} = \pm 1,30 \text{ [%]}$$

Unterkategorie: zweite Ebene

Verteilung der Tätigkeiten und den Unterbrechungen auf zweiter Ebene (Grundkategorie) **an einem Arbeitstag aller beobachteten Bauarbeiter** auf der Baustelle:

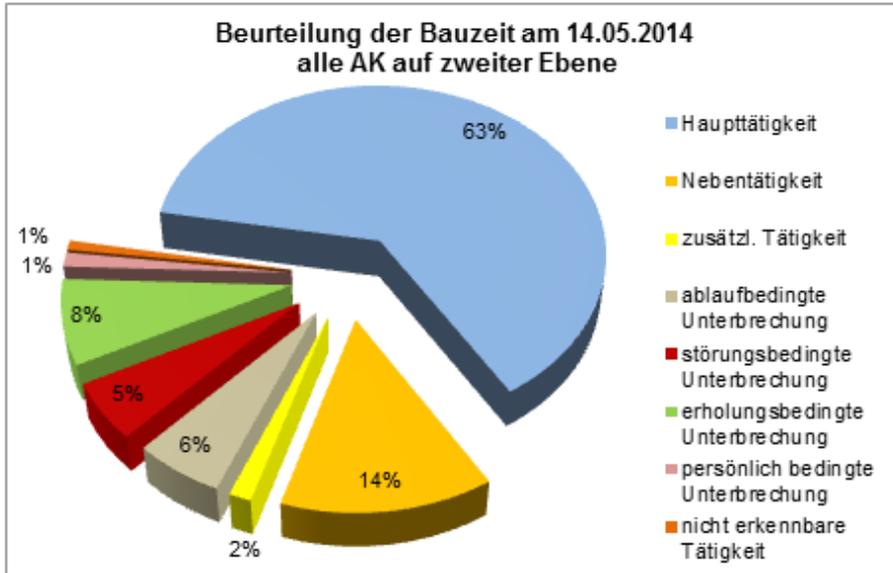
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 13.05.2014 auf zweiter Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{61 \cdot (100 - 61)}{72}} = \pm 11,27 \text{ [%]}$$

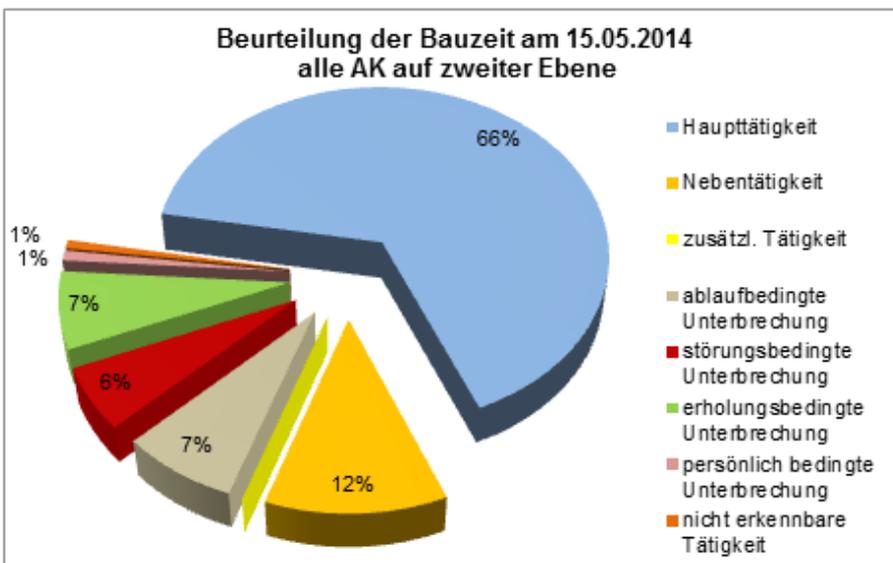
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 14.05.2014 auf zweiter Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung nach zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{63 \cdot (100 - 63)}{681}} = \pm 3,63 \text{ [%]}$$

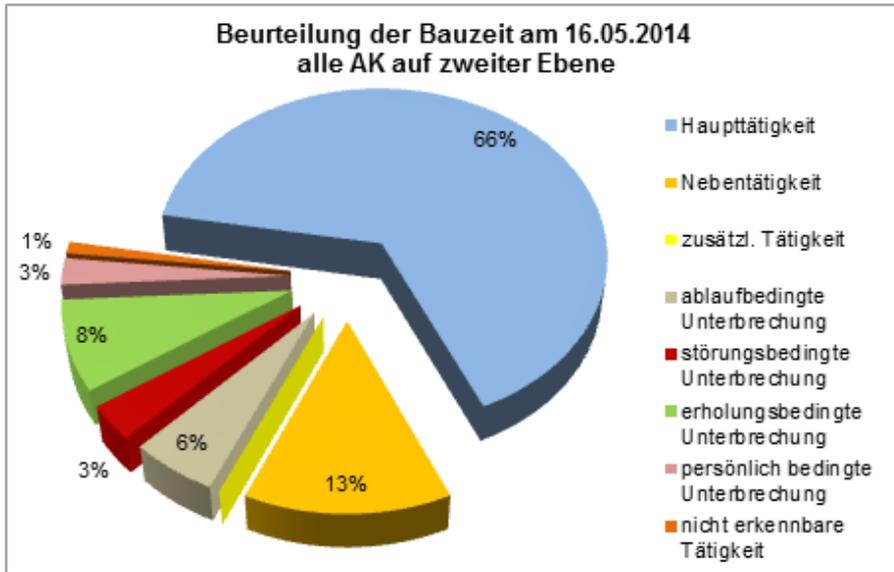
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 15.05.2014 auf zweiter Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{66 \cdot (100 - 66)}{750}} = \pm 3,39 \text{ [%]}$$

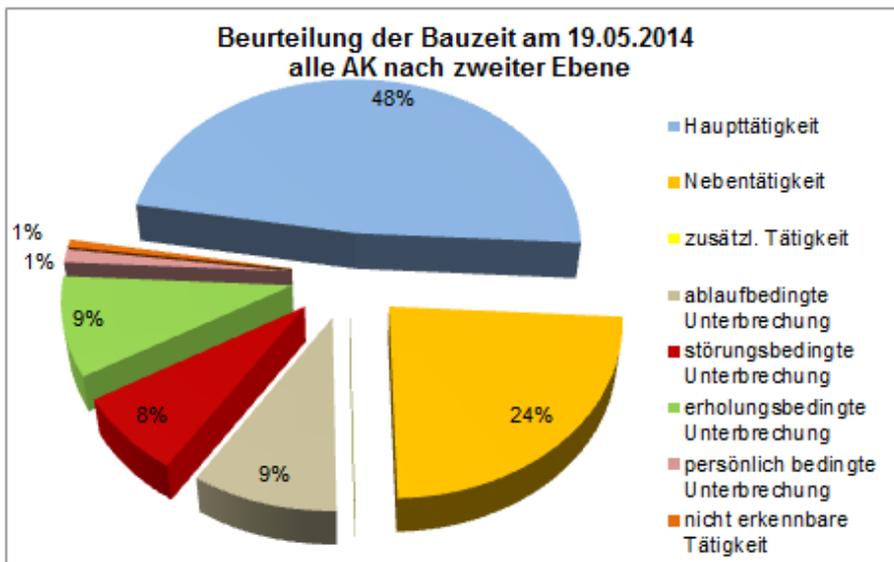
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 16.05.2014 auf zweiter Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{66 \cdot (100 - 66)}{721}} = \pm 1,30 \text{ [%]}$$

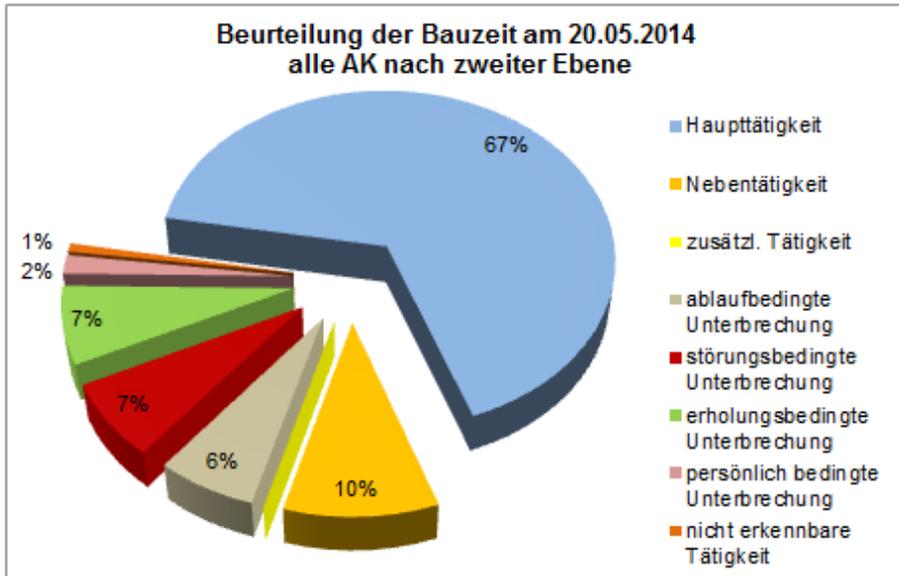
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 19.05.2014 auf zweiter Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{48 \cdot (100 - 48)}{829}} = \pm 3,40 \text{ [%]}$$

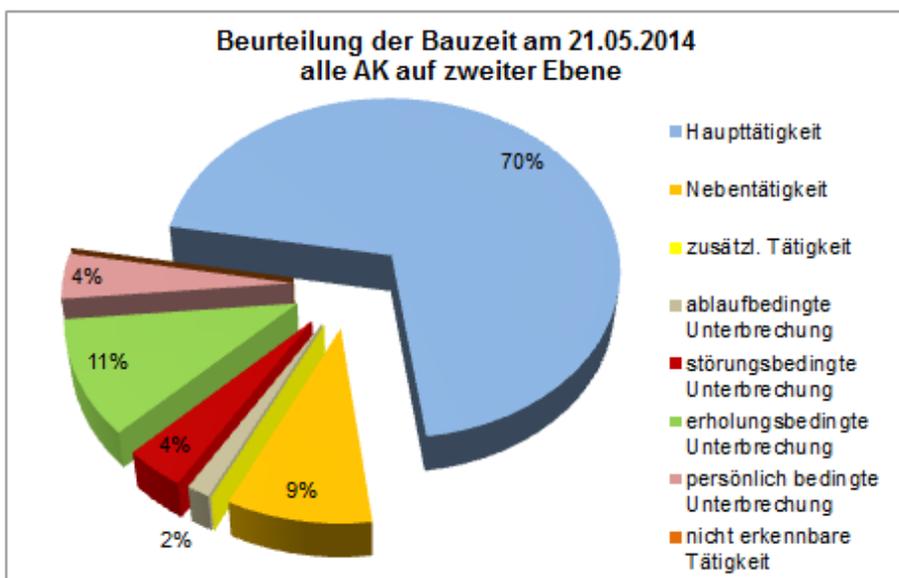
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 20.05.2014 auf zweiter Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{67 \cdot (100 - 67)}{745}} = \pm 3,38 \text{ [%]}$$

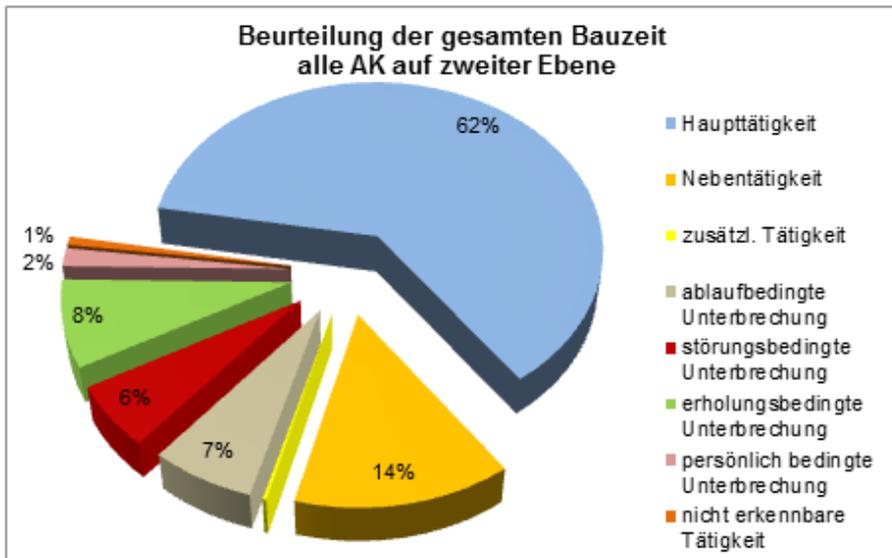
- Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen am 21.05.2014 auf zweiter Ebene



Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{70 \cdot (100 - 70)}{322}} = \pm 5,00 \text{ [%]}$$

Verteilung der Tätigkeiten und den Unterbrechungen auf zweiter Ebene (Unterkategorie) **an allen Arbeitstagen aller beobachteten Bauarbeiter** auf der Baustelle:



Statistische Sicherheit der Verteilung auf zweiter Ebene

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{62 \cdot (100 - 62)}{4130}} = \pm 1,48 [\%]$$

Beurteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen nach REFA:

Datenauswertung bezüglich der Tätigkeiten und der Unterbrechungen mit der Klassifizierung der Arbeitszeit in „GUT“, „MITTEL“ und „SCHLECHT“. In diese Betrachtung fließt der prozentuelle Anteil der Haupttätigkeit gemessen an der gesamten Arbeitszeit ein.

Beurteilung der Hauptaktivität nach REFA aller AK											
Baustelle: Mooskirch Firma: FA Lemsitzer		AK									
		Tage:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Ges.	
Haupttätigkeit			61%	63%	66%	65%	48%	67%	70%	62%	
Beurteilungsschema											
GUT		41%									
MITTEL		31%									
SCHLECHT		30%									
		0%									
Beurteilung pro Woche											
Summe Tage [Tage]	7	100%	1	2	3	4	5	6	7	Ges.	
GUT [Tage]	7	100%	1	1	1	1	1	1	1	1	
MITTEL [Tage]	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	
SCHLECHT [Tage]	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-	
GESAMTBEURTEILUNG			GUT								

KALKULIERTE MANNSCHAFT					institut für baubetrieb + bauwirtschaft projektentwicklung + projektmanagement		TU Graz		HILFSBLATT 1	
Baustelle: Mooskirchen							Datum		22.10.14	
Arbeitnehmer					KV-Lohn Währung (€)		Überkollektivvertraglicher Mehrlohn			
KV- Gruppe	Bezeichnung	%	Anzahl	je Std.	Betrag	% von KV-Lohn	je Std.	Betrag		
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	Hilfspolier	16,67	1,00	14,54	14,54	20,00	2,91	2,91		
	Facharbeiter	83,33	5,00	12,53	62,65	10,00	1,25	6,27		
A	Lohnsumme produktives Personal		6,00	XXXXX	77,19	XXXX	XXXX	9,17		
	unproduktives Personal	XX								
		XX								
B	Lohnsumme unproduktives Personal				0,00			0,00		
C	Lohnsumme einschl. unproduktives Personal				77,19			9,17		
Kollektivvertraglicher Mittelohn					A6:A4	K 3 Zeile A	12,87			
Umlage unproduktives Personal					B6:A4	K 3 Zeile B	0,00			
Überkollektivvertragliche Mehrlöhne					C9:A4	K 3 Zeile D	1,53			

Hilfsblatt 1

Kalkulationsformblätter

AUFZAHLUNGEN FÜR MEHRARBEIT AUFZAHLUNGEN FÜR ERSCHWERNISSE				HILFSBLATT H2A NEU				
Baustelle: Mooskirchen				Institut für baubetrieb + bauwirtschaft projektentwicklung + projektmanagement		TU Graz		
				Datum: 22.10.14				
	Aufzahlung für Mehrarbeit	Anzahl der Arb.-Std. 1	Anzahl der Verr.-Std. 2	% Aufzählg. 3	Faktor 4	Summe % 1(2)x3x4 5	% je Arb.-Std. 6	
A	Normalarbeitszeit/*	39	39,00	xxxxxxxxxxxx				
B1	Überstunden/*		1,00	1,00	50	1,30	65,00	
B2	Überstunden/*			xxxxxxxxxxxx				
C1	Aufzahlung/* für Gutstunden		xxxxxxx					
C2	Aufzahlung/* für		xxxxxxx					
C3	Aufzahlung/* für		xxxxxxx					
D	Mehrarbeit		0,00	0,00	50	1,30	0,00	
E	Summe Aufzahlung für Mehrarbeit in %		40			65,00	1,63	
							K3 Zeile E	
	Aufzahlung für Erschwernisse	% der Zeit 7	% des Arbeiterstandes 8	% des KV Lohnes 9	7x8x9 100x100 10			
F	Aufsicht	100	20,00	15	3,00			
G	Hitzearbeiten	50	100,00	10	6,64			
H	Arbeiten im angespannten Zustand	5	50,00	10	0,25			
I					0,00			
J	Summe Aufzahlung für Erschwernisse in %	Summe F10 bis I10				9,89		
							K3 Zeile F	

Baudauer gesamt:		[Mo]	[Wo]	[t]	[Dek]	HILFSBLATT 2B NEU					
AZM: Lange Woche	Dauer:	0,5	2	10		institut für baubetrieb + bauwirtschaft projektentwicklung + projektmanagement 					
AZM: Kurze Woche	Dauer:					Datum: 22.10.14 Baustelle: Mooskirchen					
AZM: Restliche Zeit	Dauer:					Anmerkung: * 2 Wochen					
AZM: 39h + 1h MA	Dauer:		2	10							
AZM: Dekade	Dauer:										
Tägliche Arbeitszeit [h]	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Summe/* [h]	Anzahl Tage Taggeld groß [t/Woche]	Anzahl Tage Taggeld mittel [t/Woche]	Anzahl Tage Taggeld klein [t/Woche]
verwendetes AZM:											
Lange Woche											
Kurze Woche											
Restliche Zeit											
39h + 1h MA	8	8	8	8	8			40	0	0	5
Dekade											
SUMME:											
Σ Dauer [*] * Anzahl Tage Taggeld [t/*] = Anzahl Tage mit Anspruch [t]									0	0	10
Dienstreisevergütungen		% d. Belegschaft v. prod. Arb.		Betrag Währung [.....€.....]		Anzahl der Arbeitstage mit Anspruch [t]	Anz.d.Arbeits-tage mit Anspruch* [t*]	Ausfallzeit [%]	Tatsächlicher Anspruch (14-15) [t*]	Betrag/*	
		11		tats.Betrag	lt.KV	13	14	15	16	abgabepfl. [€/"]	nicht abgabepfl [€/"]
M	Taggeld groß					0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00
N	Taggeld mittel					0,00	0,00	15,00	0,00	0,00	0,00
O	Taggeld klein	100,00		12,00	10,30	10,00	5,00	15,00	4,25	7,23	43,78
P	Übernachtungsgeld					0,00	7,00	15,00	5,95		0,00
Q	Fahrtkostenvergütung										
R	Heimfahrten					Je Fahrt: alle	4	Wochen			0,00
S	Heimfahrten					Je Fahrt: alle		Wochen			
T	An- und Rückreise					Je Fahrt: alle	29	Wochen			0,00
U											
V	Summe M17 bis U17 bis U16								je *	7,23	43,78
W	Zuschlag für unproduktives Personal							20,00	% v. V	1,45	8,76
X	Summe V17 + W17, V18 + W18								je *	8,67	52,53
Y	SUMME SONDERERSTATTUNGEN JE MITTELLOHNSTUNDE X17:E1; X18:E1								je Std.	0,22	1,31
									K3 Zeile G		K3 Zeile I

Hilfsblatt H3 NEU

ANDERE LOHNGEBUNDENE KOSTEN					HILFSBLATT 3			
Baustelle:		<small>institut für baubetrieb + bauwirtschaft projektentwicklung + projektmanagement</small> 			Datum:		22.10.14	
Mooskirchen								
	ZUSCHLAGSATZ für lohngebundene Kosten	direkte	umgelegte	auf	auf	auf	auf	
		Lohnneben- kosten 1	Lohnneben- kosten 2	Lohn 3	Gehalt 4	Stoffe (Sonstiges) 5	Gerät 6	Fremd- leistung 7
A	Lohnnebenkosten	26,90	77,39			xxxxxxxx	xxxxxx	xxxxxxxx
B	Andere lohngebundene Kosten	Kommunalabgabe		3,00		xxxxxxxx	xxxxxx	xxxxxxxx
C		Haftpflichtversicherung		2,70				
D		Kleingerät und Kleingerüst		6,00				
E		Nebenstoffe (Nägel, ...)		1,00				
F		Lohnverrechnung				xxxxxxxx	xxxxxx	xxxxxxxx
G	Sonstige allgemeine Nebenkosten							
H							
I	Summe B bis H			12,70				

Umgelegte Lohnnebenkosten:

MAF, FZF, MLF in Abhängigkeit vom Arbeitszeitmodell
 MAF = Normalarbeitszeit / Ges. Stunden Pro Woche MAF = 40.73/44
 FZF = Normalarbeitszeit / Kollektivvertragliche Arbeitszeit FZF = 40.73/39
 MLF = KV-Mittellohn + Umlage unprod. Personal / Mittellohn MLF = (K3 Zelle C / H)

KVAZ = Kollektivvertragliche Arbeitszeit (39 Std./Wo)
 NAZ = Betriebliche Normalarbeitszeit (H2A Neu Zelle A1)
 GES = Gesamtstunden / Wo (H2A NEU E1)

Hochmaierformel
 $\Sigma (USK 1 * MAF * FZF) + (USK 2 * MLF * FZF) + (USK 3 * MAF * MLF) =$ %

USK 1 =	<input type="text" value="18,64"/> %
USK 2 =	<input type="text" value="18,4"/> %
USK 3 =	<input type="text" value="57,1"/> %

Direkte Lohnnebenkosten:

Höchstbeitragsgrundlage	<input type="text" value="4.230,00"/> €	DLNK	FLAF
(K3 ZelleH * H2A NEU Zelle A1 * 4,33) = abgeminderter Prozentsatz	<input type="text" value="2.787,21"/> €	26,9	4,5
SVMOL > 4230 €	<input type="text" value=""/>	wenn DLNK < 4.230 € dann keine Abminderung des % Satzes sonst Interpolation (ausg. FLAF)	

Formblatt K 3 NEU

MITTELLOHNPREIS	<input checked="" type="checkbox"/>	Firma: Lemsitzer	FORMBLATT K 3 NEU																																																																																																																																							
REGIELOHNPREIS	<input type="checkbox"/>	Arbeitszeitmodell	institut für baubetrieb + bauwirtschaft projektentwicklung + projektmanagement																																																																																																																																							
GEHALTPREIS	<input type="checkbox"/>	Normalarbeitszeit 39 + 1 Std	Erstellt am: 22.10.2014	Seite: 1																																																																																																																																						
Bau:		FÜR MONTAGE <input type="checkbox"/>	Preisbasis laut Angebotsunterlagen																																																																																																																																							
Angebot Nr.:		FÜR VORFERTIGUNG <input type="checkbox"/>	Apr 14																																																																																																																																							
			Währung: EURO																																																																																																																																							
Beschäftigungsgruppe laut KV.: Zimmermeistergewerbe (01.05.2014)																																																																																																																																										
KV-Gruppe: /Hilfspolier / Facharbeiter /		Kalkulierte Beschäftigte		Anzahl: 6																																																																																																																																						
KV-Lohn: / 14,54 / 12,53 /		Kalkulierte Wochenarbeits-Zeit, h: 40																																																																																																																																								
Anteil in %: / 17 / 83 / = 100 %		Aufzahlung für Mehrarbeit:	%h /h /%h																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>%</th> <th>Betrag</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A Kollektivvertraglicher MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT</td> <td>100,00</td> <td>12,87</td> </tr> <tr> <td>B Umlage unproduktives Personal % von A</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>C Aufzahlungen aus Zusatzkollektivverträgen % von A + B (A + B)= 12,87</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D Überkollektivvertraglicher Mehrlohn % von A + B</td> <td></td> <td>1,53</td> </tr> <tr> <td>E Aufzahlung für Mehrarbeit % von A + B</td> <td>1,63</td> <td>0,21</td> </tr> <tr> <td>F Aufzahlung für Erschwernisse % von A + B</td> <td>9,89</td> <td>1,27</td> </tr> <tr> <td>G Andere abgabenpflichtige Lohnbestandteile % von A + B</td> <td></td> <td>0,22</td> </tr> <tr> <td>H MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT (% = Betrag H * 100 / Betrag A) (Betrag = A bis G)</td> <td></td> <td>16,09</td> </tr> <tr> <td>I Andere nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile % von H</td> <td></td> <td>1,31</td> </tr> <tr> <td>J Direkte Lohnnebenkosten % von H</td> <td>26,90</td> <td>4,33</td> </tr> <tr> <td>K Umgelegte Lohnnebenkosten % von H</td> <td>77,39</td> <td>12,45</td> </tr> <tr> <td>L Andere lohngebundene Kosten % von H</td> <td>12,70</td> <td>2,04</td> </tr> <tr> <td>M MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT - KOSTEN (% = M * 100 / Betrag A) (Betrag = H bis L)</td> <td></td> <td>36,23</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Gesamtzuschlag in % auf:</td> </tr> <tr> <td>N Geschäftsgemeinkosten</td> <td></td> <td>5,00</td> </tr> <tr> <td>O Bauzinsen</td> <td></td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td>P Wagnis</td> <td></td> <td>3,00</td> </tr> <tr> <td>Q Gewinn</td> <td></td> <td>2,00</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>S Summe (%) N bis R</td> <td>11,50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T Gesamtzuschlag: S*100/(100-S) %</td> <td>12,99</td> <td>4,71</td> </tr> <tr> <td>U MITTELLOHN-REGIELOHN-GEHALT-PREIS (% = U * 100 / A) (Betrag = M + T)</td> <td></td> <td>40,94</td> </tr> <tr> <td colspan="5">In Sonderfällen: Umlage der Baustellen-Gemeinkosten auf Leistungsstunden</td> </tr> <tr> <td colspan="5">auf MLP - RLP - GP (Baustellen-Gemeinkosten / h = Betrag in V) bzw. in Prozent vom Mittellohn</td> </tr> <tr> <td>V Umgelegt sind:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>W MLP - RLP - GP mit Umlage der Gemeinkosten (% = W * 100 / A) (Betrag = U + V)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">In Sonderfällen: Umlage auf Preisanteile in %</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Lohn</td> <td>Sonstiges</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>X UMLAGEPROZENTSATZ</td> <td>Summe 1 bis 6</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						%	Betrag	A Kollektivvertraglicher MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT	100,00	12,87	B Umlage unproduktives Personal % von A		0,00	C Aufzahlungen aus Zusatzkollektivverträgen % von A + B (A + B)= 12,87			D Überkollektivvertraglicher Mehrlohn % von A + B		1,53	E Aufzahlung für Mehrarbeit % von A + B	1,63	0,21	F Aufzahlung für Erschwernisse % von A + B	9,89	1,27	G Andere abgabenpflichtige Lohnbestandteile % von A + B		0,22	H MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT (% = Betrag H * 100 / Betrag A) (Betrag = A bis G)		16,09	I Andere nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile % von H		1,31	J Direkte Lohnnebenkosten % von H	26,90	4,33	K Umgelegte Lohnnebenkosten % von H	77,39	12,45	L Andere lohngebundene Kosten % von H	12,70	2,04	M MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT - KOSTEN (% = M * 100 / Betrag A) (Betrag = H bis L)		36,23	Gesamtzuschlag in % auf:			N Geschäftsgemeinkosten		5,00	O Bauzinsen		1,50	P Wagnis		3,00	Q Gewinn		2,00	R			S Summe (%) N bis R	11,50		T Gesamtzuschlag: S*100/(100-S) %	12,99	4,71	U MITTELLOHN-REGIELOHN-GEHALT-PREIS (% = U * 100 / A) (Betrag = M + T)		40,94	In Sonderfällen: Umlage der Baustellen-Gemeinkosten auf Leistungsstunden					auf MLP - RLP - GP (Baustellen-Gemeinkosten / h = Betrag in V) bzw. in Prozent vom Mittellohn					V Umgelegt sind:					W MLP - RLP - GP mit Umlage der Gemeinkosten (% = W * 100 / A) (Betrag = U + V)					In Sonderfällen: Umlage auf Preisanteile in %						Lohn	Sonstiges			1					2					3					4					5					6					X UMLAGEPROZENTSATZ	Summe 1 bis 6	0	0	
	%	Betrag																																																																																																																																								
A Kollektivvertraglicher MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT	100,00	12,87																																																																																																																																								
B Umlage unproduktives Personal % von A		0,00																																																																																																																																								
C Aufzahlungen aus Zusatzkollektivverträgen % von A + B (A + B)= 12,87																																																																																																																																										
D Überkollektivvertraglicher Mehrlohn % von A + B		1,53																																																																																																																																								
E Aufzahlung für Mehrarbeit % von A + B	1,63	0,21																																																																																																																																								
F Aufzahlung für Erschwernisse % von A + B	9,89	1,27																																																																																																																																								
G Andere abgabenpflichtige Lohnbestandteile % von A + B		0,22																																																																																																																																								
H MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT (% = Betrag H * 100 / Betrag A) (Betrag = A bis G)		16,09																																																																																																																																								
I Andere nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile % von H		1,31																																																																																																																																								
J Direkte Lohnnebenkosten % von H	26,90	4,33																																																																																																																																								
K Umgelegte Lohnnebenkosten % von H	77,39	12,45																																																																																																																																								
L Andere lohngebundene Kosten % von H	12,70	2,04																																																																																																																																								
M MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT - KOSTEN (% = M * 100 / Betrag A) (Betrag = H bis L)		36,23																																																																																																																																								
Gesamtzuschlag in % auf:																																																																																																																																										
N Geschäftsgemeinkosten		5,00																																																																																																																																								
O Bauzinsen		1,50																																																																																																																																								
P Wagnis		3,00																																																																																																																																								
Q Gewinn		2,00																																																																																																																																								
R																																																																																																																																										
S Summe (%) N bis R	11,50																																																																																																																																									
T Gesamtzuschlag: S*100/(100-S) %	12,99	4,71																																																																																																																																								
U MITTELLOHN-REGIELOHN-GEHALT-PREIS (% = U * 100 / A) (Betrag = M + T)		40,94																																																																																																																																								
In Sonderfällen: Umlage der Baustellen-Gemeinkosten auf Leistungsstunden																																																																																																																																										
auf MLP - RLP - GP (Baustellen-Gemeinkosten / h = Betrag in V) bzw. in Prozent vom Mittellohn																																																																																																																																										
V Umgelegt sind:																																																																																																																																										
W MLP - RLP - GP mit Umlage der Gemeinkosten (% = W * 100 / A) (Betrag = U + V)																																																																																																																																										
In Sonderfällen: Umlage auf Preisanteile in %																																																																																																																																										
	Lohn	Sonstiges																																																																																																																																								
1																																																																																																																																										
2																																																																																																																																										
3																																																																																																																																										
4																																																																																																																																										
5																																																																																																																																										
6																																																																																																																																										
X UMLAGEPROZENTSATZ	Summe 1 bis 6	0	0																																																																																																																																							

Ermittelte Aufwandswerte

Die ermittelten Aufwandswerte der betreffenden Tätigkeiten bzw. Leistungen, die in der Tabelle allgemein als AW_i beschrieben sind, werden als AW_{netto} und AW_{brutto} für die Geschosse EG, 1. OG und 2. OG ausgegeben.

AW_i Position	Beschreibung
1. Stellen der Außenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
2. Verschrauben der Außenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung AW-AW • Verschraubung AW-IW
3. Stellen der Innenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
4. Verschrauben der Innenwand	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung IW-IW
5. Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des Elementes • Einbringung der Schalldämmelemente zwischen Unterzug und Auflager • Einrichtung des Elementes • Verschraubung des Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
6. Unterkonstruktion (Stützen + Unterzüge) für Balkon (südseitig)	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des Elementes • Einrichtung des Elementes • Verschraubung des Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
7. Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkopplung	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung des Dichtungsbandes auf der unten- und obenliegenden Stirnfläche der Außenwand • Anbringung des Dichtungsbandes

	auf der unten- und oberliegenden Stirnfläche der Innenwand
8. Verlegen der Deckenelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
9. Verschrauben der Deckenelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung Decke – AW • Verschraubung Decke – IW • Verschraubung Decke – Unterzug • Verschraubung Decke – Decke (Stufenfalz) • Verschraubung Decke – Unterkonstruktion
10. Einbau der Dämmung an Wohnungstrennwand zwischen den Wohneinheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Dämmstoffes • Zuschnitt des Dämmstoffes • Anbringung des Dämmstoffes an der Wohnungstrennwand
11. Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen der Position der Stahlprofile (Verankerung) • Anbringung der Stahlprofile • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Verschraubung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
12. Stellen und Verschrauben des Treppenaufganges und der Geländer in den Stockwerken	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Verschraubung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
13. Stellen und Verschrauben des Liftschachtes	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen der Position der Stahlprofile (Verankerung) • Anbringung der Stahlprofile • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes

	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
14. Winkelmontage	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen der Winkelposition • Verschraubung und Vernagelung der Winkelprofile an der AW (Holz – Holz – Verbindung) • Holz Verbindung) • Verschraubung und Vernagelung der Winkelprofile an der IW (Holz – Holz – Verbindung)
15. Verlegen der Dachelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Anbringung der Anschlagmittel • Hebevorgang des BSP-Elementes • Positionierung des BSP-Elementes • Entfernung der Anschlagmittel
16. Verschrauben der Dachelemente	<ul style="list-style-type: none"> • Verschraubung Dach – AW • Verschraubung Dach – IW • Verschraubung Dach – Unterzug • Verschraubung Dach – Dach (Stufenfalz) • Verschraubung Dach – Unterkonstruktion
17. stirnseitige Verkleidung des Dachs	<ul style="list-style-type: none"> • Einmessen • Zuschnitt der Holzelemente • Montage der Holzelemente

Erdgeschoss

Aufwandswerte für:

1. Stellen der Außenwand (vorwiegend ohne Schrägstütze)
2. Verschrauben der Außenwand (Verschrauben AW-AW und AW-IW)
3. Stellen der Innenwand
4. Verschrauben der Innenwand (Verschrauben IW-IW)
5. Einrichten und Verschrauben der Unterzüge (mit Stürzen und Stützen)
6. Einrichten und Verschrauben der Unterkonstruktion (Stützen + Unterzug) für Balkon (südseitig)
7. Verlegen der Deckenelemente
8. Verschrauben der Deckenelemente (Verschrauben mit IW, AW, Unterzügen, Stufenfalz)
9. Einbau der Dämmung auf der Wohnungstrennwand zwischen den Wohneinheiten
10. Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung auf der Ober- und Unterseite an den Außen- und Innenwandelementen
11. Montage der Winkel (Einmessen und Verteilen der Winkel, Verschraubung Holz-Holz)

12. Stellen und Verschrauben der Außenwand
13. Stellen und Verschrauben der Innenwand

14. komplette Montage der Außenwand (Stellen/Verschrauben der AW mit Winkelmontage und Dichtungseinbau)
15. komplette Montage der Innenwand (Stellen/Verschrauben der IW mit Winkelmontage und Dichtungseinbau)

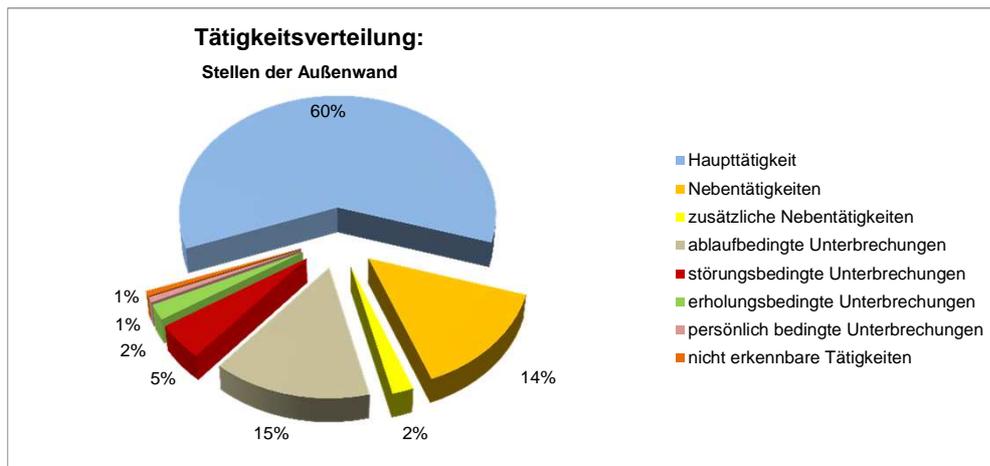
16. Gesamte Montage der Deckenelemente (Verlegen/Verschrauben der Deckenelemente)
17. Gesamte Montage der Wände beinhaltet:
 - ◆ Stellen/Verschrauben der AW und IW
 - ◆ gesamte Winkelmontage im Geschoss
 - ◆ Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung
 - ◆ Einrichten/Verschrauben der Unterzüge
 - ◆ Einrichten/Verschrauben der Unterbaukonstruktion
 - ◆ Einbau Dämmung zwischen den Wohneinheiten

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten angeführt.

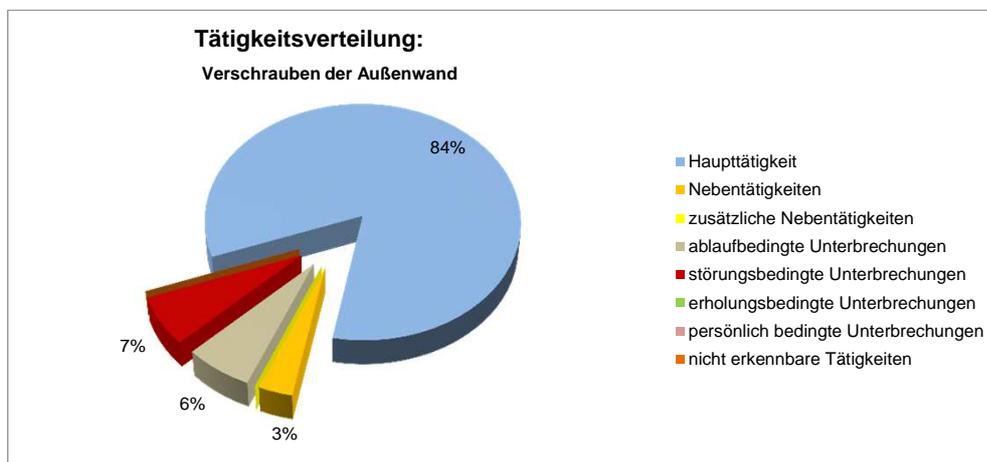
Aufbau:

- ◆ Haupttätigkeit
- ◆ Nebentätigkeit
- ◆ zusätzliche Tätigkeit
- ◆ ablaufbedingte Unterbrechungen
- ◆ störungsbedingte Unterbrechungen
- ◆ erholungsbedingte Unterbrechungen
- ◆ persönlich bedingte Unterbrechungen
- ◆ nicht erkennbare Tätigkeiten

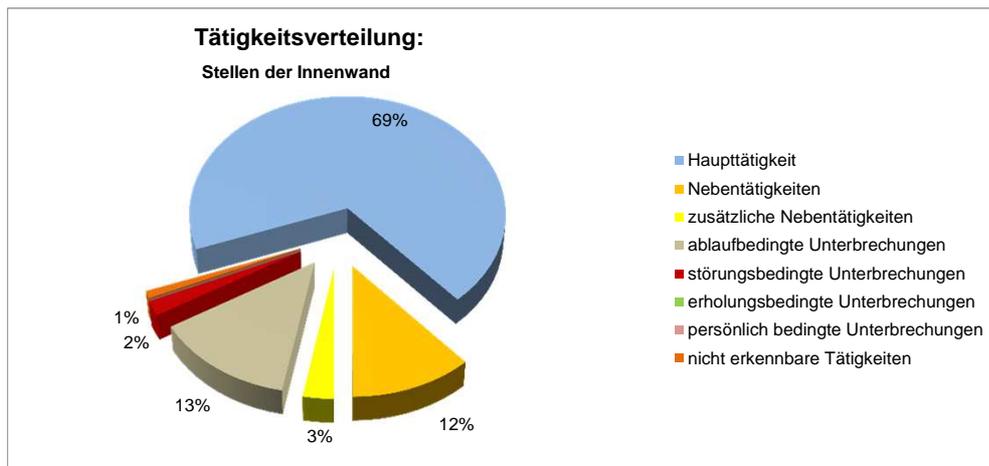
Beurteilung nach REFA							
Erdgeschoss							
Tätigkeit: Stellen der Außenwand		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit		440	7,33	60%	192,64	AW netto	0,04
Nebentätigkeiten +		105	1,75	14%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		15	0,25	2%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		110	1,83	15%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		35	0,58	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		15	0,25	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		5	0,08	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		5	0,08	1%			
Σ [Zeit]		290	4,83	40%	192,64	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Stellen der Außenwand		730	12,17			AW brutto	0,06



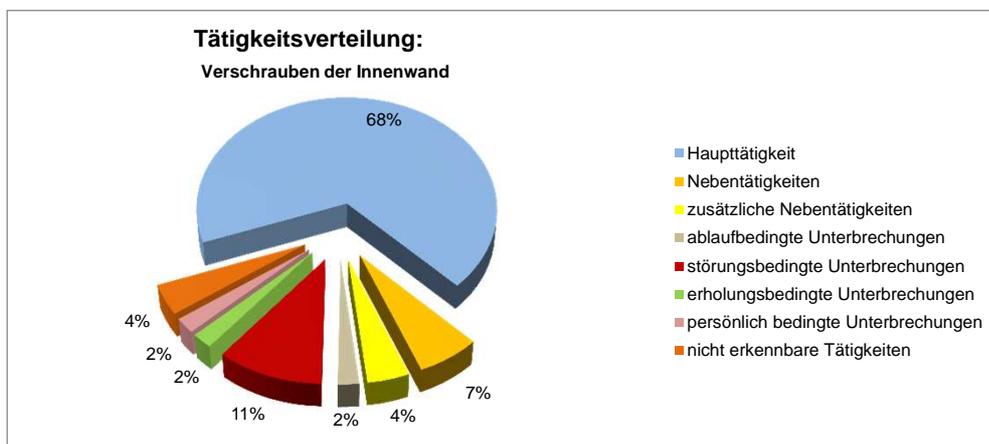
Beurteilung nach REFA							
Erdgeschoss							
Tätigkeit: Verschrauben der Außenwand		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit		255	4,25	84%	59,18	AW netto	0,07
Nebentätigkeiten +		10	0,17	3%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		20	0,33	7%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		20	0,33	7%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		0	0,00	0%			
Σ [Zeit]		50	0,83	16%	59,18	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verschrauben der Außenwand		305	5,08			AW brutto	0,09



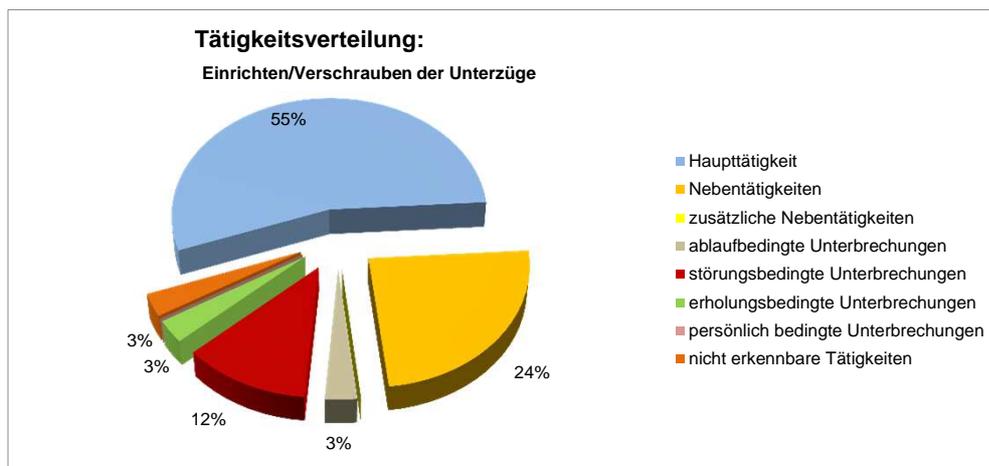
Beurteilung nach REFA							
Erdgeschoss							
Tätigkeit: Stellen der Innenwand		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit		355	5,92	69%	191,68	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +		60	1,00	12%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		15	0,25	3%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		70	1,17	14%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		10	0,17	2%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		5	0,08	1%			
Σ [Zeit]		160	2,67	31%	191,68	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Stellen der Innenwand		515	8,58			AW brutto	0,04



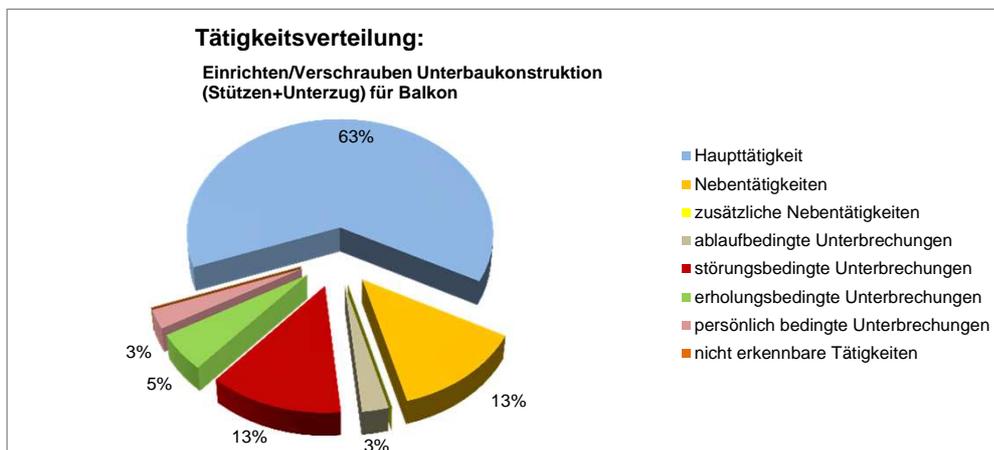
Beurteilung nach REFA							
Erdgeschoss							
Tätigkeit: Verschrauben der Innenwand		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [l/m]	AW	AW [Std/l/m]
Haupttätigkeit		160	2,67	68%	60,50	AW netto	0,04
Nebentätigkeiten +		15	0,25	6%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		10	0,17	4%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		5	0,08	2%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		25	0,42	11%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		5	0,08	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		5	0,08	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		10	0,17	4%			
Σ [Zeit]		75	1,25	32%	60,50	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Verschrauben der Innenwand		235	3,92			AW brutto	0,06



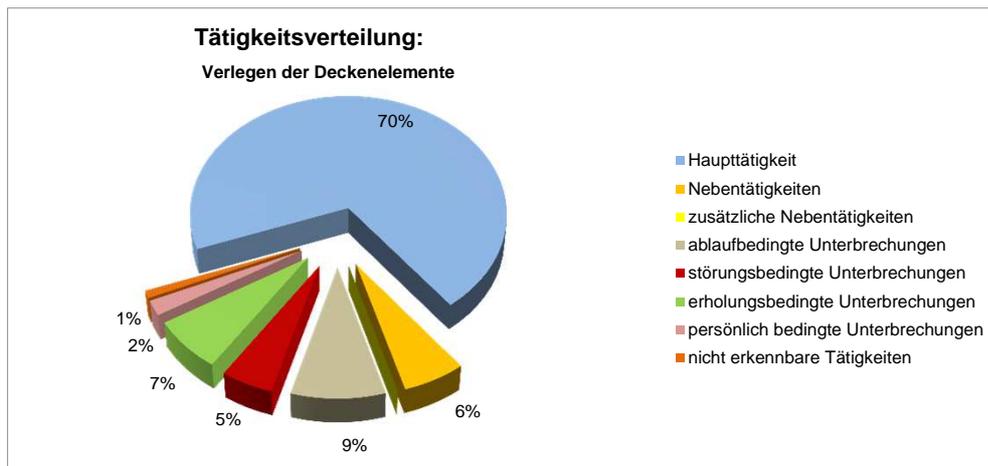
Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	90	1,50	55%	32,85	AW netto	0,05
Nebentätigkeiten +	40	0,67	24%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	3%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	12%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	3%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	3%			
Σ [Zeit]	75	1,25	45%	32,85	AW zusätzl.	0,04
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	165	2,75			AW brutto	0,08



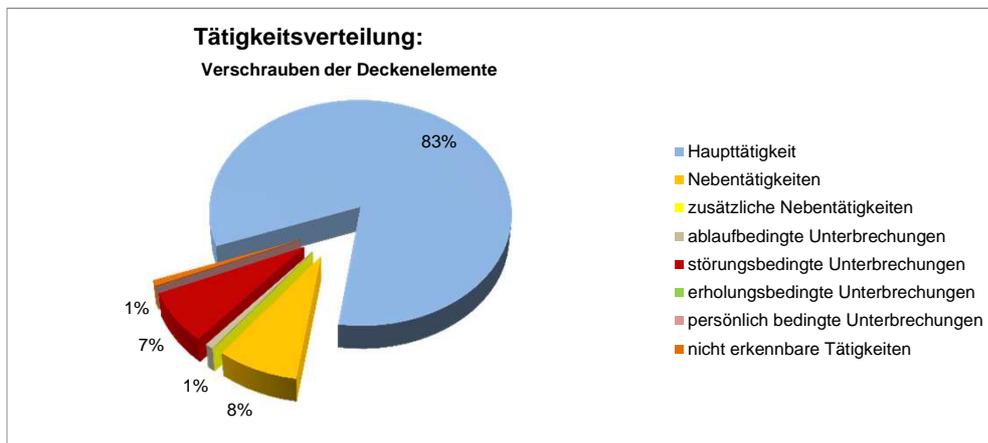
Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben Unterkonstruktion (Stützen+Unterzug) für Balkon	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	120	2,00	63%	21,45	AW netto	0,09
Nebentätigkeiten +	25	0,42	13%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	3%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	13%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	5%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	3%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	70	1,17	37%	21,45	AW zusätzl.	0,05
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben Unterkonst. für Balkon	190	3,17			AW brutto	0,15



Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Verlegen der Deckenelemente	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	350	5,83	70%	292,18	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	30	0,50	6%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	45	0,75	9%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	7%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	150	2,50	30%	292,18	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verlegen der Deckenelemente	500	8,33			AW brutto	0,03



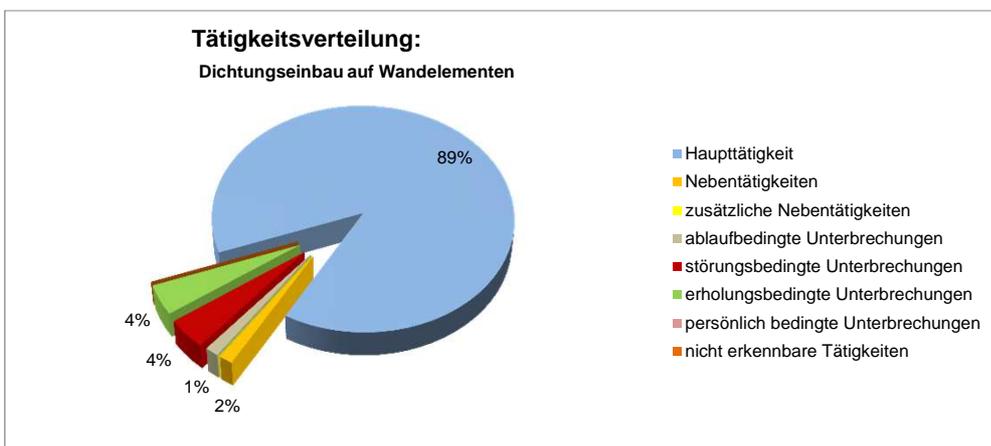
Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Verschrauben der Deckenelemente	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	510	8,50	83%	257,76	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	50	0,83	8%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	45	0,75	7%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	105	1,75	17%	257,76	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verschrauben der Deckenelemente	615	10,25			AW brutto	0,04



Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Einbau der Dämmung zwischen den Wohnungen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	110	1,83	100%	21,27	AW netto	0,09
Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	0	0,00	0%	21,27	AW zusätzl.	0,00
Σ [Zeit] Einbau der Dämmung zwischen den Wohnungen	110	1,83			AW brutto	0,09



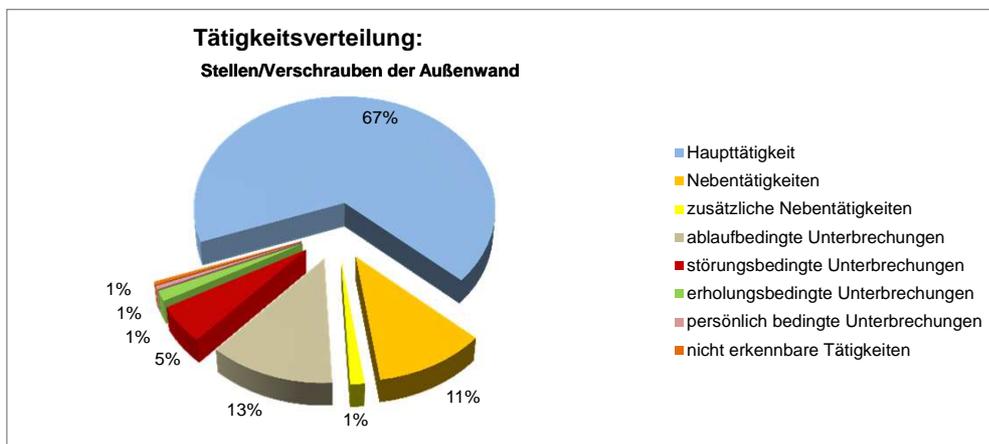
Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Dichtungseinbau auf Wandelementen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	320	5,33	89%	141,06	AW netto	0,04
Nebentätigkeiten +	5	0,08	1%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	40	0,67	11%	141,06	AW zusätzl.	0,00
Σ [Zeit] Dichtungseinbau auf Wandelementen	360	6,00			AW brutto	0,04



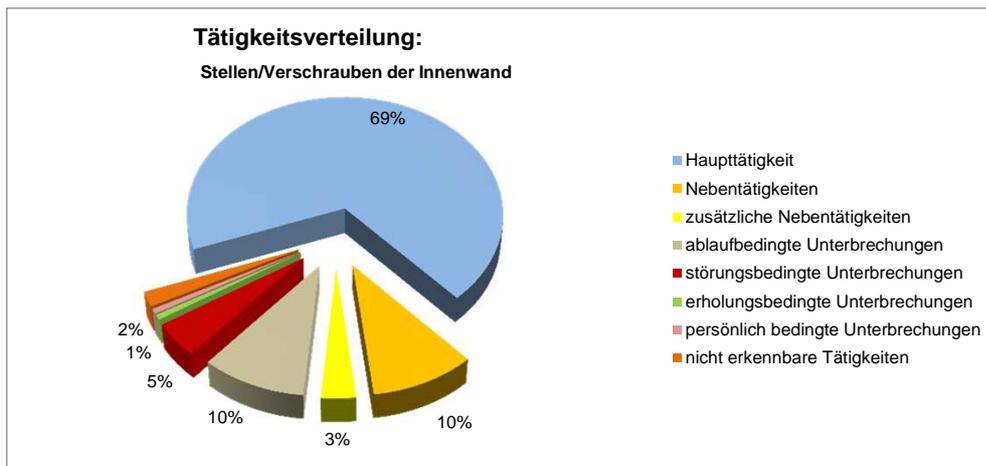
Beurteilung nach REFA							
Erdgeschoss							
Tätigkeit: Montage der Winkel		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [Stk]	AW	AW [Std/Stk]
Haupttätigkeit		300	5,00	90%	110,00	AW netto	0,05
Nebentätigkeiten +		30	0,50	9%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		5	0,08	1%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		0	0,00	0%			
Σ [Zeit]		35	0,58	10%	110,00	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Montage der Winkel		335	5,58			AW brutto	0,05



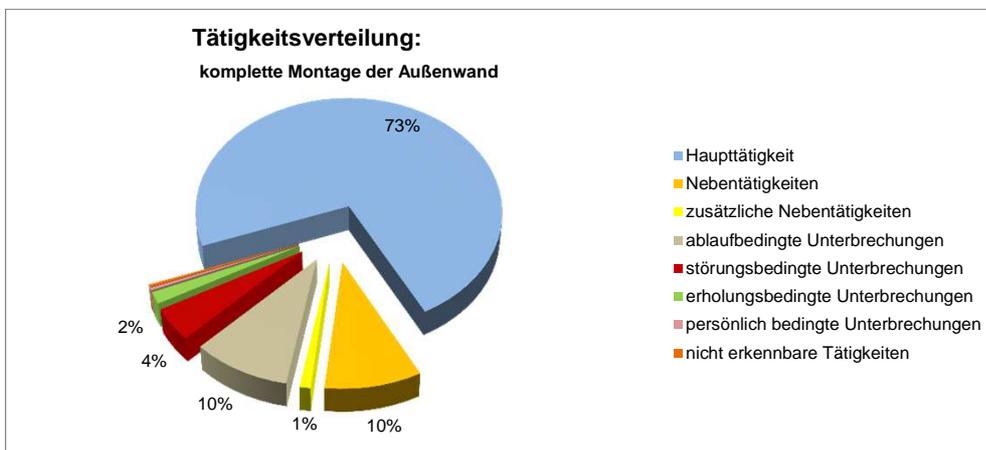
Beurteilung nach REFA							
Erdgeschoss							
Tätigkeit: Stellen/Verschrauben der Außenwand		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit		695	11,58	67%	192,64	AW netto	0,06
Nebentätigkeiten +		115	1,92	11%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		15	0,25	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		130	2,17	13%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		55	0,92	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		15	0,25	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		5	0,08	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		5	0,08	0%			
Σ [Zeit]		340	5,67	33%	192,64	AW zusätzl.	0,03
Σ [min] Stellen/Verschrauben der Außenwand		1035	17,25			AW brutto	0,09



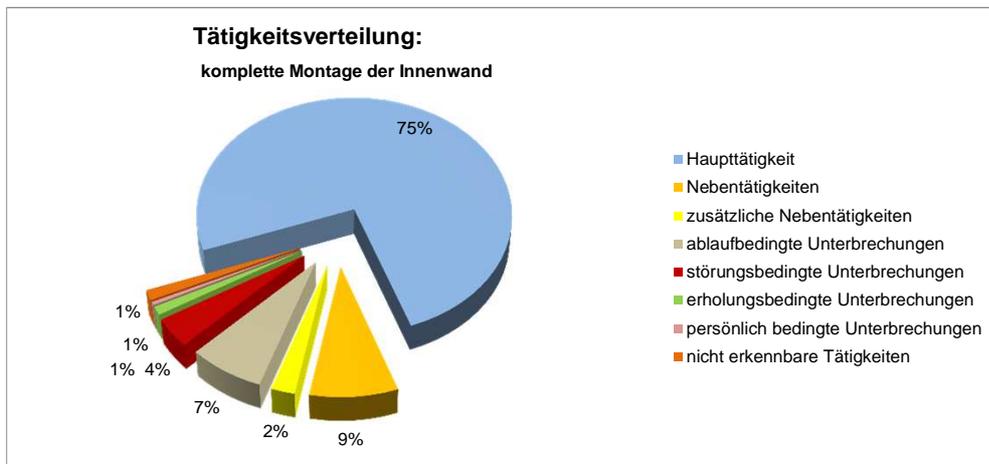
Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Stellen/Verschrauben der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	515	8,58	69%	191,68	AW netto	0,04
Nebentätigkeiten +	75	1,25	10%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	25	0,42	3%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	75	1,25	10%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	15	0,25	2%			
Σ [Zeit]	235	3,92	31%	191,68	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen/Verschrauben der Innenwand	750	12,50			AW brutto	0,07



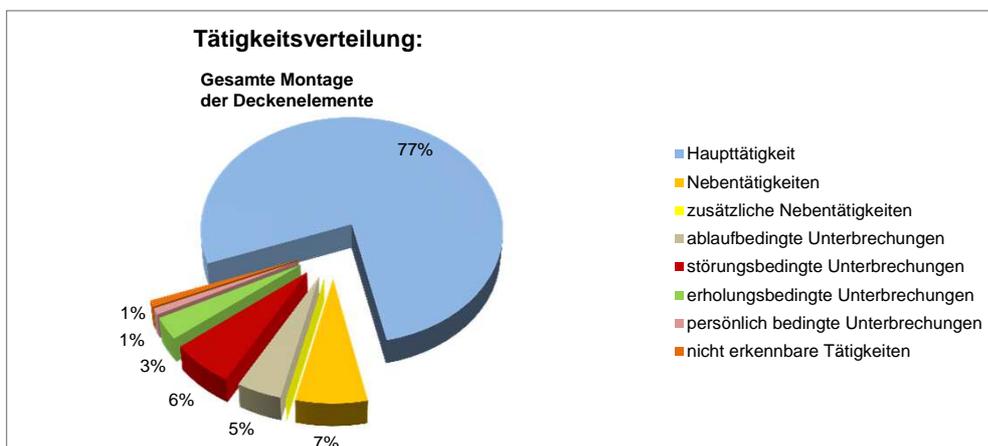
Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: komplette Montage der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	1011,2	16,85	73%	192,64	AW netto	0,09
Nebentätigkeiten +	132,85	2,21	10%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	15	0,25	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	135,1	2,25	10%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	62,65	1,04	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	22,65	0,38	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	0%			
Σ [Zeit]	378,25	6,30	27%	192,64	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] komplette Montage der Außenwand	1389,45	23,16			AW brutto	0,12



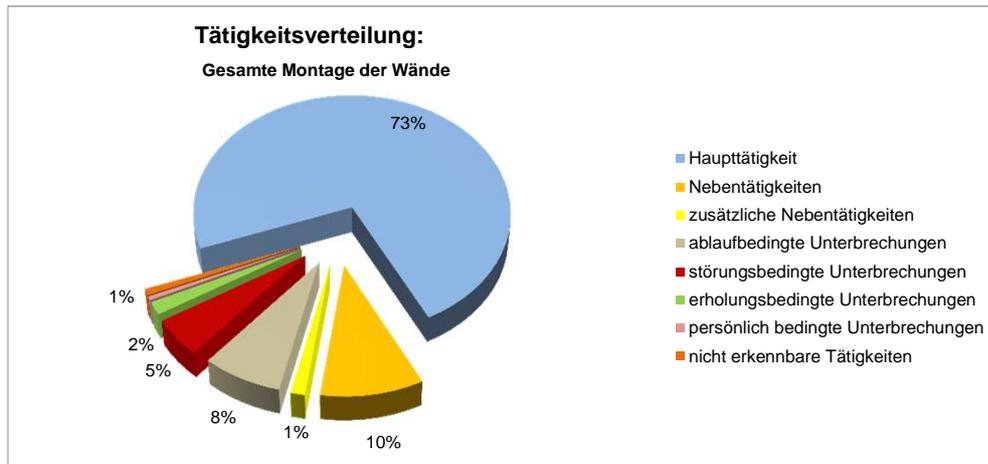
Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: komplette Montage der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	818,8	13,65	75%	191,68	AW netto	0,07
Nebentätigkeiten +	92,15	1,54	8%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	25	0,42	2%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	79,9	1,33	7%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	42,35	0,71	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	12,35	0,21	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	15	0,25	1%			
Σ [Zeit]	271,75	4,53	25%	191,68	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] komplette Montage der Innenwand	1090,55	18,18			AW brutto	0,09



Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Gesamte Montage der Deckenelemente	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	860	14,33	77%	292,18	AW netto	0,05
Nebentätigkeiten +	80	1,33	7%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	4%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	70	1,17	6%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	3%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	10	0,17	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	10	0,17	1%			
Σ [Zeit]	255	4,25	23%	292,18	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Gesamte Montage der Deckenelemente	1115	18,58			AW brutto	0,06



Beurteilung nach REFA						
Erdgeschoss						
Tätigkeit: Gesamte Montage der Wände	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	2150	35,83	73%	384,32	AW netto	0,09
Nebentätigkeiten +	290	4,83	10%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	40	0,67	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	225	3,75	8%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	150	2,50	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	15	0,25	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	25	0,42	1%			
Σ [Zeit]	795	13,25	27%	384,32	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Gesamte Montage der Wände	2945	49,08			AW brutto	0,13



1. Obergeschoss

Aufwandswerte für:

1. Stellen der Außenwand (vorwiegend ohne Schrägstütze)
2. Verschrauben der Außenwand (Verschrauben AW-AW und AW-IW)
3. Stellen der Innenwand
4. Verschrauben der Innenwand (Verschrauben IW-IW)
5. Einrichten und Verschrauben der Unterzüge (mit Stürzen und Stützen)
6. Einrichten und Verschrauben der Unterkonstruktion (Stützen + Unterzug) für Balkon (südseitig)
7. Verlegen der Deckenelemente
8. Verschrauben der Deckenelemente (Verschrauben mit IW, AW, Unterzügen, Stufenfalz)
9. Einbau der Dämmung auf der Wohnungstrennwand zwischen den Wohneinheiten
10. Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung auf der Ober- und Unterseite an den Wandelementen
11. Montage der Winkel (Einmessen und Verteilen der Winkel, Verschraubung Holz-Holz)

12. Stellen und Verschrauben der Außenwand
13. Stellen und Verschrauben der Innenwand

14. komplette Montage der Außenwand (Stellen/Verschrauben der AW mit Winkelmontage und Dichtungseinbau)
15. komplette Montage der Innenwand (Stellen/Verschrauben der IW mit Winkelmontage und Dichtungseinbau)

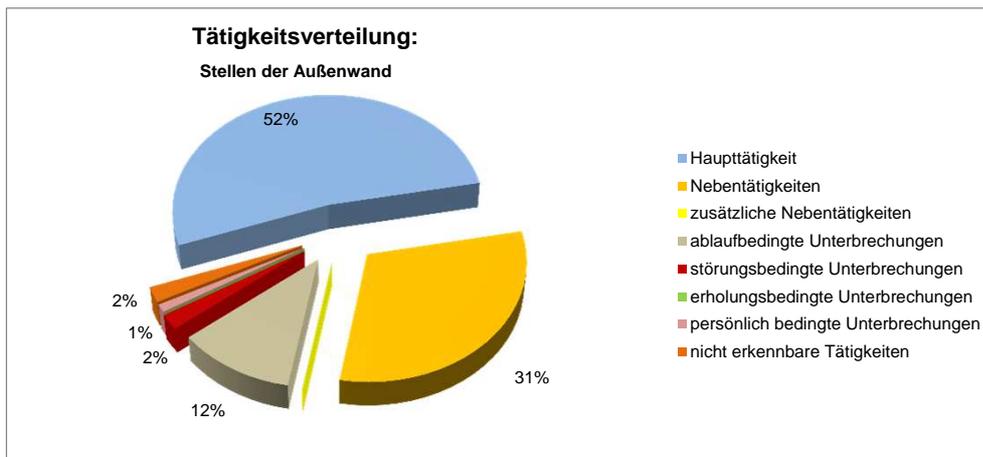
16. Gesamte Montage der Deckenelemente (Verlegen/Verschrauben der Deckenelemente)
17. Gesamte Montage der Wände beinhaltet:
 - ◆ Stellen/Verschrauben der AW und IW
 - ◆ gesamte Winkelmontage im Geschoss
 - ◆ Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung
 - ◆ Einrichten/Verschrauben der Unterzüge
 - ◆ Einrichten/Verschrauben der Unterbaukonstruktion
 - ◆ Einbau Dämmung zwischen den Wohneinheiten

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten ausgeführt.

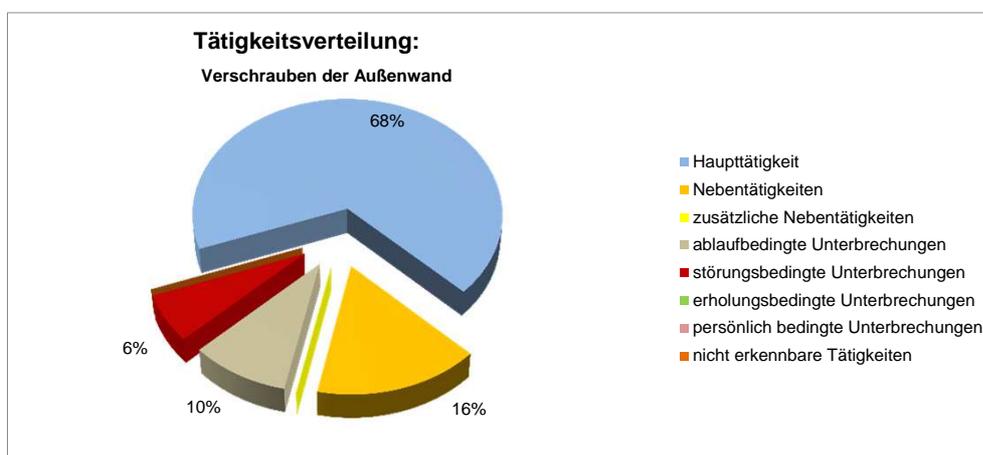
Aufbau:

- ◆ Haupttätigkeit
- ◆ Nebentätigkeit
- ◆ zusätzliche Tätigkeit
- ◆ ablaufbedingte Unterbrechungen
- ◆ störungsbedingte Unterbrechungen
- ◆ erholungsbedingte Unterbrechungen
- ◆ persönlich bedingte Unterbrechungen
- ◆ nicht erkennbare Tätigkeiten

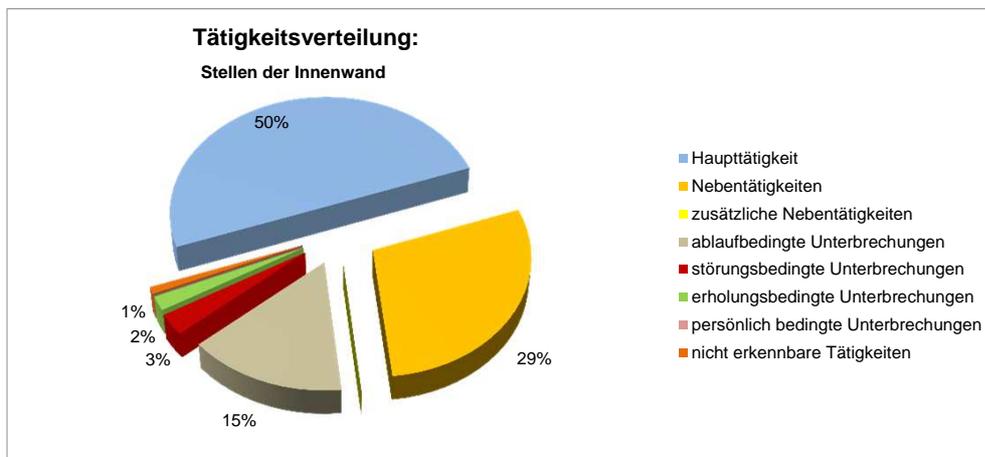
Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit	Stellen der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
	Haupttätigkeit	255	4,25	52%	168,00	AW netto	0,03
	Nebentätigkeiten +	150	2,50	31%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	56	0,93	12%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	10	0,17	2%			
	Σ [Zeit]	231	3,85	48%	168,00	AW zusätzl.	0,02
	Σ [Zeit] Stellen der Außenwand	486	8,10			AW brutto	0,05



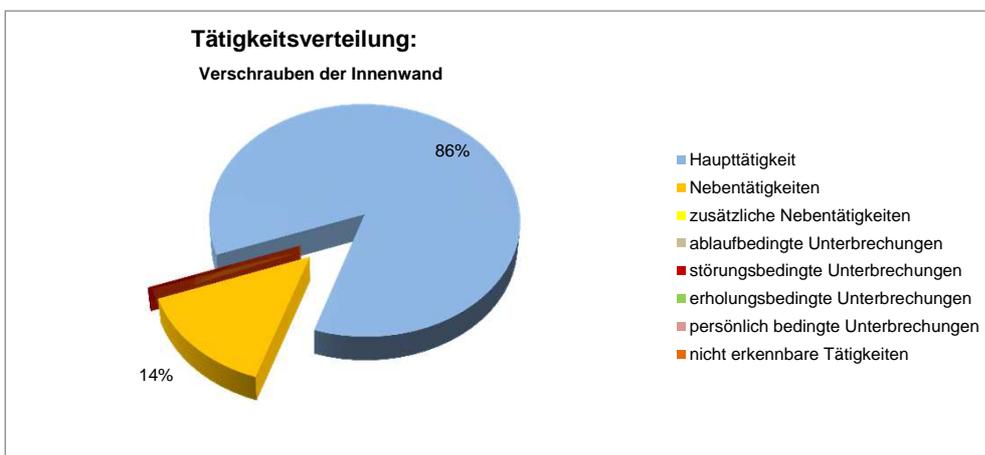
Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit:	Verschrauben der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
	Haupttätigkeit	105	1,75	68%	49,50	AW netto	0,04
	Nebentätigkeiten +	25	0,42	16%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	10%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	6%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
	Σ [Zeit]	50	0,83	32%	49,50	AW zusätzl.	0,02
	Σ [Zeit] Verschrauben der Außenwand	155	2,58			AW brutto	0,05



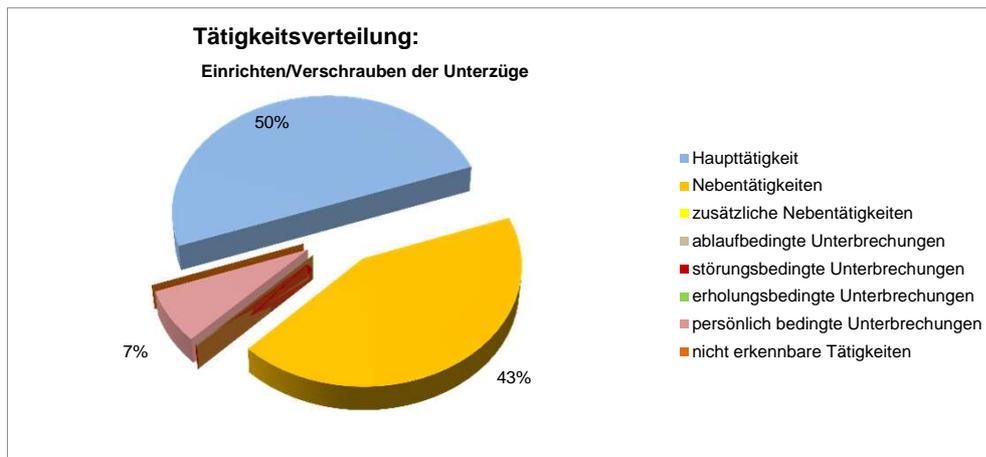
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Stellen der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	260	4,33	50%	191,68	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	150	2,50	29%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	80	1,33	15%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	3%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	260	4,33	50%	191,68	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen der Innenwand	520	8,67			AW brutto	0,05



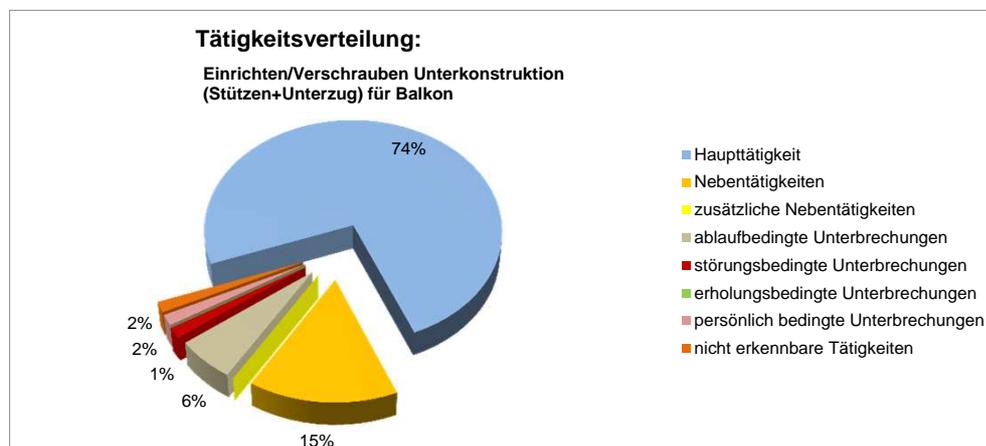
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Verschrauben der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	120	2,00	86%	60,50	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	20	0,33	14%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	20	0,33	14%	60,50	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verschrauben der Innenwand	140	2,33			AW brutto	0,04



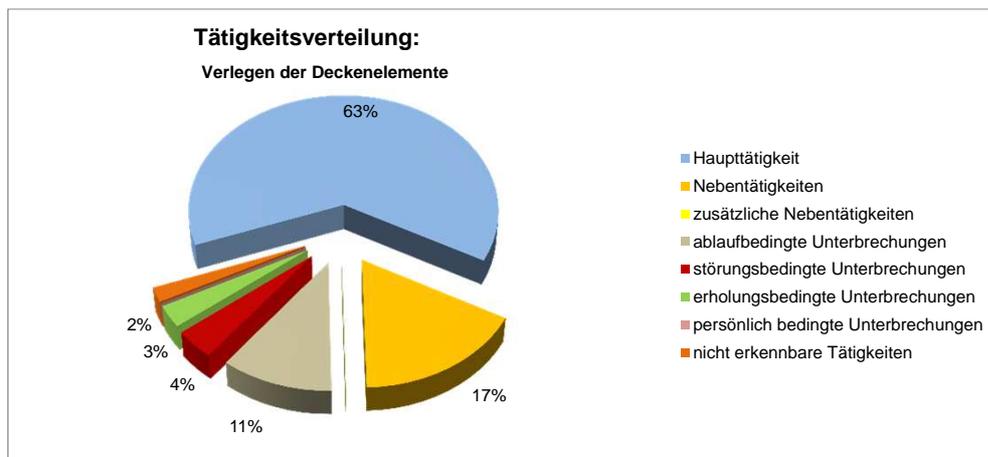
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	35	0,58	50%	32,85	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	30	0,50	43%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	7%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	35	0,58	50%	32,85	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	70	1,17			AW brutto	0,04



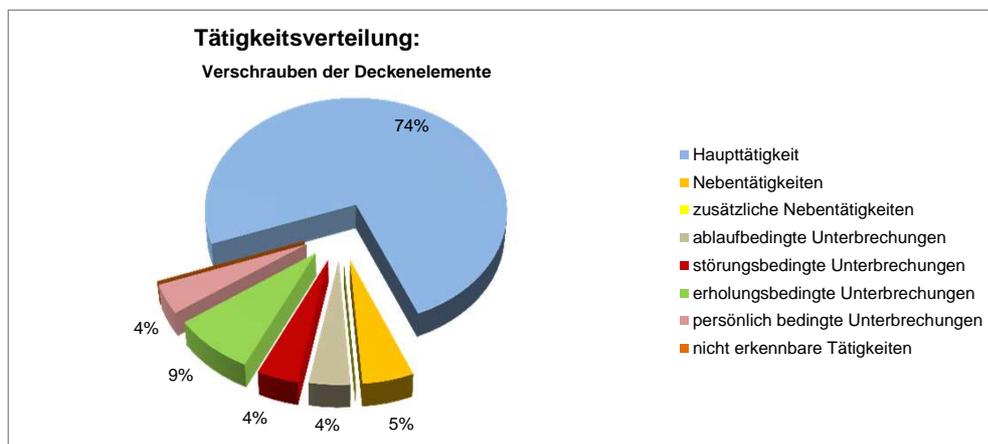
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben Unterkonstruktion (Stützen+Unterzug) für Balkon	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	245	4,08	74%	21,45	AW netto	0,19
Nebentätigkeiten +	50	0,83	15%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	6%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	2%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	2%			
Σ [Zeit]	85	1,42	26%	21,45	AW zusätzl.	0,07
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben Unterkonstr. für Balkon	330	5,50			AW brutto	0,26



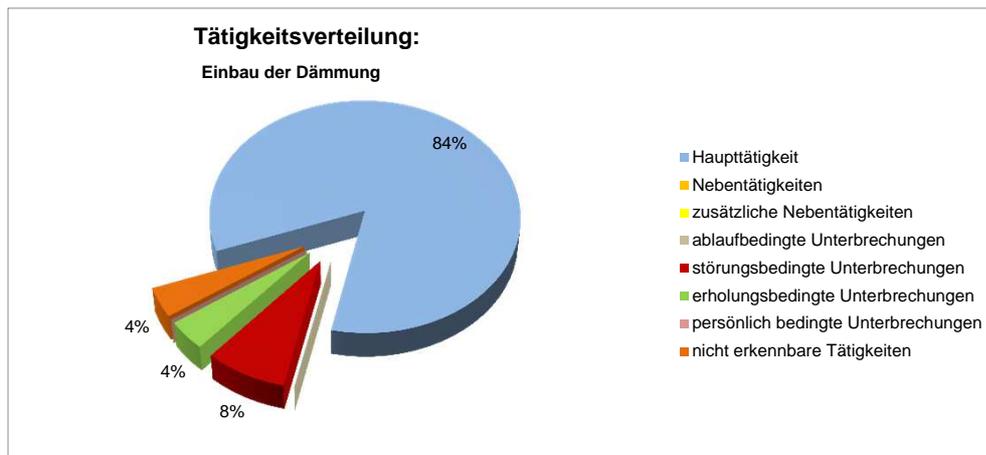
Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit: Verlegen der Deckenelemente		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit		320	5,33	63%	284,54	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +		85	1,42	17%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		55	0,92	11%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		20	0,33	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		15	0,25	3%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		10	0,17	2%			
Σ [Zeit]		185	3,08	37%	284,54	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verlegen der Deckenelemente		505	8,42			AW brutto	0,03



Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit: Verschrauben der Deckenelemente		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit		360	6,00	74%	247,50	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +		25	0,42	5%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		20	0,33	4%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		20	0,33	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		40	0,67	8%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		20	0,33	4%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		0	0,00	0%			
Σ [Zeit]		125	2,08	26%	247,50	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verschrauben der Deckenelemente		485	8,08			AW brutto	0,03



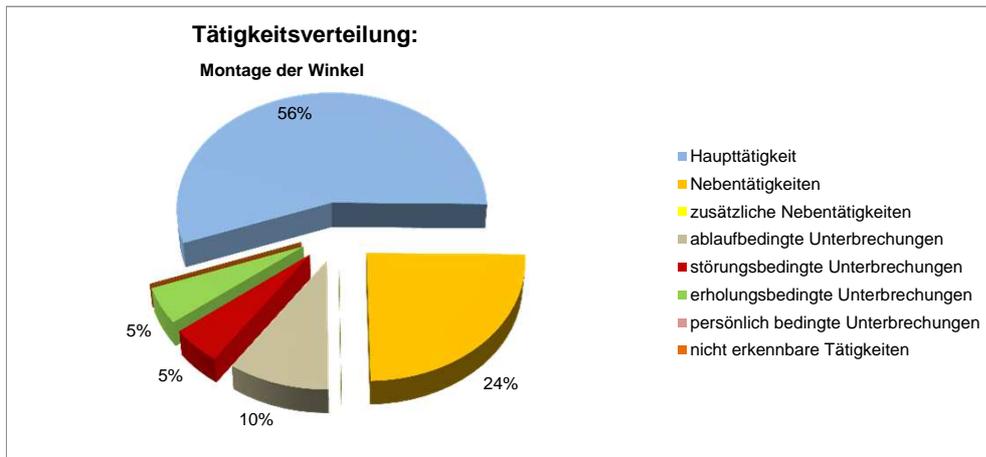
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Einbau der Dämmung zwischen den Wohnungen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	105	1,75	84%	21,27	AW netto	0,08
Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	8%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	4%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	4%			
Σ [Zeit]	20	0,33	16%	21,27	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Einbau der Dämmung zwischen den Wohnungen	125	2,08			AW brutto	0,10



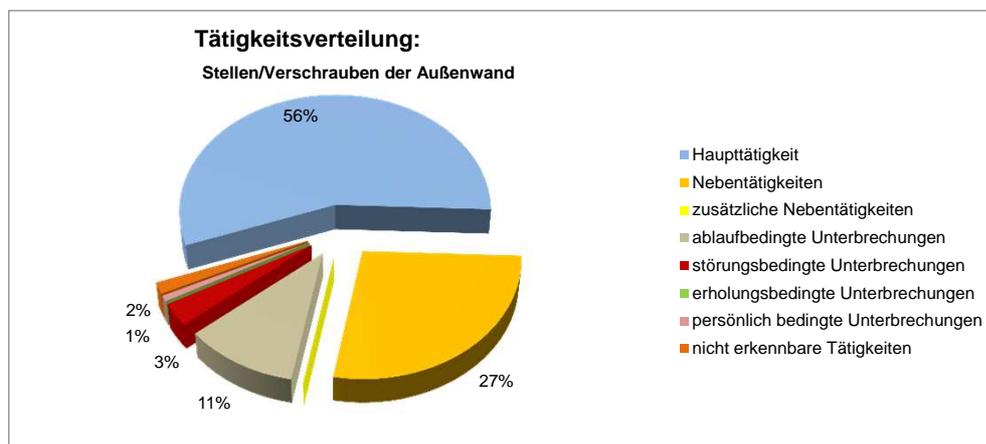
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Dichtungseinbau auf Wandelementen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	325	5,42	94%	261,59	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	20	0,33	6%	261,59	AW zusätzl.	0,00
Σ [Zeit] Dichtungseinbau auf Wandelementen	345	5,75			AW brutto	0,02



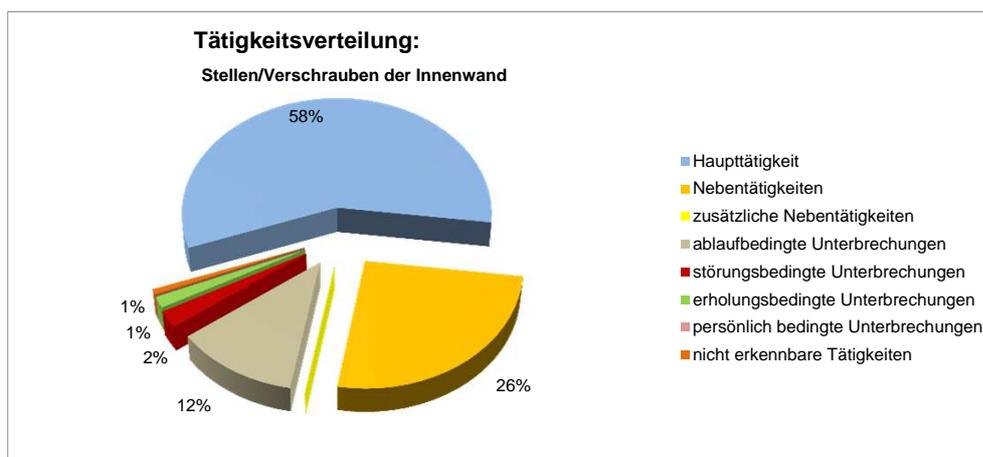
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Montage der Winkel		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [Stk]	AW [Std/Stk]
Haupttätigkeit		170	2,83	56%	100,00	AW netto 0,03
Nebentätigkeiten +		75	1,25	25%		
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%		
ablaufbedingte Unterbrechungen +		30	0,50	10%		
störungsbedingte Unterbrechungen +		15	0,25	5%		
erholungsbedingte Unterbrechungen +		15	0,25	5%		
persönlich bedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%		
nicht erkennbare Tätigkeiten =		0	0,00	0%		
Σ [Zeit]		135	2,25	44%	100,00	AW zusätzl. 0,02
Σ [Zeit] Montage der Winkel		305	5,08			AW brutto 0,05



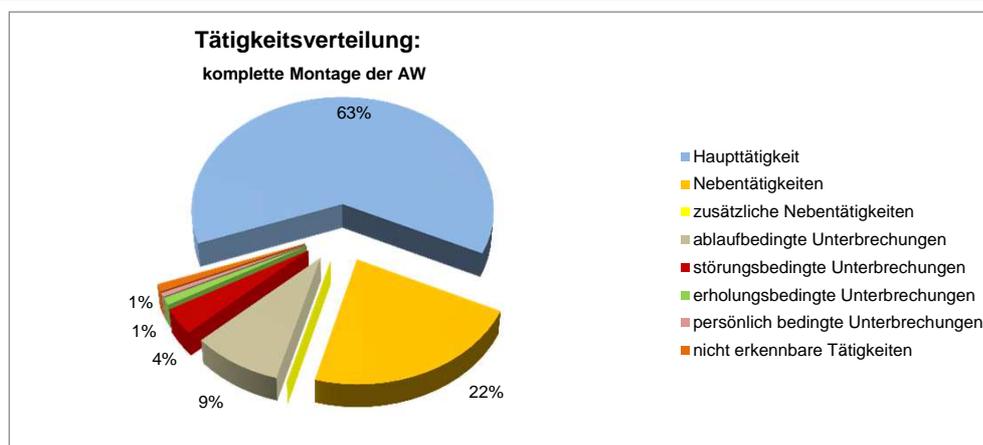
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Stellen/Verschrauben der Außenwand		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m²]	AW [Std/m²]
Haupttätigkeit		360	6,00	56%	168,00	AW netto 0,04
Nebentätigkeiten +		175	2,92	27%		
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%		
ablaufbedingte Unterbrechungen +		71	1,18	11%		
störungsbedingte Unterbrechungen +		20	0,33	3%		
erholungsbedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%		
persönlich bedingte Unterbrechungen +		5	0,08	1%		
nicht erkennbare Tätigkeiten =		10	0,17	2%		
Σ [Zeit]		281	4,68	44%	168,00	AW zusätzl. 0,03
Σ [Zeit] Stellen/Verschrauben der Außenwand		641	10,68			AW brutto 0,06



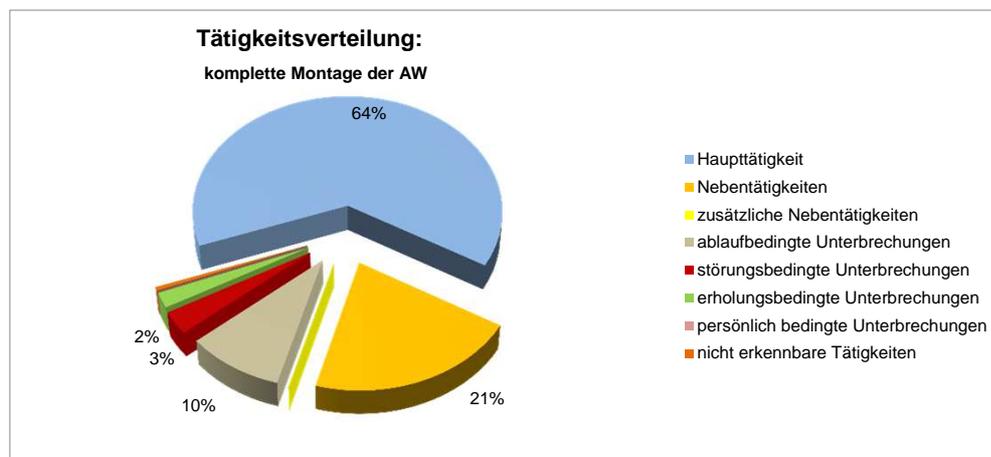
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: Stellen/Verschrauben der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	380	6,33	58%	191,68	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	170	2,83	26%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	80	1,33	12%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	2%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	280	4,67	42%	191,68	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen/Verschrauben der Innenwand	660	11,00			AW brutto	0,06



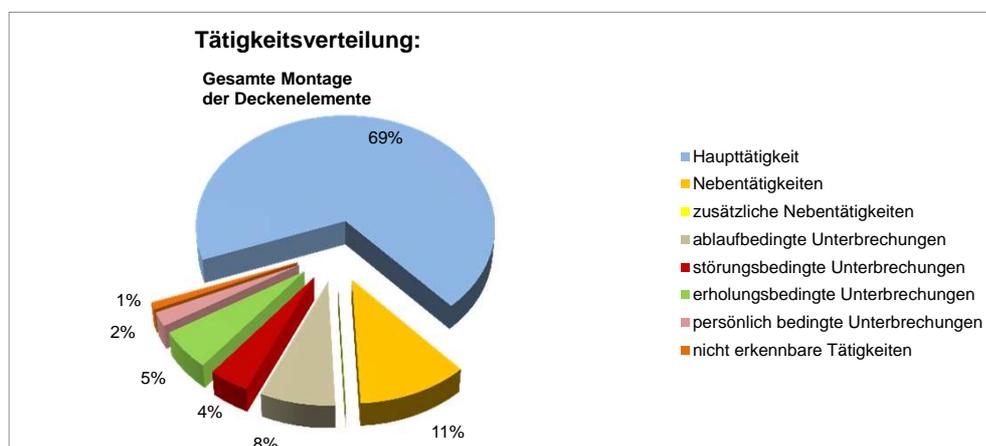
Beurteilung nach REFA						
1. OG						
Tätigkeit: komplette Montage der AW	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	594,35	9,91	63%	168,00	AW netto	0,06
Nebentätigkeiten +	211	3,52	22%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	85,4	1,42	9%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	34,25	0,57	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	9,55	0,16	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	10	0,17	1%			
Σ [Zeit]	355,2	5,92	37%	168,00	AW zusätzl.	0,04
Σ [Zeit] komplette Montage der AW	949,55	15,83			AW brutto	0,09



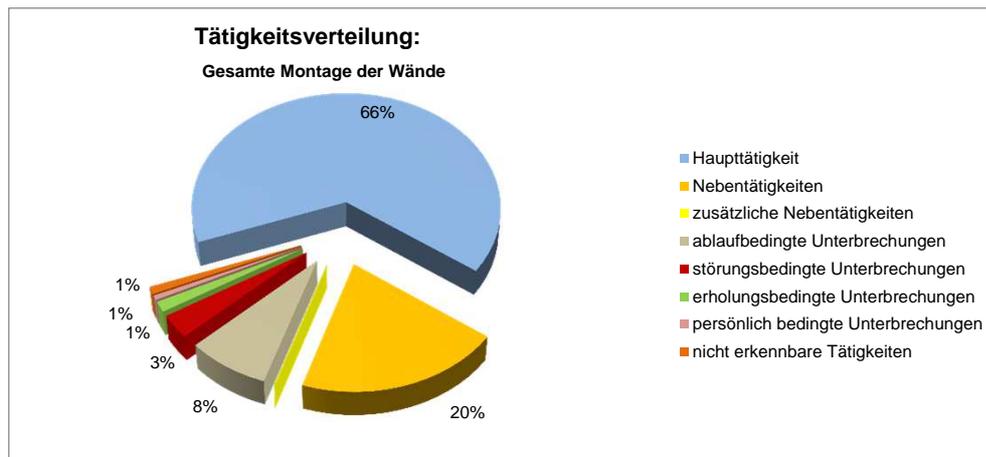
Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit: komplette Montage der IW		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit		640,65	10,68	64%	191,68	AW netto	0,06
Nebentätigkeiten +		209	3,48	21%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		95,6	1,59	10%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		30,75	0,51	3%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		20,45	0,34	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		5	0,08	0%			
Σ [Zeit]		360,8	6,01	36%	191,68	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] komplette Montage der IW		1001,45	16,69			AW brutto	0,09



Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit: Gesamte Montage der Deckenelemente		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit		680	11,33	69%	284,54	AW netto	0,04
Nebentätigkeiten +		110	1,83	11%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		75	1,25	8%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		40	0,67	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		55	0,92	6%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		20	0,33	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		10	0,17	1%			
Σ [Zeit]		310	5,17	31%	284,54	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Gesamte Montage der Deckenelemente		990	16,50			AW brutto	0,06



Beurteilung nach REFA							
1. OG							
Tätigkeit: Gesamte Montage der Wände		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit		1620	27,00	65%	359,68	AW netto	0,08
Nebentätigkeiten +		500	8,33	20%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		201	3,35	8%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		80	1,33	3%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		35	0,58	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +		15	0,25	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		25	0,42	1%			
Σ [Zeit]		856	14,27	35%	359,68	AW zusätzl.	0,04
Σ [Zeit] Gesamte Montage der Wände		2476	41,27			AW brutto	0,11



2. Obergeschoss

Aufwandswerte für:

1. Stellen der Außenwand (vorwiegend ohne Schrägstütze)
2. Verschrauben der Außenwand (Verschrauben AW-AW und AW-IW)
3. Stellen der Innenwand
4. Verschrauben der Innenwand (Verschrauben IW-IW)
5. Einrichten und Verschrauben der Unterzüge (mit Stürzen und Stützen)
6. Einrichten und Verschrauben der Unterkonstruktion (Stützen + Unterzug) für Balkon (südseitig)
7. Verlegen der Dachelemente
8. Verschrauben der Dachelemente (Verschrauben mit IW, AW, Unterzügen, Stufenfalz)
9. Einbau der Dämmung auf der Wohnungstrennwand zwischen den Wohneinheiten
10. Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung auf der Ober- und Unterseite an den Wandelementen
11. Montage der Winkel (Einmessen und Verteilen der Winkel, Verschraubung Holz-Holz)

12. Stellen und Verschrauben der Außenwand
13. Stellen und Verschrauben der Innenwand

14. komplette Montage der Außenwand (Stellen/Verschrauben der AW mit Winkelmontage und Dichtungseinbau)
15. komplette Montage der Innenwand (Stellen/Verschrauben der IW mit Winkelmontage und Dichtungseinbau)

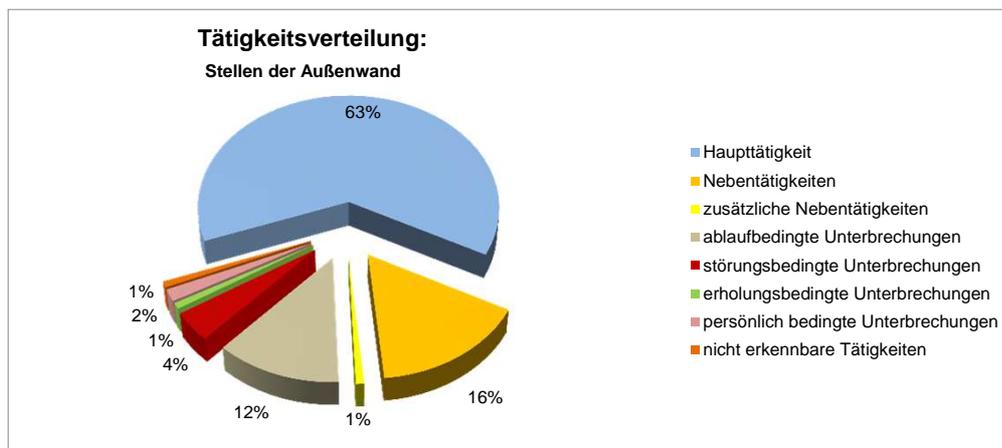
16. Gesamte Montage der Dachelemente (Verlegen/Verschrauben der Deckenelemente)
17. Gesamte Montage der Wände beinhaltet:
 - ◆ Stellen/Verschrauben der AW und IW
 - ◆ gesamte Winkelmontage im Geschoss
 - ◆ Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung
 - ◆ Einrichten/Verschrauben der Unterzüge
 - ◆ Einrichten/Verschrauben der Unterbaukonstruktion
 - ◆ Einbau Dämmung zwischen den Wohneinheiten

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten ausgeführt.

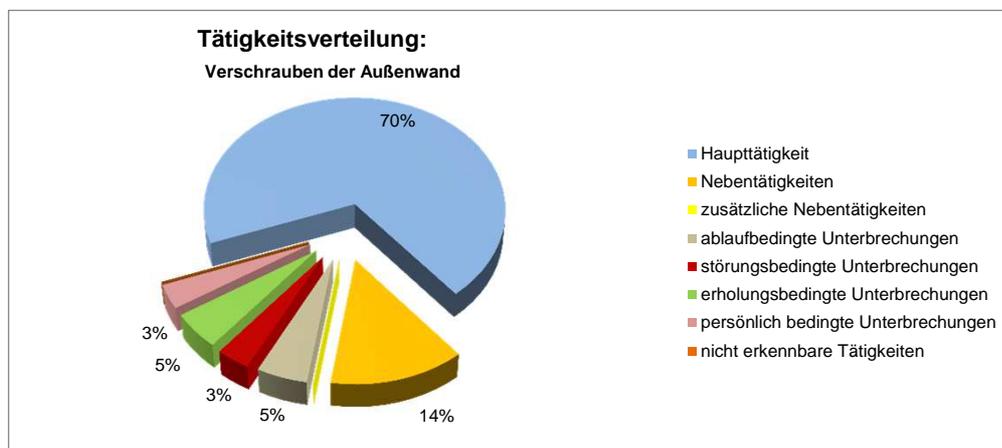
Aufbau:

- ◆ Haupttätigkeit
- ◆ Nebentätigkeit
- ◆ zusätzliche Tätigkeit
- ◆ ablaufbedingte Unterbrechungen
- ◆ störungsbedingte Unterbrechungen
- ◆ erholungsbedingte Unterbrechungen
- ◆ persönlich bedingte Unterbrechungen
- ◆ nicht erkennbare Tätigkeiten

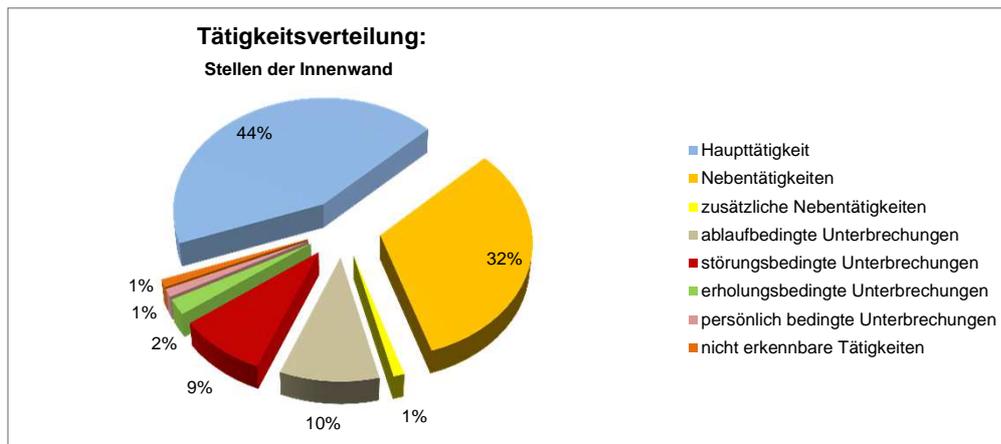
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Stellen der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	377	6,28	63%	174,45	AW netto	0,04
Nebentätigkeiten +	95	1,58	16%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	5	0,08	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	75	1,25	13%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	220	3,67	37%	174,45	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen der Außenwand	597	9,95			AW brutto	0,06



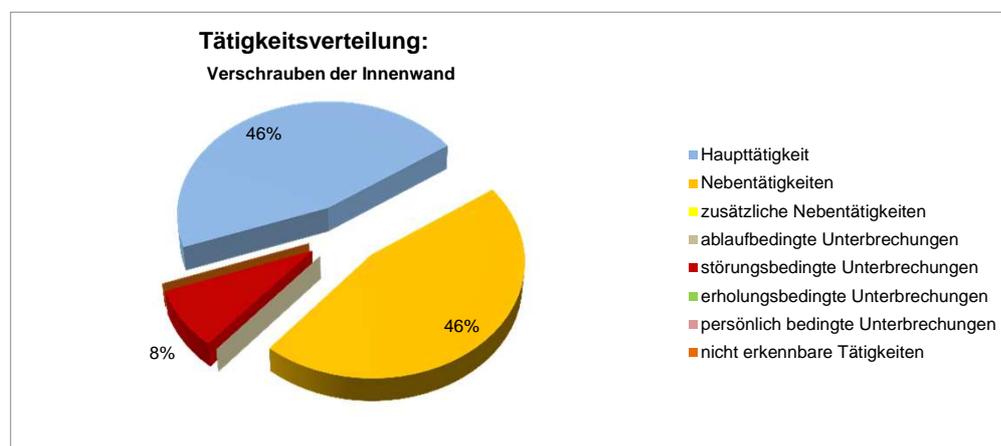
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Verschrauben der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	205	3,42	69%	52,18	AW netto	0,07
Nebentätigkeiten +	40	0,67	14%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	5%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	3%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	5%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	10	0,17	3%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	90	1,50	31%	52,18	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Verschrauben der Außenwand	295	4,92			AW brutto	0,09



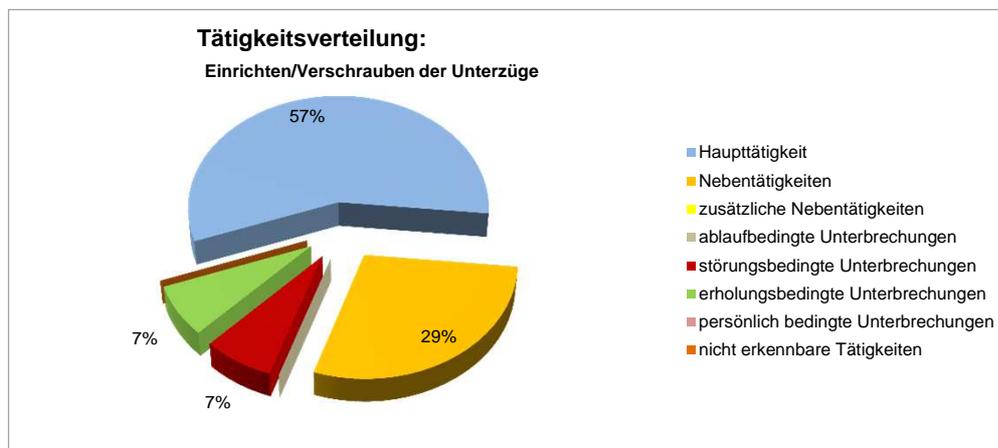
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Stellen der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	195	3,25	43%	179,00	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	145	2,42	32%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	5	0,08	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	45	0,75	10%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	40	0,67	9%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	255	4,25	57%	179,00	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen der Innenwand	450	7,50			AW brutto	0,04



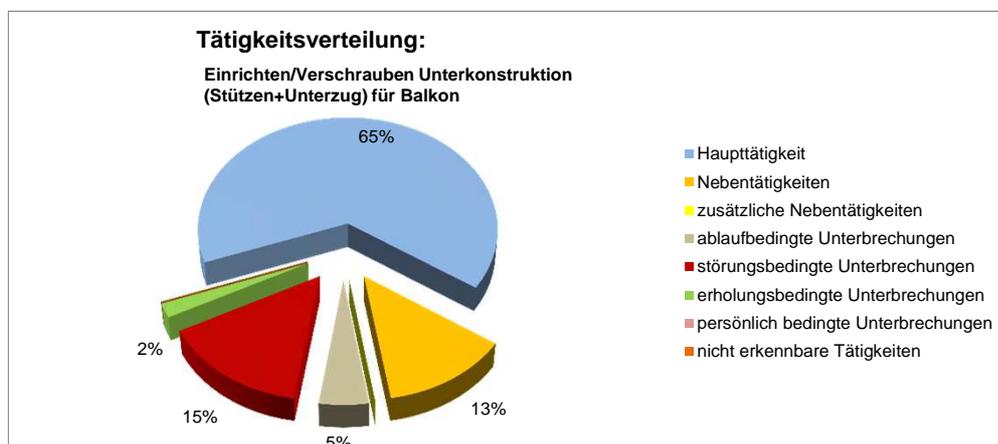
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Verschrauben der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	55	0,92	46%	51,62	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	55	0,92	46%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	8%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	65	1,08	54%	51,62	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Verschrauben der Innenwand	120	2,00			AW brutto	0,04



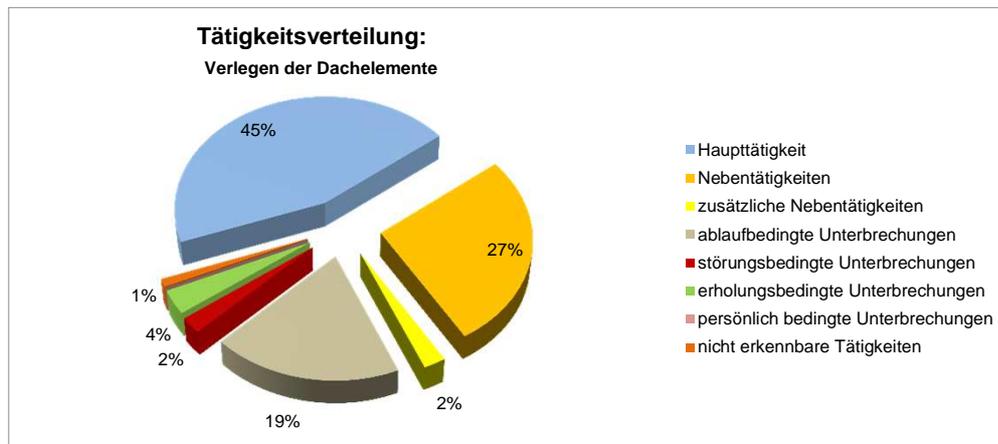
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	40	0,67	57%	21,63	AW netto	0,03
Nebentätigkeiten +	20	0,33	29%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	7%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	7%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	30	0,50	43%	21,63	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben der Unterzüge	70	1,17			AW brutto	0,05



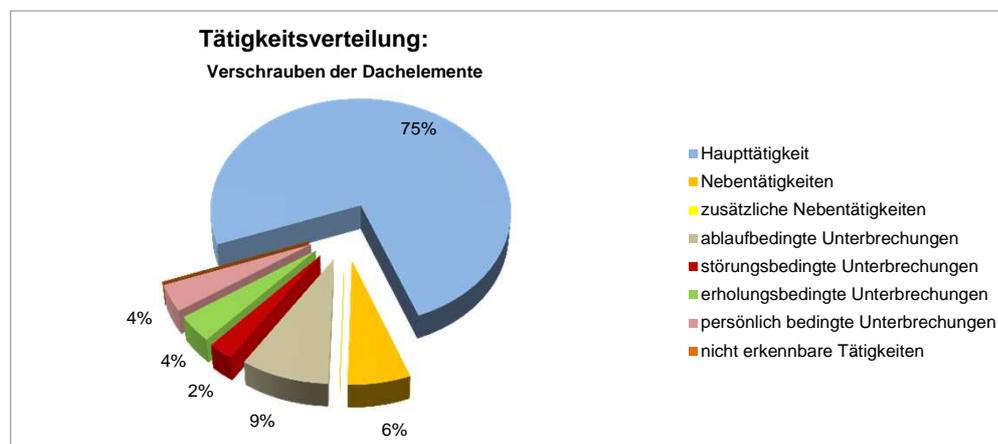
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Einrichten/Verschrauben Unterkonstruktion (Stützen+Unterzug) für Balkon	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	325	5,42	65%	22,68	AW netto	0,24
Nebentätigkeiten +	65	1,08	13%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	25	0,42	5%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	75	1,25	15%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	175	2,92	35%	22,68	AW zusätzl.	0,13
Σ [Zeit] Einrichten/Verschrauben Unterkonstr. für Balkon	500	8,33			AW brutto	0,37



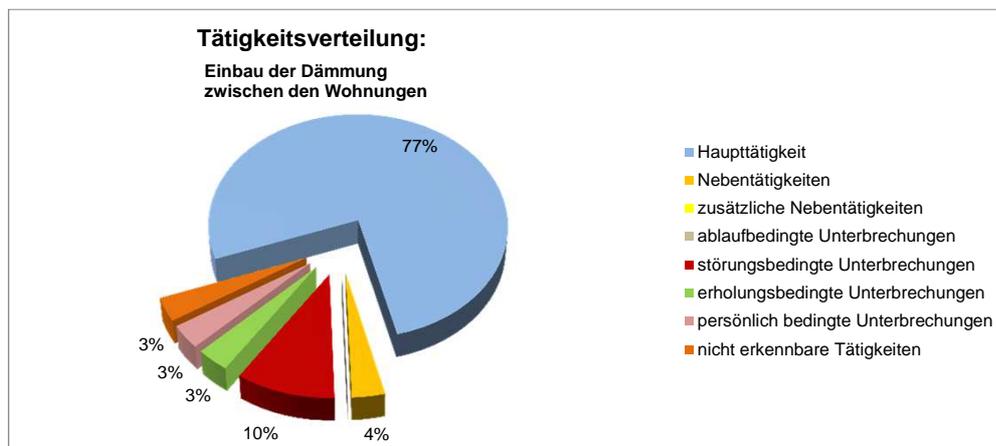
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Verlegen der Dachelemente	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	200	3,33	45%	353,07	AW netto	0,01
Nebentätigkeiten +	120	2,00	27%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	10	0,17	2%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	85	1,42	19%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	3%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	245	4,08	55%	353,07	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verlegen der Dachelemente	445	7,42			AW brutto	0,02



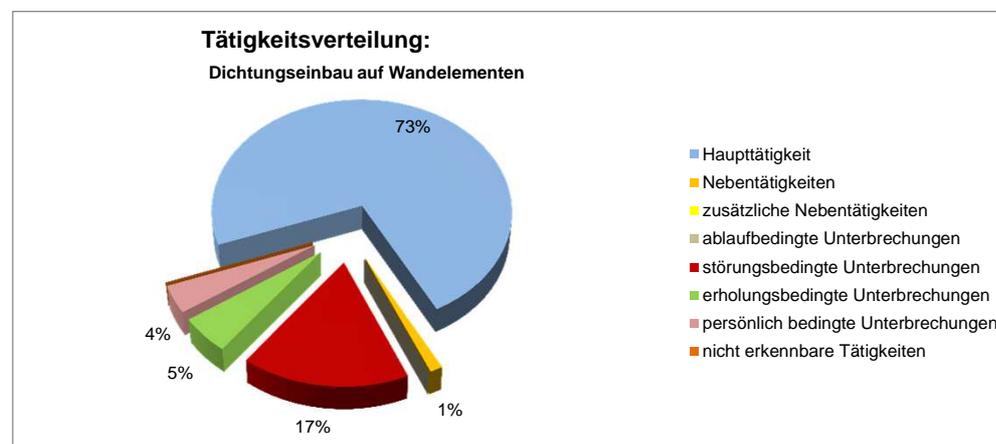
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Verschrauben der Dachelemente	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	295	4,92	75%	241,73	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	25	0,42	6%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	9%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	3%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	100	1,67	25%	241,73	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Verschrauben der Dachelemente	395	6,58			AW brutto	0,03



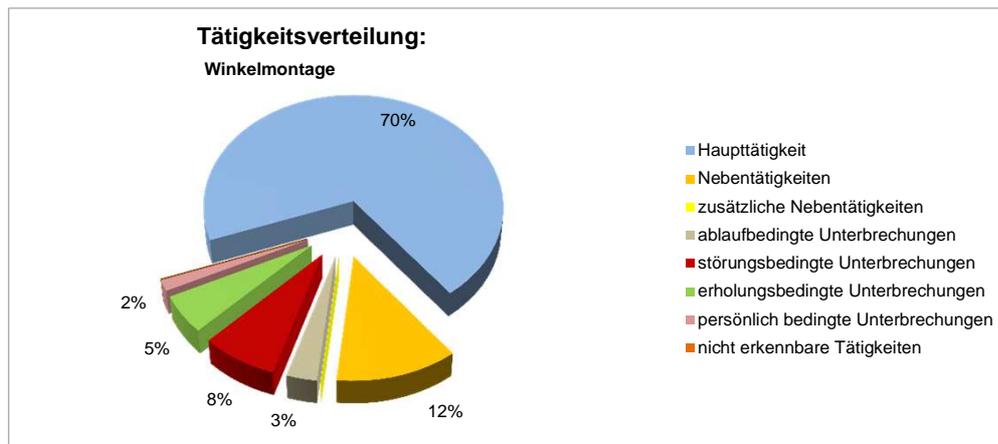
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Einbau der Dämmung zwischen den Wohnungen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	115	1,92	77%	22,77	AW netto	0,08
Nebentätigkeiten +	5	0,08	3%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	15	0,25	10%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	3%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	3%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	3%			
Σ [Zeit]	35	0,58	23%	22,77	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Einbau der Dämmung zwischen den Wohnungen	150	2,50			AW brutto	0,11



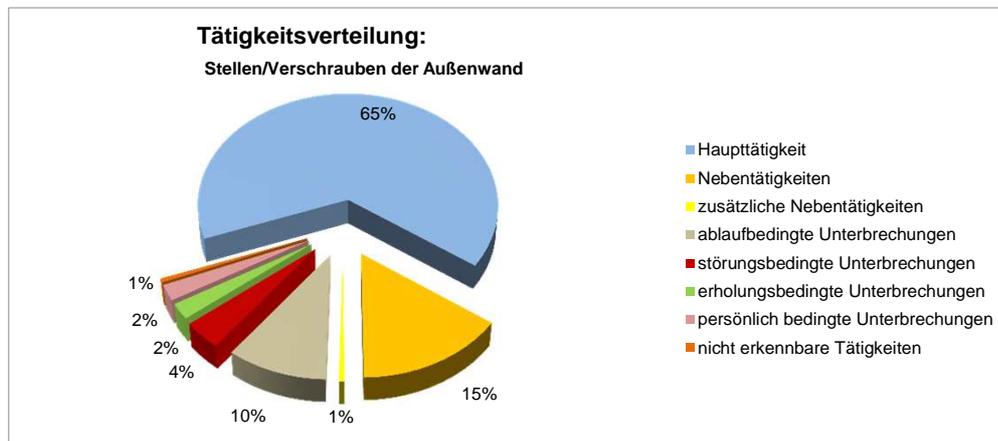
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Dichtungseinbau auf Wandelementen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [l/m]	AW	AW [Std/l/m]
Haupttätigkeit	280	4,67	73%	246,25	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	5	0,08	1%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	17%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	5%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	15	0,25	4%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	105	1,75	27%	246,25	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Dichtungseinbau auf Wandelementen	385	6,42			AW brutto	0,03



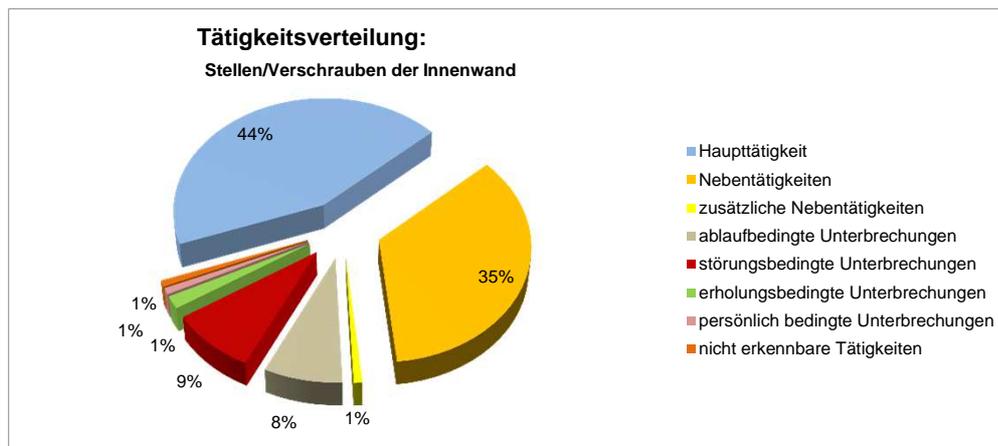
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Winkelmontage	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [Stk]	AW	AW [Std/Stk]
Haupttätigkeit	455	7,58	70%	98,00	AW netto	0,08
Nebentätigkeiten +	80	1,33	12%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	3%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	8%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	5%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	0	0,00	0%			
Σ [Zeit]	195	3,25	30%	98,00	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Winkelmontage	650	10,83			AW brutto	0,11



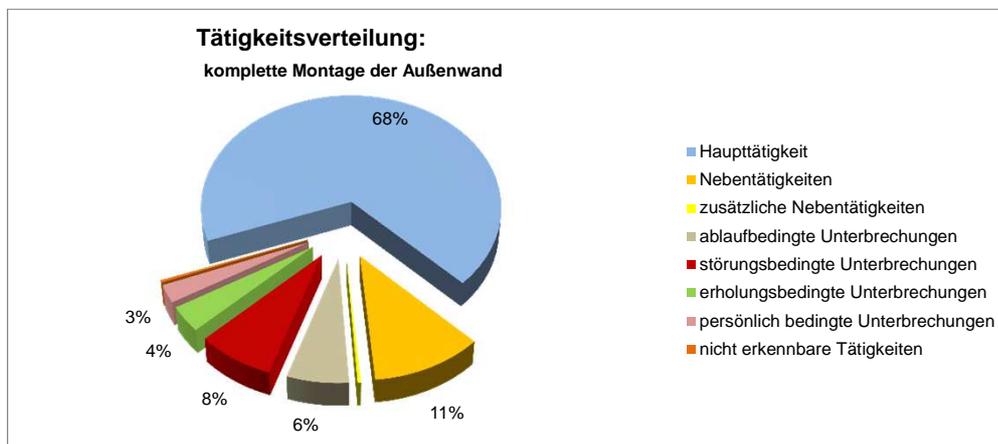
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Stellen/Verschrauben der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	582	9,70	65%	174,45	AW netto	0,06
Nebentätigkeiten +	135	2,25	15%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	5	0,08	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	90	1,50	10%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	35	0,58	4%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	20	0,33	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	310	5,17	35%	174,45	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Stellen/Verschrauben der Außenwand	892	14,87			AW brutto	0,09



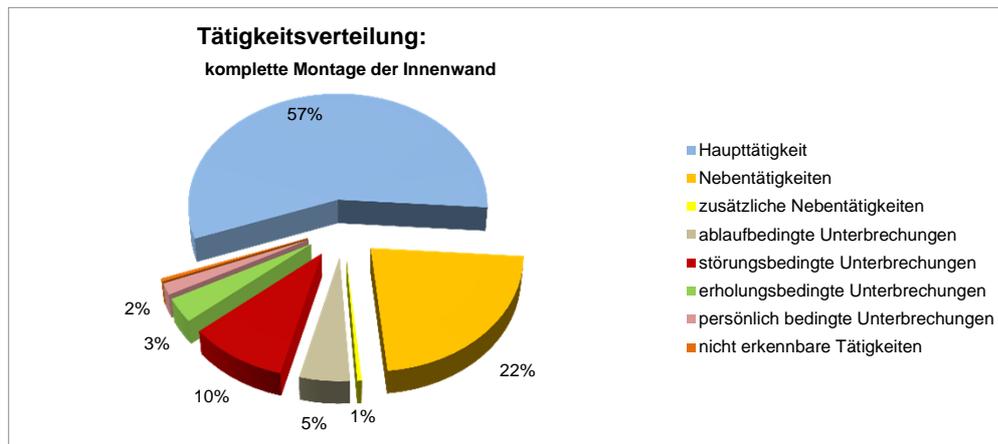
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Stellen/Verschrauben der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	250	4,17	44%	179,00	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	200	3,33	35%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	5	0,08	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	45	0,75	8%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	9%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	2%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	320	5,33	56%	179,00	AW zusätzl.	0,03
Σ [Zeit] Stellen/Verschrauben der Innenwand	570	9,50			AW brutto	0,05



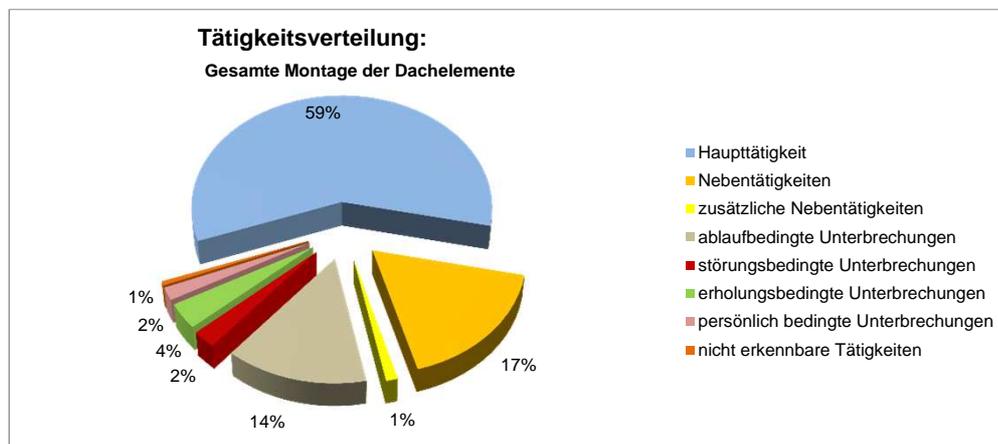
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: komplette Montage der Außenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	1099,1	18,32	68%	174,45	AW netto	0,11
Nebentätigkeiten +	182,1	3,03	11%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	5,5	0,09	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	100,9	1,68	6%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	126,5	2,11	8%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	58,7	0,98	4%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	40,7	0,68	3%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5,5	0,09	0%			
Σ [Zeit]	519,9	8,66	32%	174,45	AW zusätzl.	0,05
Σ [Zeit] komplette Montage der Außenwand	1619,0	26,98			AW brutto	0,15



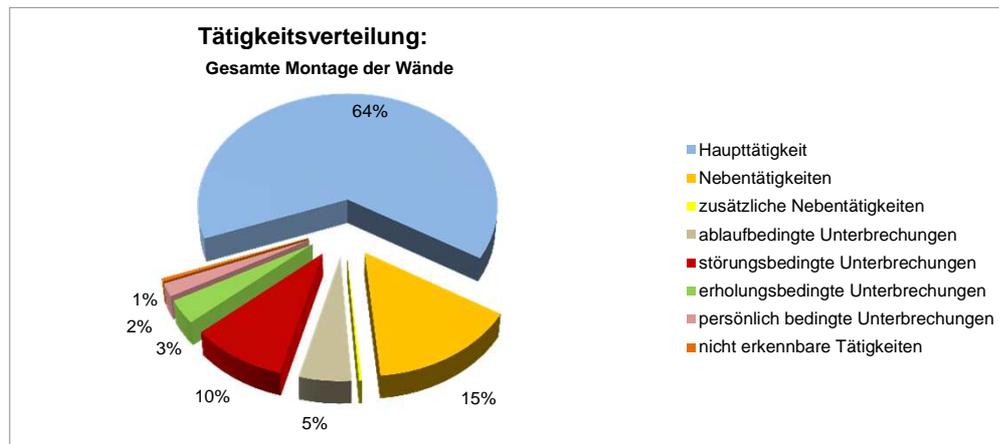
Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: komplette Montage der Innenwand	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	609,5	10,16	57%	179,00	AW netto	0,06
Nebentätigkeiten +	240,9	4,02	22%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	5,0	0,08	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	54,6	0,91	5%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	106,8	1,78	10%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	36,9	0,61	3%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	17,4	0,29	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5,0	0,08	0%			
Σ [Zeit]	466,5	7,78	43%	179,00	AW zusätzl.	0,04
Σ [Zeit] komplette Montage der Innenwand	1076,0	17,93			AW brutto	0,10



Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Gesamte Montage der Dachelemente	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	495	8,25	59%	353,07	AW netto	0,02
Nebentätigkeiten +	145	2,42	17%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	10	0,17	1%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	120	2,00	14%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	2%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	30	0,50	4%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	15	0,25	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	345	5,75	41%	353,07	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Gesamte Montage der Dachelemente	840	14,00			AW brutto	0,04



Beurteilung nach REFA						
2. OG						
Tätigkeit: Gesamte Montage der Wände	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
Haupttätigkeit	2189	36,48	64%	353,45	AW netto	0,10
Nebentätigkeiten +	513	8,55	15%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	10	0,17	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	180	3,01	5%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	328	5,47	10%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	116	1,93	3%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	63	1,05	2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	15	0,26	0%			
Σ [Zeit]	1226	20,44	36%	353,45	AW zusätzl.	0,06
Σ [Zeit] Gesamte Montage der Wände	3415	56,92			AW brutto	0,16



Montage der Treppen und innenliegender Geländer

Aufandswert beinhaltet:

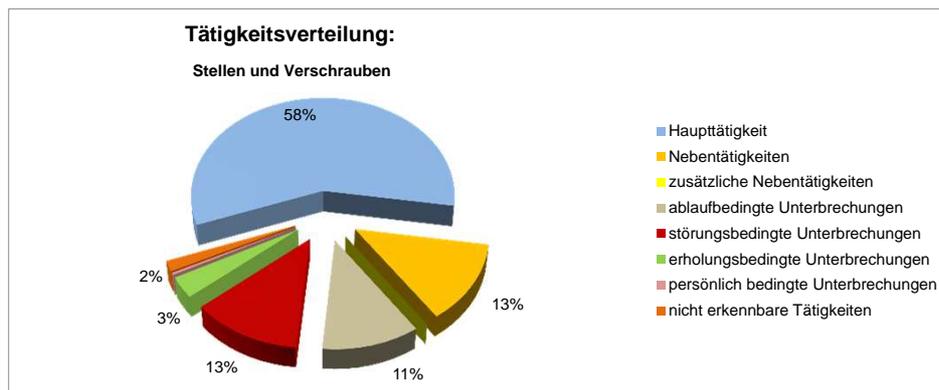
- die Montage der Trittstufen (ausgeführt in der Firma)
- die Montage der Treppen am Objekt
- die Montage der innenliegenden Geländer um den Treppenaufgang
- Entfernen der Anschlagmittel

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten ausgeführt.

Aufbau:

- Haupttätigkeit
- Nebentätigkeit
- zusätzliche Tätigkeit
- ablaufbedingte Unterbrechungen
- störungsbedingte Unterbrechungen
- erholungsbedingte Unterbrechungen
- persönlich bedingte Unterbrechungen
- nicht erkennbare Tätigkeiten

Beurteilung nach REFA							
Tätigkeit:	Treppen und Geländer		Verteilung	BE	AW	AW	
	Stellen und Verschrauben der Treppen/Geländer						[min]
	Haupttätigkeit	855	14,25	58%	77,17	AW netto	0,18
	Nebentätigkeiten +	190	3,17	13%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	165	2,75	11%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	185	3,08	13%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	50	0,83	3%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	5	0,08	0%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	25	0,42	2%			
	Σ [Zeit]	620	10,33	42%	77,17	AW zusätzl.	0,13
	Σ [Zeit] Stellen und Verschrauben der Treppen/Geländer	1475	24,58			AW brutto	0,32



Montage der Trittstufen

Aufandswert beinhaltet:

- die Montage der Trittstufen (in den Betriebsstätten der Firma)

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten ausgeführt.

Aufbau:

- Haupttätigkeit
- Nebentätigkeit
- zusätzliche Tätigkeit
- ablaufbedingte Unterbrechungen
- störungsbedingte Unterbrechungen
- erholungsbedingte Unterbrechungen
- persönlich bedingte Unterbrechungen
- nicht erkennbare Tätigkeiten

Bezugseinheit: 2 x Laufplatte = 14,42 [m²]

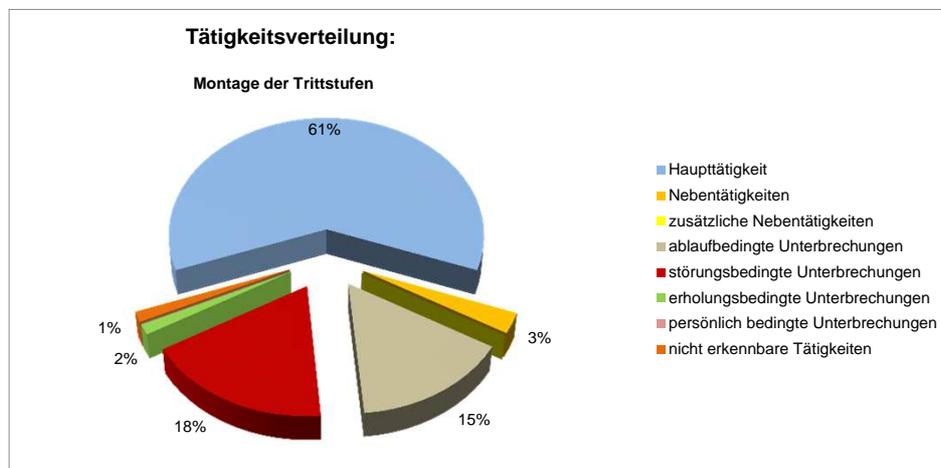
Beurteilung nach REFA							
Treppen und Geländer							
Tätigkeit:	Montage der Trittstufen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
	Haupttätigkeit	220	3,67	61%	14,42	AW netto	0,25
	Nebentätigkeiten +	10	0,17	3%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	55	0,92	15%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	18%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
	Σ [Zeit]	140	2,33	39%	14,42	AW zusätzl.	0,16
	Σ [Zeit] Montage der Trittstufen	360	6,00			AW brutto	0,42

Bezugseinheit: Anzahl der Trittstufen = 34 [Stk]

Beurteilung nach REFA							
Treppen und Geländer							
Tätigkeit:	Montage der Trittstufen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [Stufe]	AW	AW [Std/Stufe]
	Haupttätigkeit	220	3,67	61%	34,00	AW netto	0,11
	Nebentätigkeiten +	10	0,17	3%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	55	0,92	15%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	18%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
	Σ [Zeit]	140	2,33	39%	34,00	AW zusätzl.	0,07
	Σ [Zeit] Montage der Trittstufen	360	6,00			AW brutto	0,18

Bezugseinheit: 2 x Länge der Laufplatte = 10,68 [m]

Beurteilung nach REFA						
Treppen und Geländer						
Tätigkeit: Montage der Trittstufen	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	220	3,67	61%	10,68	AW netto	0,34
Nebentätigkeiten +	10	0,17	3%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	55	0,92	15%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	18%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	140	2,33	39%	10,68	AW zusätzl.	0,22
Σ [Zeit] Montage der Trittstufen	360	6,00			AW brutto	0,56



Montage der Treppe

Aufwandswert beinhaltet:

- die Montage der Trittstufen (ausgeführt in der Firma)
- die Montage der Treppen am Objekt
- Entfernen der Anschlagmittel

Für die einzel angeführten Positionen ist eine

Aufbau:

- Haupttätigkeit
- Nebentätigkeit
- zusätzliche Tätigkeit
- ablaufbedingte Unterbrechungen
- störungsbedingte Unterbrechungen
- erholungsbedingte Unterbrechungen
- persönlich bedingte Unterbrechungen
- nicht erkennbare Tätigkeiten

Bezugseinheit: 2 x Laufplatte = 14,42 [m²]

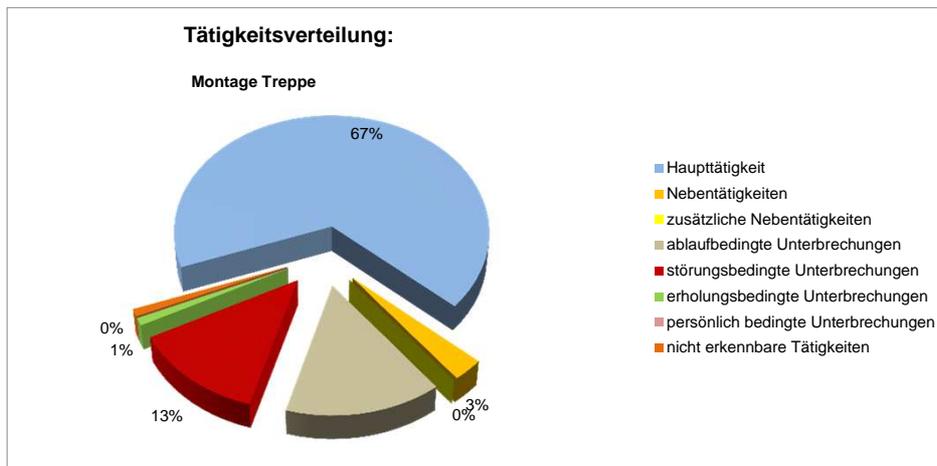
Beurteilung nach REFA		Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
Tätigkeit:	Montage Treppe	[min]	[Std]	[%]	[m ²]		[Std/m ²]
	Haupttätigkeit	335	5,58	67%	14,42	AW netto	0,39
	Nebentätigkeiten +	15	0,25	3%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	75	1,25	15%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	13%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
	Σ [Zeit]	165	2,75	100%	14,42	AW zusätzl.	0,19
	Σ [Zeit] vormontage/stellen/verschrauben Treppe	500	8,33			AW brutto	0,58

Bezugseinheit: Anzahl der Trittstufen = 34 [Stk]

Beurteilung nach REFA		Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
Tätigkeit:	Montage Treppe	[min]	[Std]	[%]	[Stufe]		[Std/Stufe]
	Haupttätigkeit	335	5,58	67%	34,00	AW netto	0,16
	Nebentätigkeiten +	15	0,25	3%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	75	1,25	15%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	13%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
	Σ [Zeit]	165	2,75	100%	34,00	AW zusätzl.	0,08
	Σ [Zeit] vormontage/stellen/verschrauben Treppe	500	8,33			AW brutto	0,25

Bezugseinheit: 2 x Länge der Laufplatte = 10,68 [m]

Beurteilung nach REFA						
Tätigkeit: Montage Treppe	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit	335	5,58	67%	10,68	AW netto	0,52
Nebentätigkeiten +	15	0,25	3%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	75	1,25	15%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08	13%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08	1%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	1%			
Σ [Zeit]	165	2,75	100%	10,68	AW zusätzl.	0,26
Σ [Zeit] vormontage/stellen/verschrauben Treppe	500	8,33			AW brutto	0,78



Montage des Liftschachtes

Aufwandswert beinhaltet:

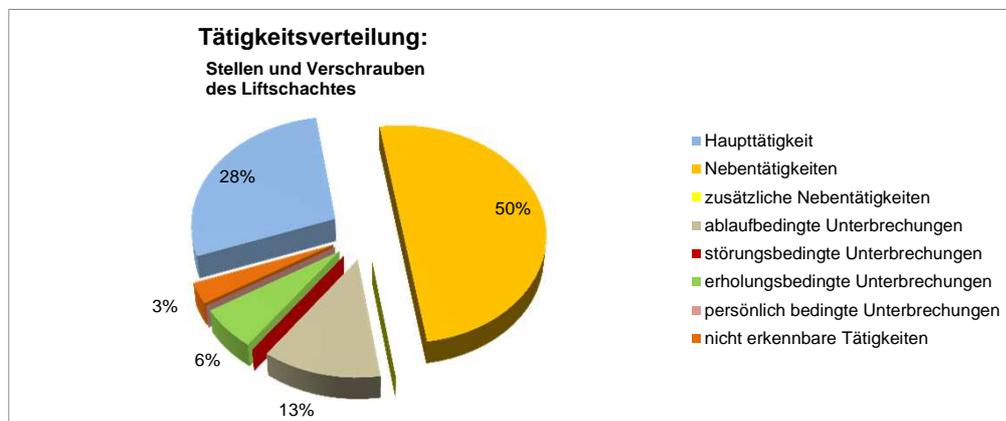
- das Anbringen der Anschlagmittel
- die Montage der Stahlflansche am Betongrundkörper
- das Stellen der vier Liftschachtwände
- das Verschrauben der vier Liftschachtwände (Verschrauben Holz - Holz)
- das Legen des Liftschachtdaches
- das Verschrauben des Liftschachtdaches
- das Entfernen der Anschlagmittel

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten ausgeführt.

Aufbau:

- Haupttätigkeit
- Nebentätigkeit
- zusätzliche Tätigkeit
- ablaufbedingte Unterbrechungen
- störungsbeingte Unterbrechungen
- erholungsbedingte Unterbrechungen
- persönlich bedingte Unterbrechungen
- nicht erkennbare Tätigkeiten

Beurteilung nach REFA							
Tätigkeit:	Liftschacht Stellen und Verschrauben des Liftschachtes	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
	Haupttätigkeit	45	0,75	28%	84,32	AW netto	0,01
	Nebentätigkeiten +	80	1,33	50%			
	zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
	ablaufbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	13%			
	störungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	6%			
	persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
	nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	3%			
	Σ [Zeit]	115	1,92	72%	84,32	AW zusätzl.	0,02
	Σ [Zeit] Stellen und Verschraubendes Liftschachtes	160	2,67			AW brutto	0,03



Montage der Außenverkleidung des Treppenaufganges

Aufwandswert beinhaltet:

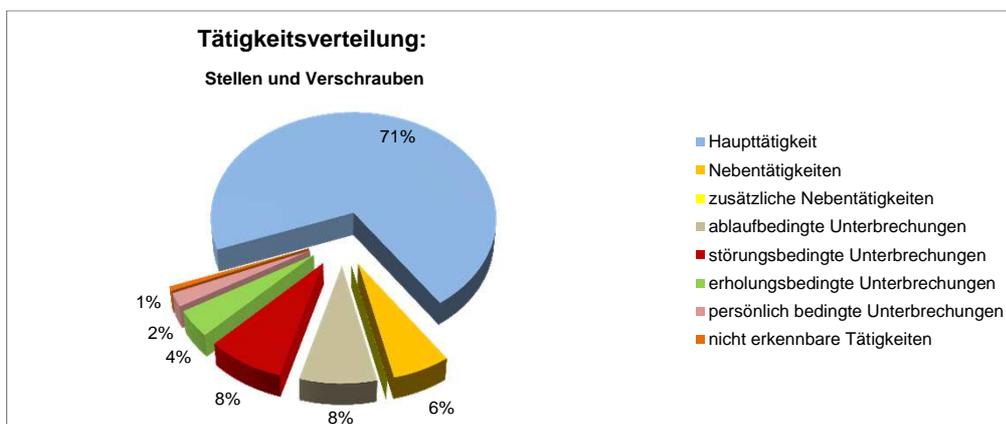
- das Anbringen der Anschlagmittel
- die Montage der Stahlflansche am Betongrundkörper
- das Stellen der BSP-Elemente (Beschrieben in Kapitel 3.1.4; S. 139f.)
- das Verschrauben der BSP-Elemente (Verschrauben Holz - Holz)
- das Legen des Liftschachtdaches
- das Entfernen der Anschlagmittel

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten ausgeführt.

Aufbau:

- Haupttätigkeit
- Nebentätigkeit
- zusätzliche Tätigkeit
- ablaufbedingte Unterbrechungen
- störungsbeingte Unterbrechungen
- erholungsbedingte Unterbrechungen
- persönlich bedingte Unterbrechungen
- nicht erkennbare Tätigkeiten

Beurteilung nach REFA							
Tätigkeit:	Außenverkleidung des Treppenaufganges			Verteilung [%]	BE [m ²]	AW	AW [Std/m ²]
	Σ [min]	Σ [Std]	Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges				
Haupttätigkeit	520	8,67		71%	58,52	AW netto	0,15
Nebentätigkeiten +	45	0,75		6%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00		0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	60	1,00		8%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	60	1,00		8%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	30	0,50		4%			
persönlich bedingte Unterbrechungen +	15	0,25		2%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08		1%			
Σ [Zeit]	215	3,58		29%	58,52	AW zusätzl.	0,06
Σ [Zeit] Stellen und Verschrauben der Außenverkleidung des Treppenaufganges	735	12,25				AW brutto	0,21



Montage der stirnseitigen Dachverkleidung

Aufwandswert beinhaltet:

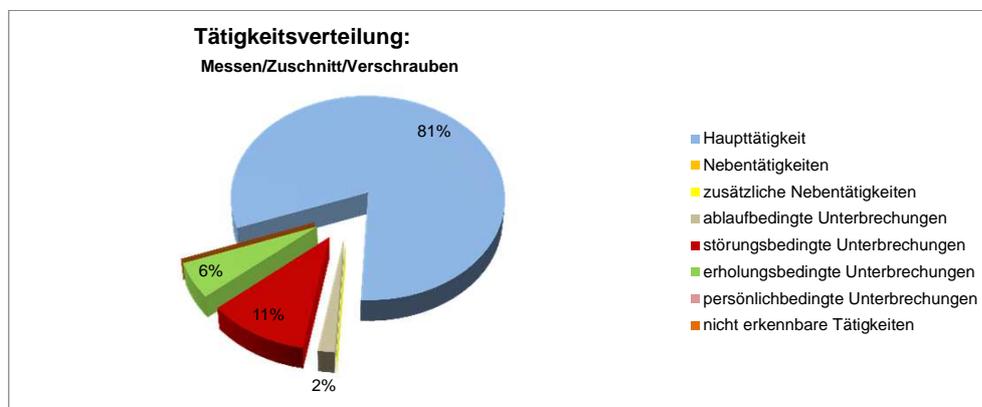
- das Messen der Länge der Stirnseite des Daches
- den Zuschnitte des Holzes
- die Montage (Einrichten und Verschrauben) der Verkleidung

Für die einzel angeführten Positionen ist eine Analyse nach Tätigkeiten, Unterbrechungen und für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten ausgeführt.

Aufbau:

- Haupttätigkeit
- Nebentätigkeit
- zusätzliche Tätigkeit
- ablaufbedingte Unterbrechungen
- störungsbedingte Unterbrechungen
- erholungsbedingte Unterbrechungen
- persönlichbedingte Unterbrechungen
- nicht erkennbare Tätigkeiten

Beurteilung nach REFA							
Dachverkleidung							
Tätigkeit: Messen/Zuschnitt/Verschrauben		Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [lfm]	AW	AW [Std/lfm]
Haupttätigkeit		220	3,67	81%	84,93	AW netto	0,04
Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		5	0,08	2%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		30	0,50	11%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		15	0,25	6%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +		0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		0	0,00	0%			
Σ [Zeit]		50	0,83	19%	84,93	AW zusätzl.	0,01
Σ [Zeit] Messen/Zuschnitt/Verschrauben		270	4,50			AW brutto	0,05

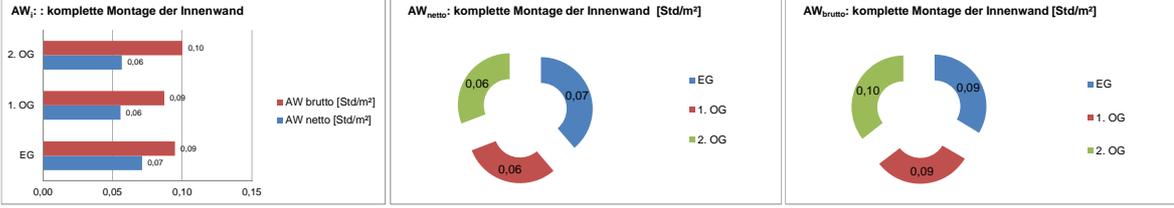
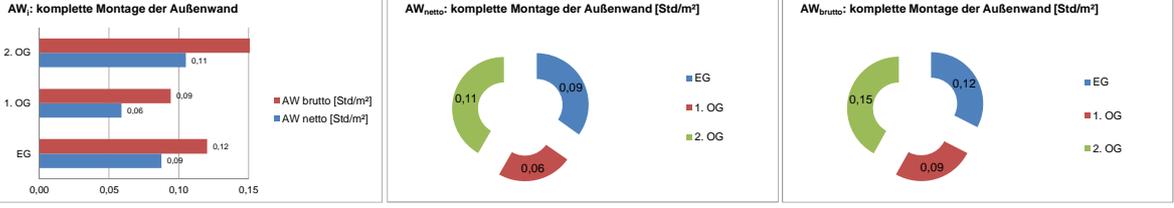
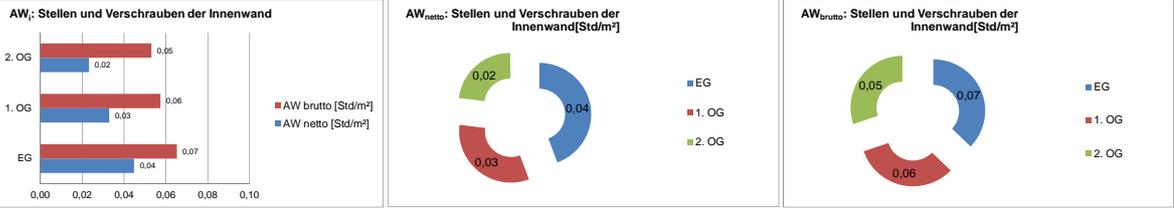
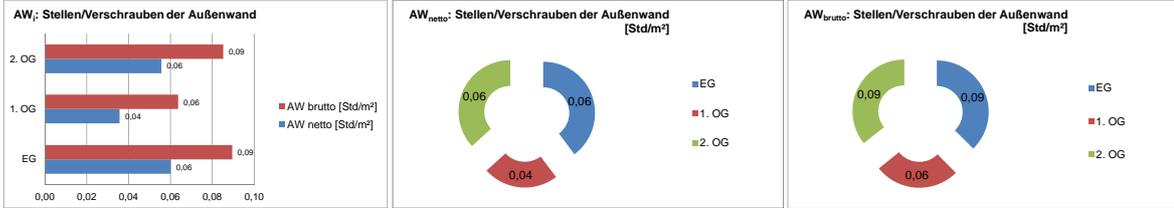
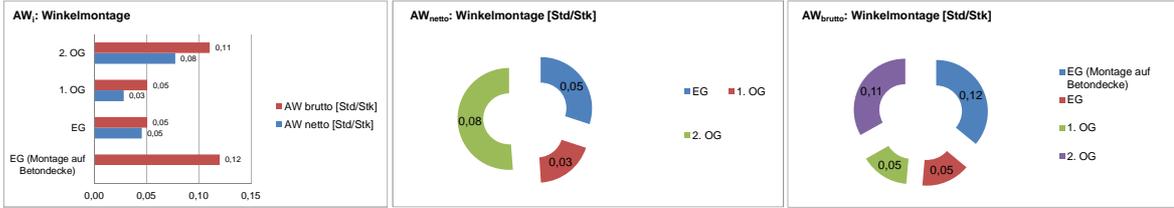


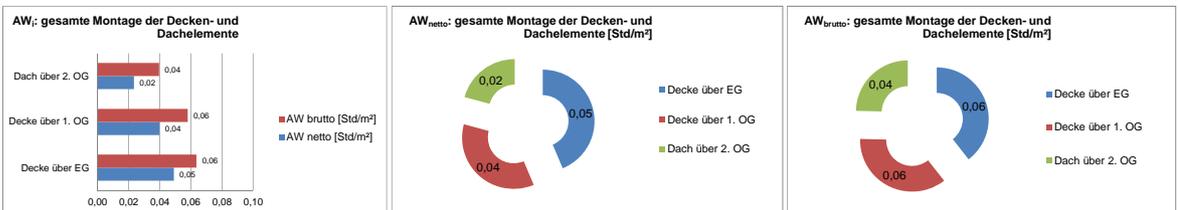
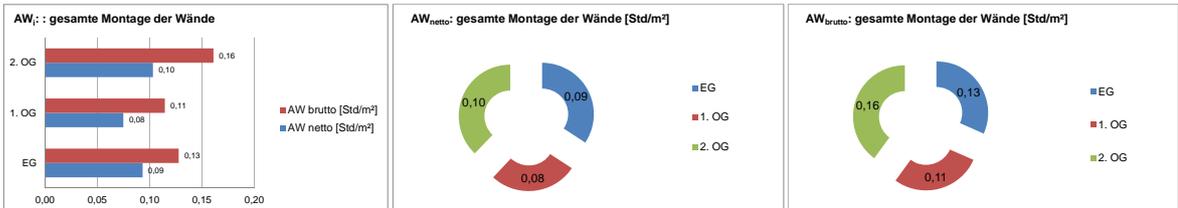
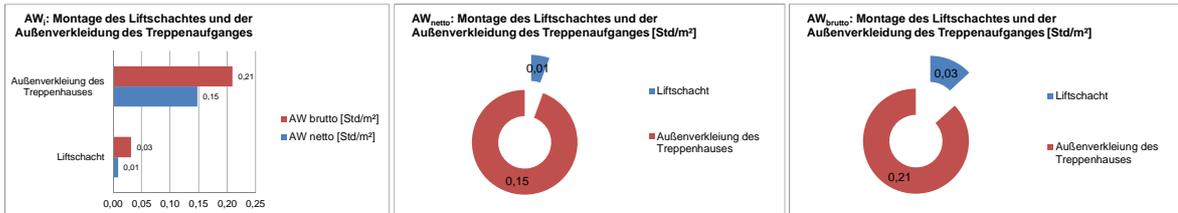
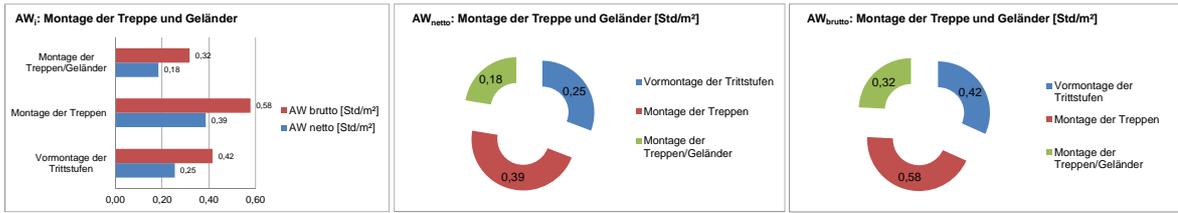
Grafische Darstellung der ermittelten Aufwandswerte

Die folgenden Grafiken zeigen zusammenfassend die ermittelten Aufwandswerte im Zuge der Baustellenanalyse









Aufwandswerte im Überblick		AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE	
Niveausgleich im EG				0,21	[Std/lfm]	
Montage der Winkel	Bohrung und Verschraubung in Kellerecke im EG			0,12	[Std/Stk]	
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im EG	0,05	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]	
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im 1. OG	0,03	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]	
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im 2. OG	0,08	[Std/Stk]	0,11	[Std/Stk]	
Dichtung (stirnseitig) zur Schallentkoppelung	Einbau im EG	0,04	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Einbau im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,02	[Std/lfm]	
	Einbau im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]	
Montage der Wände	Stellen der AW im EG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Stellen der AW im 1. OG	0,03	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]	
	Stellen der AW im 2. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Verschrauben der AW im EG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]	
	Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]	
	Verschrauben der AW im 2. OG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]	
	Stellen der IW im EG	0,03	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]	
	Stellen der IW im 1. OG	0,02	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]	
	Stellen der IW im 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]	
	Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/lfm]	0,06	[Std/lfm]	
	Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Stellen/Verschrauben der AW im EG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der AW im 2. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/m ²]	0,07	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]	
	komplette Montage der AW im EG	0,09	[Std/m ²]	0,12	[Std/m ²]	
	komplette Montage der AW im 1. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	komplette Montage der AW im 2. OG	0,11	[Std/m ²]	0,15	[Std/m ²]	
	komplette Montage der IW im EG	0,07	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	komplette Montage der IW im 1. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	komplette Montage der IW im 2. OG	0,06	[Std/m ²]	0,10	[Std/m ²]	
	gesamte Montage der Wände im EG mit Zeitaufzeichnung der Firma			0,22	[Std/m ²]	
	gesamte Montage der Wände im EG ohne Zeitaufzeichnung der Firma	0,09	[Std/m ²]	0,13	[Std/m ²]	
	gesamte Montage der Wände im 1. OG	0,08	[Std/m ²]	0,11	[Std/m ²]	
gesamte Montage der Wände im 2. OG	0,10	[Std/m ²]	0,16	[Std/m ²]		
Montage der Deckenelemente	Verlegen der Deckenelemente über EG	0,02	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]	
	Verlegen der Deckenelemente über 1. OG	0,02	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]	
	Verschrauben der Deckenelemente über EG	0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Verschrauben der Deckenelemente über 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]	
gesamte Montage der Deckenelemente über EG	0,05	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]		
gesamte Montage der Deckenelemente über 1. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]		
Montage der Dachelemente	Verlegen der Dachelemente über 2. OG	0,01	[Std/m ²]	0,02	[Std/m ²]	
	Verschrauben der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]	
	gesamte Montage der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]	
Montage der Unterzüge	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im EG	0,05	[Std/lfm]	0,08	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 2. OG	0,03	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]	
Montage der Unterbaukonstruktion (südseitig) für Balkon	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im EG	0,09	[Std/lfm]	0,15	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im 1. OG	0,19	[Std/lfm]	0,26	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im 2. OG	0,24	[Std/lfm]	0,37	[Std/lfm]	
Montage der Dämmung an der Wohnungstrennwand	Montage der Dämmung im EG	0,09	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	Montage der Dämmung im 1. OG	0,08	[Std/m ²]	0,10	[Std/m ²]	
	Montage der Dämmung im 2. OG	0,08	[Std/m ²]	0,11	[Std/m ²]	
Montage der Treppen	Vormontage der Trittstufen	0,11	[Std/Stk]	0,18	[Std/Stk]	
		0,25	[Std/m ²]	0,42	[Std/m ²]	
	Montage des Treppenaufganges	0,34	[Std/lfm]	0,56	[Std/lfm]	
		0,16	[Std/Stk]	0,25	[Std/Stk]	
		0,39	[Std/m ²]	0,58	[Std/m ²]	
	0,52	[Std/lfm]	0,78	[Std/lfm]		
Montage des Treppenaufganges u. der Geländer		0,18	[Std/m ²]	0,32	[Std/m ²]	
Montage des Liftschacht	Stellen und Verschrauben des Liftschachtes	0,01	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]	
Montage der Außenverkleidung des Treppenaufganges		0,15	[Std/m ²]	0,21	[Std/m ²]	
Montage Dachverkleidung	Mesen/Zuschnitt/Verschraubung stirnseitig	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]	