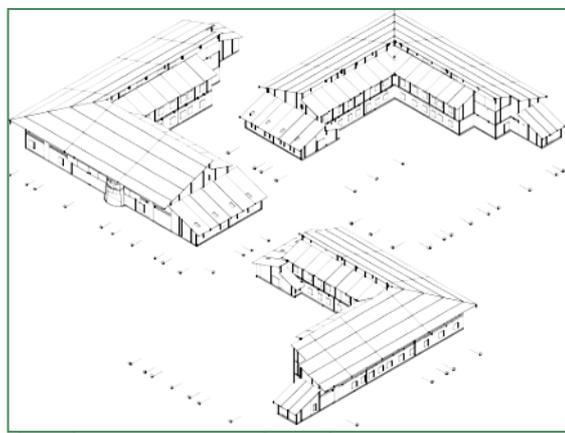


MASTERARBEIT



ANALYSE DER ARBEITSPROZESSE IM HOLZBAU MIT SPEZIELLEM FOKUS AUF DER AUFWANDS- UND LEISTUNGSWERTERMITTLUNG

Dorota Pióciennik

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 05. Dezember 2016

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 5. Dezember 2016

.....

(Unterschrift)

STATUARY 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 5th, 2016

.....

(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, Herrn Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler, Herrn Dipl.-Ing. Dr.techn. Dieter Schlagbauer und Herrn Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützte.

Graz, am 5. Dezember 2016

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Studie der Montagearbeiten eines mehrgeschossigen Bauwerks in Brettschichtholzbauweise in England durchgeführt. Diese Arbeit gibt einen allgemeinen Überblick von Arbeitsprozessen im Holzbau. Hauptaufgabe ist die Analyse der Aufwands- und Leistungswertermittlung für die anfallenden Arbeiten während der Montage der CLT-Platten und BSH-Elemente. Insbesondere sind die Sicherheitsanforderungen und gesetzliche Rahmenbedingungen auf Baustellen in England berücksichtigt.

Diese Montageansätze werden mit Hilfe der REFA-Methode untersucht. Die ermittelten Aufwandswerte bilden Mittelwerte und dienen dem internen Gebrauch des ausführenden Unternehmens. Mit den gesammelten Informationen den erarbeiteten Daten und abgeleiteten Kennzahlen wird anschließend ein Ausblick für das Potenzial von Entwicklungen von Arbeitsverfahren im Holzbau aufgezeigt. Die erhobenen Daten sollen Kalkulationsansätze für zukünftige Angebote geben.

Abstract

In the framework of this work a study of the assembly work in laminated timber construction in the UK on the basis of an implementation situated multi-storey construction is carried out. This work gives a general overview of the work processes in the wood construction. The main task is the analysis of establishing of expenditure and effort value accrued during the assembly of the cross laminated timber and plates. Particularly for the construction in England the safety requirements and lawful basic conditions (legislation sets) must be regarded.

These assembly calculation approaches are checked using the REFA method. Determined calculation approach form the median values and serve the internal application of the executing business. With the collected information and from their complied data an outlook is given for the potential of developments in the wood-structural technique and with the data capture for the future value investigations of the calculation approach afterwards.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen – Montage im Holzbau	4
2.1	Arbeitsprozesse im Holzbau	6
2.1.1	Planung	6
2.1.2	Produktion	13
2.1.3	Arbeitsvorbereitung	16
2.1.4	Logistik	20
2.1.5	Montage	23
2.1.6	Übernahme	26
2.2	Brettspertholzbauweise	29
2.2.1	Allgemeine technische Grundlagen	29
2.2.2	Produktion	35
2.2.3	Logistik	41
2.2.4	Montage	47
2.3	Arbeitsanalyse / Kalkulationsansätze	60
2.3.1	Kalkulationsansätze im Bauwesen allgemein	60
2.3.2	Kalkulationsansätze im Holzbau	62
2.3.3	Aufwandsermittlung	64
2.3.4	Leistungsermittlung	66
2.3.5	Beobachtungsmethode – REFA	68
2.3.6	Anwendung im Holzbau	73
2.3.7	Grundlagen für die Kalkulation	76
2.4	Personalansätze im Holzbau	82
2.4.1	Personalaufwand im Holzbau bei den Montagearbeiten	82
2.4.2	Teamzusammensetzung für die Montage	87
2.4.3	Kriterien für die richtige Personalauswahl im Holzbau	88
2.5	Sicherheitstechnik im Holzbau	90
2.5.1	Grundlagen Montagetechnik	90
2.5.2	Sicherheitstechnische Vorschriften in Österreich	91
2.5.3	Sicherheitstechnische Vorschriften im Vereinigten Königreich und Irland	95
2.5.4	Umsetzung Sicherheitstechnischer Vorschriften im Holzbau	97
3	Datenerfassung auf der Baustelle	104
3.1	Grundlagen der Baustelle	104
3.1.1	Projektbeschreibung	104
3.1.2	Planliche Darstellung des untersuchten Objektes	106
3.1.3	Beschreibung – Umsetzung des Holzbaus	110
3.2	Erfassung für die Aufwandsermittlung	120
3.2.1	Allgemeine Beschreibung – Baustellenspezifisches	120
3.2.2	Datenerfassungsbögen	123
3.2.3	Erfassungsmethodik	125
3.2.4	Datensammlungen	126
3.2.5	Problematik der Datenerfassung	127
3.2.6	Holzbauspezifisches bei der Datenerfassung	128
4	Datenauswertung – Analyse	130
4.1	Ziel der Erfassung und Auswertung	130
4.1.1	Allgemeine Auswertung im Bauwesen	130
4.1.2	Holzbauspezifische Auswertung	131

4.2	Methode der Auswertung	132
4.2.1	Aufwandswerte	133
4.2.2	Leistungswerte.....	133
4.2.3	Holzbauspezifische Auswertung	134
4.3	Ergebnisse – Datenauswertung	137
4.3.1	Erforderlicher Beobachtungsumfang	137
4.3.2	Auswertung der Bauzeit	139
4.3.3	Aufwandswerte für die Kalkulation.....	152
4.4	Problematik der Auswertung	167
4.5	Umsetzung in der Holzbaukalkulation	168
5	Potenziale und Ausblick	170
5.1	Potenziale im holzbaulichen Arbeitsverfahren	170
5.2	Potenziale in der Datenerfassung.....	173
5.3	Potenziale in der Datenauswertung	175
5.4	Potenziale im Personaleinsatz im Holzbau	176
5.5	Ausblick – heutiger Holzbau.....	178
5.6	Ausblick – Kalkulationsansätze für den Holzbau.....	179
	Glossar	181
	Literaturverzeichnis	187
	Normen	192
	Internetquellen	195
A.1	Anhang 1 – Verteilungen der Arbeitszeit und ihrer Beurteilung	209
A.1.1	Grunddaten über die Aufnahme der Daten für die Untersuchung der Montagearbeiten.....	209
A.1.2	Verteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten und nach Tätigkeiten mit Unterbrechungen	210
A.1.3	Beurteilung der Wochen nach Grundzeit.....	213
A.1.4	Beurteilung der Wochen nach Tätigkeiten und Unterbrechungen.....	214
A.1.5	Verteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten pro Woche (Auswertung der zweiten Ebene)	215
A.1.6	Verteilung der Arbeitszeit nach Tätigkeiten mit Unterbrechungen pro Woche (Auswertung der zweiten Ebene)	216
A.2	Anhang 2 – Aufwandswerte	229
A.2.1	Definitionen	229
A.2.2	Schwellen EG und OG	230
A.2.3	Wand EG, OG und Technik	245
A.2.4	Decke über EG, OG (Technik) und Dachplatten	258
A.2.5	Easi-Edge	283
A.2.6	Brettschichtholz BSH.....	287
A.2.7	Treppe.....	290
A.2.8	Baustelleneinrichtung / Site Induction.....	292
A.2.9	Fugen abkleben, Löcher verschließen.....	293
A.2.10	Aufwandswerte pro Bauteil und pro Arbeitstag	295

Abbildungsverzeichnis

Bild 2.1	3D-Model eines Gebäudes in der BSP-Bauweise	10
Bild 2.2	Holzbauplan mit Produktionsliste	11
Bild 2.3	Beispiel für eine Fertigungsanlage der Wand- und Dachelemente	14
Bild 2.4	Beispiel für Fertighausproduktion mit hohem Vorfertigungsgrad	15
Bild 2.5	Definition der Arbeitsvorbereitung nach REFA-Methodenlehre	17
Bild 2.6	Lagerlogistik im Holzbaubetrieb	21
Bild 2.7	Transport von Holzteilen	22
Bild 2.8	Prinzipieller Aufbau von Brettsperrholz aus Brettlamellen	29
Bild 2.9	Beispiel eines Einbauzeichens ÜA (abZ) und CE-Zeichens (ETA) für ein zugelassenes BSP-Produkt	32
Bild 2.10	Bezeichnungsschema für den Aufbau von Brettsperrholz- Elementen.....	33
Bild 2.11	Herstellungsbedingte Orientierung der Decklagen eines BSP- Elementes	33
Bild 2.12	Sortierung der vorgehobelten Brettlamellen	35
Bild 2.13	Keilzinkenverbindung	36
Bild 2.14	Fügen zu Einzelschichten und Beleimungsportal	36
Bild 2.15	Hydraulische Presse	37
Bild 2.16	Vakuum-Großflächenpresse	38
Bild 2.17	Fräsen von Öffnungen	38
Bild 2.18	Schleifen der Oberfläche	39
Bild 2.19	Allgemeiner Produktionsprozess von Brettsperrholz	39
Bild 2.20	Hebesysteme: Loch-Schlaufe mit Vollbohrung, Stahlschlaufe, Stabdübel-Schlaufe – verdeckt, Stahldübel-Schlaufe an der Unterseite – sichtbar, Schraube – schräge Einbau, Schraube in der Schmalfläche	42
Bild 2.21	Liegender und stehender Transport	44
Bild 2.22	Aufkleber und Paketzettel auf gelieferten Bauteilen	46
Bild 2.23	Anschlussbereiche in Hochbauten in der Brettsperrholz-Bauweise ...	48
Bild 2.24	Sockel-Wandverankerung mit Mörtelbett	49
Bild 2.25	Sockelausbildung mit erhöhter Schwelle	49
Bild 2.26	Wandstoß vertikal	50
Bild 2.27	Wand-Wand-Eckstoß	51
Bild 2.28	Wand-Wand-T-Stoß	51
Bild 2.29	Wandstoß horizontal	51
Bild 2.30	Deckenstoß mittels Stoßbrett	53
Bild 2.31	Deckenstoß mittels Stufenfalz	53
Bild 2.32	Deckenstoß mit Unterzug aus Holz mittels Stufenfalz	53
Bild 2.33	Unterzug gelagert auf Wandauslass	54
Bild 2.34	Unterzug gelagert auf Stütze	54

Bild 2.35	Sparren gelagert auf Sparrenauslässen in der Wand	54
Bild 2.36	Dachplatten gelagert im First an der Pfette	55
Bild 2.37	Montagehilfen: Montagestütze, Deckensteher, Leiter, Montagegerüst, Steiger und Hebebühnen	57
Bild 2.38	Sherpa-Verbindung mit vorgebohrten Schrauben	59
Bild 2.39	Arbeitszeit-Richtwerte Holzbau – Abbundarbeiten an Dächern	63
Bild 2.40	Einflussfaktoren auf den Aufwandswert (in Anlehnung an Hofstadler)	66
Bild 2.41	Einflussfaktoren auf die Leistung (in Anlehnung an Hofstadler)	68
Bild 2.42	Primäre Gliederungsebene bezogen auf den Menschen - Ablaufgliederung nach REFA.....	69
Bild 2.43	Gliederung der Ablaufarten und der Zeitarten nach REFA	71
Bild 2.44	Arten der Kalkulation in Abhängigkeit vom Stand der Auftragsabwicklung	77
Bild 2.45	Schutzmaßnahmen bei Arbeiten auf Dächern: Dachfangerüste und Schutzblenden	102
Bild 2.46	Easi-Edge: Montage auf der Plattenoberfläche und an der Stirnseite	103
Bild 3.1	Axonometrie-Darstellung des Erdgeschosses.....	107
Bild 3.2	Axonometrie-Darstellung des Obergeschosses	107
Bild 3.3	Axonometrie-Darstellung des Dachgeschosses (inkl. Technikraum)	108
Bild 3.4	Axonometrie-Darstellung der Dachkonstruktion aus Dachträgern, Dachsparren, Stützen und Unterzügen mit zugehörigen Positionsnummern.....	108
Bild 3.5	Axonometrie-Darstellung des gesamten Gebäudes	109
Bild 3.6	Schnitt durch das Gebäude.....	109
Bild 3.7	Situation auf der Baustelle vor dem Beginn der Montage	111
Bild 3.8	Montage der Schwellen im EG.....	112
Bild 3.9	Vormontage des sog. Easi-Edge an den Rändern der Deckenplatten	113
Bild 3.10	Montage Decke über EG	113
Bild 3.11	Montage der Treppenelemente	115
Bild 3.12	Technikraum im DG.....	115
Bild 3.13	Verlegen Dachplatten über EG	116
Bild 3.14	Montage des Daches über EG	116
Bild 3.15	Montage der Dachträger	117
Bild 3.16	Einheben der Dachplatten	118
Bild 3.17	Verlegen der Dachplatten	118
Bild 3.18	Stand der Baustelle am letzten Tag der Datenaufnahme.....	119
Bild 3.19	Ausschnitt eines MMA-Datenerhebungsbogens DEB.....	124
Bild 3.20	Ausschnitt eines EDV-bearbeiteten MMA-Datenerhebungsbogens..	127
Bild 4.1	Beurteilungsschema nach Grundzeit.....	135
Bild 4.2	Beurteilungsschema nach Haupttätigkeit.....	136

Bild 4.3	Anzahl der Stichproben in Abhängigkeit von dem prozentuellen Anteil der Ablaufart und vom Vertrauensbereich	138
Bild 4.4	Verteilung der gesamten Bauzeit nach Zeitarten: Option A.....	140
Bild 4.5	Verteilung der gesamten Bauzeit nach Zeitarten: Option B.....	140
Bild 4.6	Verteilung der gesamten Bauzeit nach Ablaufarten: Option A.....	141
Bild 4.7	Verteilung der Arbeitszeit nach Ablaufarten Option B über die gesamte Bauzeit.....	142
Bild 4.8	Detaillierte Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen: Option A.....	143
Bild 4.9	Detaillierte Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen: Option B.....	143
Bild 4.10	Beurteilung der Arbeitswochen nach der Grundzeit: Option A	144
Bild 4.11	Beurteilung der Arbeitswochen nach der Grundzeit: Option B	145
Bild 4.12	Beurteilung der Arbeitswochen nach Tätigkeiten: Option A	145
Bild 4.13	Beurteilung der Arbeitswochen nach Tätigkeiten: Option B	146
Bild 4.14	Verteilung der Arbeitszeiten in der 6. Woche nach Zeitarten: Option A.....	147
Bild 4.15	Verteilung der Arbeitszeiten in der 6.Woche nach Zeitarten: Option B.....	147
Bild 4.16	Verteilung der Arbeitszeiten in der 6.Woche (in der zweiten Ebene) nach Zeitarten: Option A	149
Bild 4.17	Verteilung der Arbeitszeiten in der 6.Woche (in der zweiten Ebene) nach Zeitarten: Option B	150
Bild 4.18	Detaillierte Verteilung aller Arbeitstage in der Bauzeit: Option A.....	151
Bild 4.19	Detaillierte Verteilung aller Arbeitstage in der Bauzeit: Option B.....	151
Bild 4.20	Kernaussage – Aufwandswerte Wand: Variante 2b, Option A	154
Bild 4.21	Kernaussage – Aufwandswerte Wand EG, OG, DG ohne Turm exkl. störungsbedingter Unterbrechungen: Option A	154
Bild 4.22	Kernaussage– Aufwandswerte Decken- und Dachplatten ohne Easi-Edge: Option A, Variante 2b.....	156
Bild 4.23	Kernaussage – Aufwandswerte Decken und Dachplatten ohne Easi-Edge exkl. störungsbedingter Unterbrechungen: Option A, Variante 3b	156
Bild 4.24	Kernaussage – Aufwandswerte Decken- und Dachplatten mit Easi-Edge: Option A, Variante 2b.....	157
Bild 4.25	Kernaussage– Aufwandswerte Decken- und Dachplatten ohne Easi-Edge exkl. störungsbedingter Unterbrechungen: Option A, Variante 3b	157
Bild 4.26	Kernaussage – Aufwandswerte Easi-Edge [Std/m ²]: Option A, Variante 2b	159
Bild 4.27	Kernaussage – Aufwandswerte Easi-Edge [Std/lfm]: Option A, Variante 2b	159
Bild 4.28	Kernaussage – Aufwandswerte Schwellen: Option A, Variante 2b... 161	
Bild 4.29	Kernaussage – Aufwandswerte Schwellen exkl. störungsbedingte Unterbrechungen: Option A, Variante 3b	161
Bild 4.30	Kernaussage – Aufwandswerte Treppe: Option A, Variante 2b	163

Bild 4.31	Kernaussage – Aufwandswerte Baustelleneinrichtung und Site Induction: Option A, variante 2b	165
Bild 4.32	Kernaussage – Aufwandswerte Baustelleneinrichtung und Site Induction: Option A, Variante 3b.....	166
Bild A.1	Beginn der Montage – der ersten Tag der Aufzeichnung (13.05.2013).....	209
Bild A.2	Baustelle am letzten Tag der Datenaufnahme (24.06.2013)	209
Bild A.3	Verteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten (Option A und Option B) über gesamte Bauzeit.....	210
Bild A.4	Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A und Option B) über gesamte Bauzeit	211
Bild A.5	Verteilung der Tätigkeiten über die gesamte Bauzeit (Option A und Option B).....	212
Bild A.6	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option A) ..	215
Bild A.7	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option B) ..	215
Bild A.8	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option A)	216
Bild A.9	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option B)	217
Bild A.10	Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (in der zweiten Ebene) für die gesamte Bauzeit (Option A und Option B).....	219
Bild A.11	Tägliche Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (in der zweiten Ebene) (Option A)	220
Bild A.12	Tägliche Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (in der zweiten Ebene) (Option B).....	221
Bild A.13	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 1.Woche (Option A).....	222
Bild A.14	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 2.Woche (Option A).....	223
Bild A.15	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 3.Woche (Option A).....	224
Bild A.16	Verteilung der Arbeitszeiten pro Tag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 4.Woche (Option A).....	225
Bild A.17	Verteilung der Arbeitszeiten pro Tag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 5.Woche (Option A).....	227
Bild A.18	Verteilung der Arbeitszeiten pro Tag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 6. und 7.Woche (Option A)	228
Bild A.19	Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	230
Bild A.20	Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	231
Bild A.21	Schwelle EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A).....	233
Bild A.22	Schwelle EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B).....	234
Bild A.23	Schwelle EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1.....	235
Bild A.24	Schwelle EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 2b.....	235

Bild A.25	Schwelle EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 3 (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	236
Bild A.26	Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	237
Bild A.27	Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	238
Bild A.28	Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)	239
Bild A.29	Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)	240
Bild A.30	Schwelle OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1	241
Bild A.31	Schwelle OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Schwelle OG stehen – Variante 2b	241
Bild A.32	Schwelle OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Schwelle OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	242
Bild A.33	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Schwellen im EG und OG – Variante 2a und 2b	243
Bild A.34	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Schwellen im EG und OG – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	244
Bild A.35	Wand EG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1	245
Bild A.36	Wand EG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 2b	245
Bild A.37	Wand EG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	246
Bild A.38	Wand EG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 2b	247
Bild A.39	Wand EG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	247
Bild A.40	Turm EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm EG stehen – Variante 2b	248
Bild A.41	Turm EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	248
Bild A.42	Wand OG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1	249
Bild A.43	Wand OG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand OG stehen – Variante 2b	249

Bild A.44	Wand OG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	250
Bild A.45	Wand OG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand OG stehen – Variante 2b.....	251
Bild A.46	Wand EG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	251
Bild A.47	Turm OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm OG stehen – Variante 2b	252
Bild A.48	Turm OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	252
Bild A.49	Wand DG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1.....	253
Bild A.50	Wand DG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Tag, die in der Verbindung mit Montage Wand DG – Variante 2b.....	253
Bild A.51	Wand DG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Tag, die in der Verbindung mit Montage Wand DG – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	254
Bild A.52	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand inkl. Turm im EG, OG, DG – Variante 2a und 2b.....	255
Bild A.53	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand und Turm im EG, OG, DG – Variante 2a und 2b.....	256
Bild A.54	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand und Turm im EG, OG, DG – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	257
Bild A.55	Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	258
Bild A.56	Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	259
Bild A.57	Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A).....	260
Bild A.58	Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B).....	261
Bild A.59	Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	262
Bild A.60	Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	263
Bild A.61	Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A).....	264
Bild A.62	Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B).....	265
Bild A.63	Dachplatten (ohne Easi-Edge) – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	266

Bild A.64	Dachplatten – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	267
Bild A.65	Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)	268
Bild A.66	Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)	269
Bild A.67	Decke über EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1	270
Bild A.68	Decke über EG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 2b	270
Bild A.69	Decke über EG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	271
Bild A.70	Decke über EG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 2b	272
Bild A.71	Decke über EG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	272
Bild A.72	Decke über OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1	273
Bild A.73	Decke über OG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke ü. OG stehen – Variante 2b	273
Bild A.74	Decke über OG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	274
Bild A.75	Decke über OG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 2b	275
Bild A.76	Decke über OG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	275
Bild A.77	Dachplatten – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1	276
Bild A.78	Dachplatten ohne Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 2b	276
Bild A.79	Dachplatten ohne Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	277
Bild A.80	Dachplatten ohne Verschraubung + Easi-Edge – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 2b	278

Bild A.81	Dachplatten ohne Verschraubung + Easi-Edge – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen).....	278
Bild A.82	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten – Variante 2a und 2b	279
Bild A.83	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	280
Bild A.84	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten mit Easi-Edge – Variante 2a und 2b	281
Bild A.85	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten mit Easi-Edge – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	282
Bild A.86	Easi-Edge Decke über EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 2b	283
Bild A.87	Easi-Edge Decke über EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	283
Bild A.88	Easi-Edge Decke über OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 2b	284
Bild A.89	Easi-Edge Decke über OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	284
Bild A.90	Easi-Edge Dachplatten – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 2b.....	285
Bild A.91	Easi-Edge Dachplatten – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)	285
Bild A.92	Aufwandswerte Netto und Brutto – Easi-Edge [Std/m ²]	286
Bild A.93	Aufwandswerte Netto und Brutto – Easi-Edge [Std/lfm].....	286
Bild A.94	BSH - Teile – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage BSH-Teile stehen – Variante 2b	287
Bild A.95	BSH -Teile – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage BSH-Teile stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)	287
Bild A.96	Aufwandswerte Netto und Brutto – Brettschichtholz Variante 2a und 2b [lfm]	288
Bild A.97	Aufwandswerte Netto und Brutto – Brettschichtholz Variante 3a und 3b [lfm]	289
Bild A.98	Treppe – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Treppe stehen – Variante 2b.....	290
Bild A.99	Treppe – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage	

	Treppe stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)	290
Bild A.100	Materialmenge und Aufwandswerte Brutto – Treppe	291
Bild A.101	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Baustelleneinrichtung und Site Induction	292
Bild A.102	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Baustelleneinrichtung und Site Induction (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)	292
Bild A.103	Löcher verschließen – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1	293
Bild A.104	Löcher verschließen – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Abkleben stehen – Variante 2b	293
Bild A.105	Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Fugen abkleben, Öffnungen verschließen	294
Bild A.106	Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Schwelle EG	295
Bild A.107	Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Schwellen im OG	295
Bild A.108	Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Wand im EG [lfm]	295
Bild A.109	Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand im EG [m ²]	296
Bild A.110	Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand im OG und DG [lfm]	296
Bild A.111	Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand im OG und DG (Technik) [m ²]	296
Bild A.112	Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG [m ²]	297
Bild A.113	Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über OG [m ²]	297
Bild A.114	Aufwandswerte Netto und Brutto – Dachplatten [m ²]	297
Bild A.115	Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Brettschichtholz [lfm]	298
Bild A.116	Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Montage Easi Edge Decke über EG	298
Bild A.117	Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Montage Easi Edge Decke über OG	298
Bild A.118	Dauer der Montage Netto und Brutto pro Tag – Montage Easi Edge Decke über OG	299
Bild A.119	Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Demontage Easi Edge Decke über EG	299
Bild A.120	Dauer der Demontage Netto und Brutto pro Tag – Demontage Easi Edge Decke über OG	299

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Gesamtstruktur Planleistungen	7
Tabelle 2.2	Standardabmessungen und Extremwerte von Brettsper Holz und dafür verwendete Bretter	30
Tabelle 2.3	Gültige Zulassungen von Brettsper Holz (Stand: 29.05.2014)	32
Tabelle 2.4	Unterteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten	74
Tabelle 2.5	Unterteilung der Tätigkeit am untersuchten Objekt.....	75
Tabelle 2.6	Unterteilung der Unterbrechungen am untersuchten Objekt	75
Tabelle 2.7	Arten der Kalkulation in Abhängigkeit vom Stand der Auftragsabwicklung (in Anlehnung an Hofstadler)	78
Tabelle 2.8	Aufbau der Kosten- und Preisermittlung nach ÖNORM B 2061: 1999-09-01	79
Tabelle 2.9	Montagearbeiten im Brettsper Holzbau – Aufzählung der Haupttätigkeiten	84
Tabelle 3.1	Massen des Bauwerks.....	106
Tabelle 4.1	Zeitanteile Brutto der gesamten Bauzeit pro Bauelemente	139
Tabelle 4.2	Prozentuelle Anteile der Tätigkeiten und Unterbrechungen über die gesamte Bauzeit: Option A und Option B.....	142
Tabelle 4.3	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten: Option A....	147
Tabelle 4.4	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten: Option B....	147
Tabelle 4.5	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten: Option A.....	148
Tabelle 4.6	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten: Option B.....	149
Tabelle 4.7	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche (in der zweiten Ebene) nach Ablaufarten: Option A.....	149
Tabelle 4.8	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche (in der zweiten Ebene) nach Ablaufarten: Option B.....	150
Tabelle 4.9	Wandelemente - Arbeitszeit und Aufwandswerte	154
Tabelle 4.10	Montage der Decken- und Dachplatten (exkl. Easi-Edge) - Arbeitszeit und Aufwandswerte	155
Tabelle 4.11	Montage der Decken- und Dachplatten (inkl. Easi-Edge) - Arbeitszeit und Aufwandswerte	157
Tabelle 4.12	Easi-Edge – Arbeitszeit und Aufwandswerte.....	158
Tabelle 4.13	Schwellen - Arbeitszeit und Aufwandswerte.....	160
Tabelle 4.14	BSH -Teile – Arbeitszeit und Aufwandswerte.....	162
Tabelle 4.15	Treppe – Menge und Dauer der Ausführung.....	163
Tabelle 4.16	Abkleben der Stoßfugen– Arbeitszeit und Aufwandswerte.....	164
Tabelle 4.17	Baustelleneinrichtung und Site Induction – Arbeitszeit und Aufwandswerte.....	165
Tabelle A.1	Zeitarten – Unterteilung in die erste und zweite	210
Tabelle A.2	Tätigkeit- und Unterbrechung – Unterteilung in der erste, zweite und dritte Ebene.....	211

Tabelle A.3	Verteilung der Tätigkeiten über gesamte Bauzeit (Option A und Option B).....	212
Tabelle A.4	Beurteilung der Wochen nach Grundzeit (Option A).....	213
Tabelle A.5	Beurteilung der Wochen nach Grundzeit (Option B).....	213
Tabelle A.6	Beurteilung der Wochen nach Tätigkeiten (Option A).....	214
Tabelle A.7	Beurteilung der Wochen nach Tätigkeiten (Option B).....	214
Tabelle A.8	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option A) ..	215
Tabelle A.9	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option B) ..	215
Tabelle A.10	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option A)	216
Tabelle A.11	Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option B)	217
Tabelle A.12	Beurteilung der Arbeitstage nach Tätigkeiten (Option A)	218
Tabelle A.13	Beurteilung der Arbeitstage nach Tätigkeiten (Option B)	218
Tabelle A.14	Gesamte und tägliche Verteilung (in der zweiten Ebene) der Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A).....	219
Tabelle A.15	Gesamte und tägliche Verteilung (in der zweiten Ebene) der Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B).....	219
Tabelle A.16	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 1.Woche (Option A).....	222
Tabelle A.17	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 2.Woche (Option A).....	223
Tabelle A.18	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 3.Woche (Option A).....	224
Tabelle A.19	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 4.Woche (Option A).....	225
Tabelle A.20	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 5.Woche (Option A).....	226
Tabelle A.21	Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 6. und 7.Woche (Option A)	228
Tabelle A.22	Bauelemente - Massen	229
Tabelle A.23	Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	230
Tabelle A.24	Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	231
Tabelle A.25	Schwelle EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A).....	232
Tabelle A.26	Schwelle EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B).....	232
Tabelle A.27	Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	237
Tabelle A.28	Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	238
Tabelle A.29	Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A).....	239
Tabelle A.30	Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B).....	240

Tabelle A.31	Schwellen – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte – Variante 2a und 2b	243
Tabelle A.32	Schwellen – Menge, Arbeitszeit exkl. störungsbedingte Unterbrechung und Aufwandswerte – Variante 3a und 3b	244
Tabelle A.33	Montage Wand inkl. Turm – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte – Variante 2a und 2b	255
Tabelle A.34	Montage Wand und Turm – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte – Variante 2a und 2b	256
Tabelle A.35	Montage Wand und Turm – Menge, Arbeitszeit (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen) und Aufwandswerte	257
Tabelle A.36	Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	258
Tabelle A.37	Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	259
Tabelle A.38	Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)	260
Tabelle A.39	Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)	261
Tabelle A.40	Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	262
Tabelle A.41	Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	263
Tabelle A.42	Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)	264
Tabelle A.43	Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)	265
Tabelle A.44	Dachplatten – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)	266
Tabelle A.45	Dachplatten – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)	267
Tabelle A.46	Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)	268
Tabelle A.47	Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)	269
Tabelle A.48	Montage der Decken (exkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte	279
Tabelle A.49	Montage der Decken (exkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen) und Aufwandswerte	280
Tabelle A.50	Montage der Decken (inkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte	281
Tabelle A.51	Montage der Decken (inkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen) und Aufwandswerte	282
Tabelle A.52	Easi-Edge Montage und Demontage – Menge, Arbeitszeit, Aufwandswerte	286
Tabelle A.53	Montage BSH -Teile – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte	288
Tabelle A.54	Montage BSH -Teile – Menge und Dauer der Ausführung (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)	289
Tabelle A.55	Montage Treppe – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte	291

Tabelle A.56 Baustelleneinrichtung und Site Induction – Arbeitszeit und Aufwandswerte
 Tabelle A.57 Baustelleneinrichtung und Site Induction – AZ exkl. störungsbedingte Unterbrechung292

Tabelle A.58 Fugen Abkleben, Verschließen – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte.....294

Formelverzeichnis

Formel 2.1	Definition der Produktivität	61
Formel 2.2	Aufwandswert nach REFA (in Anlehnung an Girmscheid/Motzko)	64
Formel 2.3	Berechnung des Aufwandswertes	65
Formel 2.4	Leistungswert (in Anlehnung an Girmscheid/Motzko).....	67
Formel 2.5	Berechnung des Leistungswertes	67
Formel 2.6	Berechnung der erforderlichen Anzahl an Arbeitskräften (in Anlehnung an Hofstadler) für die Plattenelemente	84
Formel 2.7	Berechnung des Zeitaufwandes	85
Formel 4.1	Stichprobenumfang nach der Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 %	137
Formel 4.2	Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 %	138

Abkürzungsverzeichnis

AG	Auftraggeber
AI	Arbeitsinspektion
AK	Arbeitskraft
AN	Auftragnehmer
ArbIG	Arbeitsinspektionsgesetz
ARH	Arbeitszeit-Richtwerte-Hochbau
ART	Arbeitszeit-Richtwerte-Tiefbau
ASchG	ArbeitnehmerInnenschutzgesetz
ASVG	Allgemeines Sozialversicherungsgesetz
AUVA	Allgemeine Unfallversicherung
AV	Arbeitsvorbereitung
AW_i	Aufwandswert
AZ	Arbeitszeit
BA	Bauarbeiter
BauKG	Bauarbeitenkoordinationsgesetz
BauV	Bauverordnung
BO	Bauordnung
BSH	Brettschichtholz
BSP	Brettsperrholz
BUAG	Bauarbeiter Urlaubs- und Abfertigungsgesetz
BUAK	Bauarbeiter Urlaubs- und Abfertigungskasse
CITB	Construction Industry Training Board – Training Board for the UK Construction industry
CLT	Cross Laminated Timber
DBE	Digitale Bilderfassung
DEB	Datenerfassungsbogen
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
Easi-Edge	On site safety solution - Timber-frame-edge-protection
EnEv	Energieeinsparverordnung
EN	Europäische Norm
ETA	Europäische Technische Zulassung (englisch: European Technical Approval)
EZA	Einzelzeitaufnahme
FCEC / CIB	Plant Operator's Registration Scheme

GKP	Gipskarton-Bauplatte
HASAWA	Health & Safety at Work etc. Act 1974 im Vereinigten Königreich
HSA	Health and Safety Authority in Irland
HSE	Health & Safety Executive (HSE) im Vereinigten Königreich
IZB	Institut für Zeitwirtschaft und Betriebsberatung, Neu-Isenburg
KLH	Kreuzlagenholz
KVH	Konstruktionsvollholz
L_i	Leistung(-swert)
LV	Leistungsverzeichnis
LPH	Leistungsphase
MEWPS	Mobile Elevating Work Platforms
MLP	Mittellohnpreis
MMA	Multimomentaufnahme
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
ÖBGL	Österreichische Baugeräteliste
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
OSB	Grobspanplatte (englisch: oriented strand board)
PASMA	Prefabricated Access Suppliers' & Manufacturers' Association Ltd - Training Courses
PPH	Projektphase
PM	Projektmanagement
PS	Projektsteuerung
PSA	Persönliche Schutzausrüstung
REFA	Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung(1924) in Berlin; seit 1951 ist REFA der Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation mit Sitz in Darmstadt
RIDDOR	Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrence Regulations 1995
SDG	Sicherheits- und Gesundheitsschutz-Dokument
SHWW	Safety, Health and Welfare at Work Act 2005 in Irland
SiGePlan	Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan
SSW	Safe System of Work
TK	Tätigkeit

UB	Unterbrechung
UfSA	Unterlage für spätere Arbeiten
UVD	Unfallverhütungsdienst
VE	Verrechnungseinheit
WAH	Work at Height
WKÖ	Wirtschaftskammer Österreich
ZE	Zeiteinheit

1 Einleitung

Im traditionellen Holzbau werden stabförmige Holzbalken und Holzstützen verwendet. Mit modernen Holzwerkstoffen und neuen Füge-techniken geht der Holzbau zu flächigen Tragwerkselementen über. Durch das Brettsperrholz öffnet sich ein neuer Weg im Bauen mit Holz zur innovativen Verwendung von großformatigen flächigen Bauelementen.

Mit dem Einsatz des Massivholzproduktes Brettsperrholz steht der hohe Vorfertigungsgrad im Vordergrund, so dass sich in der Regel auch die Bauzeit verkürzt. Der konstruktive Holzbau lässt dabei eine schnelle Errichtung der Baustelle und Montage der Elemente zu. Somit wird eine schnellere Übergabe der Objekte an den Auftraggeber ermöglicht. Aufgrund der schlanken Tragholzteile kann zudem mehr nutzbare Wohnraumfläche bzw. Raumvolumen gegenüber anderen konventionellen Baustoffen geschaffen werden. Dieser Aspekt weckt insbesondere das Interesse am Holzwerkstoff in der mehrgeschossigen Wohnbauweise.

Motivation und Zielsetzung

Der Bauherr braucht vor der Entscheidung über eine Investition eine Antwort über die zu erwartenden Kosten, welche mit der Realisierung des Bauwerks anfallen werden. Obwohl Brettsperrholz seit einigen Jahren mit großem Erfolg verwendet wird, gibt es in der Literatur derzeit nur wenig Angaben bzw. Eingangswerte, welche die Kalkulation der Arbeiten mit dem Produkt unterstützen. Die Holzbauunternehmen leiten ihre Kalkulationsansätze meistens aus eigenen Projekten und der Nachkalkulation ab.

Aus diesem Grund sind Studien notwendig, um verlässliche Ergebnisse und Informationen für die Baupraxis zu gewinnen. Der Zweck der Zeitstudien im Bauwesen liegt darin, exakte und vor allem aktuelle Aufwandswerte für die Kalkulation zur Verfügung zu stellen und in weiterer Folge Kalkulationsansätze für nachfolgende Projekte zu erhalten.

Im Rahmen der vorgelegten Masterarbeit wird eine Untersuchung der Montagearbeiten eines mehrgeschossigen Bauwerks aus Brettsperrholz anhand der wissenschaftlich anerkannten REFA-Methodenlehre durchgeführt. Ziel dieser Studie ist die Ermittlung von Aufwandswerten, welche Ansätze für die Erstellung von Kalkulationen in der Brettsperrholzbauweise liefert. Dabei werden auch die Ablaufarten der Holzbaumontage mit dem Produkt Brettsperrholz betrachtet.

Die Studie umfasst:

- Vorbereitung der Untersuchung des Bauablaufes im Holzbau
- Datenerhebung auf der Baustelle – Erfassung der Ereignisse, Daten und baustellenspezifische Aufzeichnungen

- Erfassung der Tätigkeiten und Unterbrechungen im untersuchten Montageablauf
- Zusammenstellung der Daten laut REFA
- Datenauswertung – Beurteilung der Zeitverteilungen und Berechnung der Aufwandswerte sowie ihre statistische Bewertung
- Potenzialanalyse für die Zeitaufnahmen nach REFA
- Potenzialanalyse für künftige Bauvorhaben.

Struktur der Masterarbeit

Die Masterarbeit besteht aus folgenden Kapiteln:

- Einleitung

In der Einleitung werden Ziel und Aufbau der Studie dargestellt und eine Vorschau auf die Arbeit gegeben.

- Grundlagen – Montage im Holzbau

In der Arbeit werden eingangs die allgemeinen Anforderungen an die Holzbauweise und die Kalkulationsgrundlagen ausgearbeitet, welche in weiterer Folge als Grundlage für die detaillierte Auswertung dienen. Dabei werden die Grundlagen der wesentlichen Arbeitsprozesse im allgemeinen Holzbau und speziell in der Brettsperrholzbauweise erläutert. Zudem werden Informationen zu Themen der Arbeitsanalyse, der Kalkulationsansätze und der Personalauswahl im Holzbau aufgezeigt. Weiters werden Grundlagen der REFA-Methode beschrieben. Weil dieses Projekt im Vereinigten Königreich realisiert wurde, werden im Speziellen die Gesetzeslage und die Vorschriften betreffend Sicherheitsmaßnahmen in diesem Land vorgestellt.

- Datenerfassung auf der Baustelle

Nach der Erläuterung der Grundlagen der Montage im Holzbau und Vorstellung der Methodik der REFA-Zeitaufnahmen werden die durchgeführte Studie und das untersuchte Objekt präsentiert. Dabei werden die projektspezifischen Grundlagen der Baustelle und der Ablauf der Datenerhebung mittels Multimomentaufnahmen beschrieben. Die erhobenen Daten, d. h. Zeiten für alle Tätigkeiten und Unterbrechungen während der Montagearbeiten, stellen die Basis für die Ermittlung der Aufwandswerte dar.

- Datenauswertung – Analyse

In diesem Kapitel werden ausgewählte Auswertungen zur Veranschaulichung der Ergebnisse dargestellt, wobei die gesamte Ermittlung und die Ergebnisse einzelner Betrachtungen im Anhang zusammengestellt werden. Die Zusammenführung der Datenanalyse und der Auswertungen beinhalten Aussagen über Zeitverteilungen, Bewertung der Arbeitszeiten und Aufwandswerte. Abschließend werden die gewonnenen Erkenntnis-

se zusammengefasst und die Problematik der Auswertung und ihre Umsetzung in der Holzbaukalkulation näher erklärt.

- Potenziale und Ausblick

In diesem Kapitel werden die gewonnenen Erkenntnisse aus der Studie zusammengefasst und Potenziale in der Datenerfassung und Datenauswertung nach REFA-Methodenlehre, vor allem bei Arbeitsverfahren und Personaleinsatz im Holzbau aufgezeigt. Abschließend wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen im Holzbau und Kalkulationsansätze in der Brettsperrholzbauweise gegeben.

- Anhang

Die detaillierten Ergebnisse der Auswertung werden im Anhang dieser Arbeit zusammengestellt. Der Anhang dieser Masterarbeit ist so konzipiert, dass der Leser den Inhalt und den Verlauf der Auswertung ohne zusätzliche Erklärung nachvollziehen kann. Der Anhang besteht aus zwei Teilen:

Anhang 1 – Verteilungen der Arbeitszeit und ihre Beurteilung

Anhang 2 – Aufwandswerte

2 Grundlagen – Montage im Holzbau

Zu Beginn dieses Kapitels wird eine Einführung zum Thema Bauen mit dem Werkstoff Holz gegeben. Weiters werden die Grundlagen der Arbeitsprozesse im Holzbau sowie Themen der Arbeitsanalyse, der Kalkulationsansätze, der Personalauswahl und sicherheitstechnische Vorschriften im Holzbau mit speziellem Fokus auf die Gesetzeslage im Vereinigten Königreich näher behandelt. Zudem werden Grundlagen der REFA-Methode dargelegt.

Bauen mit dem Werkstoff Holz

Der Holzbau hat sich in den vergangenen Jahren sehr stark entwickelt. Dabei haben sich die traditionellen Bauweisen des Zimmerers ebenso verändert, wie die zugehörigen Materialien und Holzwerkstoffe.

Massive Holzbauten im traditionellen Baustil und in herkömmlicher Bauweise, dem sogenannten Blockbau, wurden bereits in der Zeit um 10.000 Jahre v.Chr. nachgewiesen. Der Bau mit dem Naturwerkstoff Holz ist ein altes und eigenständiges Fachgebiet und stellt bis heute eine Baukunst mit eigenen Zünften und offiziellen Vertretern dar. Es wird dabei meist zwischen dem zimmermannsmäßigen Holzbau und dem seit Ende des 19. Jahrhunderts entwickelten Ingenieurholzbau unterschieden.¹

Historisch gesehen hat schon der Zimmermann einen hohen Vorfertigungsgrad erreicht. Holz hat auf Grund seiner Eigenschaften unter allen Baumaterialien die besten Voraussetzungen für eine Vorfabrikation bzw. Vorfertigung. Die Produktion einzelner Elemente und Systeme hat sich dabei auf Grund technischer Entwicklungen und Verbesserungen der Bearbeitungsprozesse über die Jahrzehnte immer mehr in die Werkstatt verlagert. Zuletzt wurde in den 80er- und 90er-Jahren des 20. Jahrhunderts das neuartige, im Vergleich zum stabförmig lastabtragenden Holzbauteil, als flächenförmig wirkendes Holzbauprodukt – Brettsperrholz (kurz: BSP) entwickelt.²

Die Anwendung von Brettsperrholz-Produkten stellt die neue und jüngste Art der Holzbauweise dar. Die Verwendung von massiven flächigen Elementen aus Holz kennzeichnet dabei die Holz-Massivbauweise.³ Bei dieser Bauweise befindet sich die Dämmebene außerhalb der tragenden Teile, dagegen ist in der Leichtbauweise die Dämmung innerhalb der Tragstruktur. Der Vorteil dieser Bauweise liegt in der Gestaltungsvielfalt durch große Spannweiten. Diese moderne Form der Holzbauweise mit

¹ Vgl. SYSTEM-HOLZ : Hausbau mit Holz. http://bau-dein-haus-mit-holz.de/hausbau_mit_holz.html. Datum des Zugriffs: 10.09.2014

² Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. A-6

³ Vgl. a.a.O., S. A-2

BSP wird bei großen Projekten wie Hallen, Türmen, mehrgeschossigen (Wohn-) Gebäuden und Brücken eingesetzt.

Auf Grundlage sich wiederholender Grundelemente bei Bauteilen und Nutzungseinheiten können ebenfalls die produktionstechnischen und wirtschaftlichen Vorteile des seriellen Bauens genutzt werden. In der Holzbauweise können sowohl Halbfabrikate, wie auch fertig komplettierte Bauteile verwendet werden. Die Fertigungstiefe reicht dabei von der reinen Baustellenfertigung bis hin zum werkseitigen Abbund der Tragstruktur.

Mit der starken Zunahme des Vorfertigungsgrades verlagerte sich in den letzten Jahren und tendenziell auch künftig erkennbar die Arbeit sukzessive von der Baustelle ins Werk. Durch die witterungsunabhängige Vorfertigung von ganzen Bauelementen kann die Bauzeit erheblich verkürzt werden, was wiederum einen Kostenvorteil bedeutet.

Ob die aufgrund der werksseitigen Fertigung, teils durch vermehrte Vorplanung und aufwändigere Arbeitsvorbereitung geänderten Kosten höher anzusetzen sind oder nicht und den Einsatz vorgefertigter Bauteile rechtfertigen, kann vorweg nicht beantwortet werden. Bei einer in situ Fertigung werden die Kosten durch zahlreiche Faktoren beeinflusst und somit kann eine Aussage über Kosten nicht verallgemeinert werden. Dabei sind es nicht nur die Kosten für die Produktion selbst, sondern auch jene für im Nachhinein auf der Baustelle entfallende Arbeiten, welche eine höhere Qualität ermöglichen. Gleichzeitig bestimmt der Grad bzw. die Tiefe der Vorfertigung die Kosten einerseits und die Terminsituation andererseits wesentlich.

Bauen mit Holz ist eine trockene Bauweise und erlaubt nach kurzer Montagezeit einen Innen- und Außenausbau des Bauwerks, sowie eine rasche Beziehung des Gebäudes. Abgesehen davon, dass das Holz technischen Anforderungen entspricht, wie z. B. hohe Elastizität, Schalldämpfung, Wärmedämmung, besitzt dieses Material als Naturprodukt auch viele Vorteile die für Menschen und die Natur von Bedeutung sind, wie z. B. keine schädlichen Ausdünstungen, positiv hinsichtlich elektrischer Felder, ökologisch positiv, angenehmer Geruch, angenehmes Wohnklima.

Der Baustoff Holz stellt für Bauherren eine gute Alternative dar. Der Baustoff Holz steht dank einer guten Forstwirtschaft in Österreich ohne Einschränkung für den Bedarf des Zimmermanns zur Verfügung.

2.1 Arbeitsprozesse im Holzbau

Zum besseren Verständnis und der Ermöglichung eines Einblicks, wie die Abläufe und Arbeitsprozesse im Holzbau funktionieren, werden in den folgenden Kapiteln die einzelnen erforderlichen Arbeitsschritte im Bauwesen und hier speziell für den Holzbau näher erläutert.

2.1.1 Planung

Das Thema Planung hat im Bauwesen einen besonderen Stellenwert, da jedes Bauobjekt an sich ein Prototyp ist. Jedes zu erstellende Bauwerk beginnt vor der konkreten Umsetzung mit der Phase der Planung. Diese Phase dient der Vorbereitung von Entscheidungen, welche Ausgangspunkt des menschlichen Wirtschaftens und jeden unternehmerischen Handelns sind.⁴

2.1.1.1 Planung und Projekt - Definitionen

Bezüglich Planung gibt es in der Literatur zahlreiche Definitionen. Eine davon ist:

„Planen bedeutet geistige/virtuelle Vorwegnahme zukünftiger Entwicklungen, Zustände, Entscheidungen, Handlungen und deren Auswirkungen im Hinblick auf die Verwirklichung von Zielen.“⁵

Unter dem Begriff Planung ist auch Folgendes zu verstehen:

„Planung ist die immaterielle Vorleistung für die materiellen Leistungen der baulichen Errichtung.“⁶

Die Planung ist die erste Phase der Umsetzung der Idee und der Verwirklichung von Zielen und hat im Bauwesen folgende Aufgaben zu erfüllen:⁷

- Absicherung von Kosten zur Verhinderung von Budgetüberschreitungen
- Definition der richtigen Quantität und Qualität
- Optimierung der ersten Idee mit wenigen Änderungen.

Ein zielgerichtetes, einmaliges Vorhaben mit einem definierten Anfang wird in den meisten Fällen Projekt genannt.

⁴ Vgl. DOMSCHKE, W.; SCHOLL, A.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. S. 23

⁵ SCHALCHER, H.-R.: Bauwerk als System. Projektplanung. In: Projektmanagement. S. 1

⁶ LECHNER, H.: Der Weg...zum Projekt. Diskussionsbeitrag für den Start von Projekten.. In: Projektmanagement. S. 21

⁷ Vgl. a.a.O., S. 21

Eine Definition für den Begriff Projekt ist in der Deutschen Industrienorm DIN 69901-1⁸ zu finden:

„Ein Projekt ist ein Vorhaben, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, wie z. B.: Zielvorgabe, zeitliche, finanzielle, personelle oder andere Bedingungen, Abgrenzungen gegenüber anderen Vorhaben und projektspezifische Organisation.“

Projektaufgaben nach der Definition von Patzak / Rattay⁹ sind einmalige, neuartige, befristete und vor allem komplexe Vorhaben. Projektarbeit befasst sich mit Aufgabenstellungen, die sich nicht oder nur zum Teil wiederholen und stets mit Unsicherheit und hohem Risiko verbunden sind.¹⁰ Aufgrund der besonderen Herausforderung ist meistens bei der Erledigung der Aufgabe eine größere Anzahl von Organisationen beteiligt.

Die Abwicklung der Projekte, d. h. die Planung und Realisierung, werden heutzutage immer komplexer, wodurch auch die Bedeutung der Aufgaben des Bauherrn bzw. jenen von dessen bevollmächtigten Vertretern zunimmt. Viele der Bauherrnaufgaben werden nicht mehr alleine durch den Bauherrn erfüllt, sondern werden an Planungs- und Projektmanagementbüros vergeben. Dazu zählen Leistungen, die mit der Entwicklung, Leitung, Steuerung und Kontrolle von Projekten zu tun haben.

Tabelle 2.1 Gesamtstruktur Planleistungen¹¹

Sphäre BAUHERR	Sphäre klassischer PLANER
A.1. Projektleitung	B.1. Objektplanung
A.2. Projektentwicklung	B.2. Örtliche Bauaufsicht
A.3. Projektsteuerung	B.3. Tiefbauplanungen
A.4. Begleitende Kontrolle	B.4. Tragwerksplanung
A.5. Planungs- und Baustellenkoordinator	B.5. Sonstige Fachgebiete
A.6. Sonstige Fachgebiete	

In der Planersphäre liegen alle Planungsaufgaben in den unterschiedlichen Fachbereichen sowie auch die örtliche Bauaufsicht (kurz: ÖBA). Die ÖBA wird als eine Bauherrnaufgaben verstanden und kann auch durch den Planer vorgenommen werden.¹²

⁸ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE : ÖNORM DIN 69901 Projektwirtschaft - Projektmanagement - Begriffe.

⁹ PATZAK, G.; RATTAY, G.: Projektmanagement - Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen. S. 18f

¹⁰ Vgl. FISCHER, F.: Projektmanagement. http://www.bba.uni-oldenburg.de/download/archiv/leseprobe_projektmanagemen.pdf. Datum des Zugriffs: 03.11.2014

¹¹ WKO. BUNDESINNUNG BAU: Leitfaden zur Kostenschätzung von Planungsleistungen. Band 1: Grundlagen. 2006. http://www.bau-noe.at/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/planungshonorar/Band_1_Grundlagen.pdf. Datum des Zugriffs: 11.09.2014 S.5

¹² Vgl. a.a.O., S.6

2.1.1.2 Planungsbereiche und Bearbeitungsmethoden

Der Planungsumfang und die Planungsintensivität scheinen in der Praxis ständig zuzunehmen. Während der Planung werden Entscheidungen getroffen, die in die Zukunft gerichtet sind. Mit dem Verlangen nach Kurzfristigkeit und Genauigkeit an das Bauen von heute wird vermutlich auch der Planungsprozess technisch immer besser organisiert und es müssen mehrere Bereiche gleichzeitig erfasst werden.

Die wesentlichen Planungsbereiche von Projekten sind z. Z: ¹³

- Funktion
- Gestalt (Ästhetik)
- Raum (Ort)
- Nutzen (monetär und nicht monetär)
- Kosten (Lebenszykluskosten)
- Zeit (Entwicklungs-, Realisierungs-, Nutzung- bzw. Lebensdauer)
- Ressourceneinsatz und -verbrauch
- Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Typische Aufgaben der Planungsphase sind die Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung. Neben der graphischen Darstellung aller baulichen Grundlagen und Details gehören die statische Berechnung, die Bauphysik und die Akustik ebenso zur Planung. Die Statik wird je nach Komplexität entweder von den ausführenden Unternehmen intern, oder von externen Ingenieuren berechnet. Dabei müssen sämtliche Normen betreffend Belastungen, Tragsicherheit, Dauerhaftigkeit, Brandschutz, Dämmung etc. einbezogen und eingehalten werden. Zusätzlich stehen neben der energieeffizienten Planung auch die Raumhygiene, die thermische Behaglichkeit und die Vermeidung von Bauschäden im Mittelpunkt der Gebäudeplanung.

Die Änderungen der Rahmenbedingungen für das Planen und Bauen, wie z. B. der freie Binnenmarkt innerhalb der EU, die neuen technischen Regelwerke, verschärfte Sicherheitsvorschriften am Bau, die Entwicklungsprozesse und der Zwang zur Kostenminimierung, brachten eine Veränderung der gewohnten Strukturen am Bau und in der Planung. ¹⁴

In der Massivholzbauweise werden die Materialien und Konstruktionen immer komplexer. Innerhalb der Projektabwicklung entwickelte sich eine Hierarchie, in welcher der Generalplaner ¹⁵, Generalunternehmer ¹⁶

¹³ Vgl. SCHALCHER, H.-R.: Bauwerk als System. Projektplanung. In: Projektmanagement. S. 1

¹⁴ Vgl. WÖRLE, P.: Kosten- und Qualitätssicherung in der Planung von Ingenieur(holz)bauten. 13.Internationale Holzbau-Forum. Beitrag. S. 3

¹⁵ Der Generalplaner ist für alle Planungsleistungen verantwortlich.

(kurz: GU) oder Totalunternehmer¹⁷ bestellt wird und dieser wiederum auf Subplaner und Subunternehmer zurückgreift. Somit solle der Bauherr in seiner Verantwortlichkeit entlastet werden¹⁸

Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte hat sich die Planung von der händischen Bearbeitung weg, hin zur computerunterstützten Zeichnung entwickelt. Alle Zeichnungen werden heutzutage mittels Zeichensoftware am Rechner realisiert, wodurch die Vorteile des schnellen Konstruierens und der einfachen Änderungen gegeben sind, da Zeichnungen nicht neu gezeichnet, sondern nur geändert und ausgedruckt werden müssen. Das ganze Objekt wird meistens in einer 3-dimensionalen Zeichnung erfasst, was den Vorteil einer einfachen visuellen Erfassung des Bauobjektes für den Kunden mit sich bringt.

2.1.1.3 Planung im Holzbau

Bei Holzbauten haben sich in früheren Generationen die Zimmermeister viele Gedanken über die Struktur des Bauwerks gemacht und die Systeme wie Blockbau, Fachwerkbau, Rahmenbau, Skelettbau usw. entwickelt. Bis Mitte der neunziger Jahre war es noch ausreichend, die traditionellen Systeme zu kennen. Die Situation hat sich inzwischen vollständig geändert: Die Bauwerke sind deutlich höher und größer geworden, neue Tragsysteme und Gebäudehüllen wurden entworfen.

Die frühzeitige Wahl des Tragsystems und die damit verbundenen konzeptionellen und konstruktiven Überlegungen zum Brand- und Schallschutz spielen eine wesentliche Rolle für ein erfolgreiches Holzbauwerk. Es wird bei der Entwurfs- und Eingabeplanung auf wichtige Aspekte, wie z. B. die Lastabtragung oder den konstruktiven Holzschutz geachtet.

Gleichzeitig mit dem Entwurf, d. h. mit dem architektonischen Konzept der räumlichen Gestaltung und den dazugehörigen technischen Maßnahmen, sind die Systeme für Wärmedämmung, Luftdichtung und Feuchteschutz, die Bedürfnisse der Haustechnik, die Maßnahmen für Dauerhaftigkeit, Unterhalt und Betrieb eines Gebäudes bis hin zu seinem späteren Rückbau zu berücksichtigen.¹⁹

Ein Planungsprozess kann unterschiedlich ablaufen. Die frühe Einbeziehung der Tragwerksplaner ermöglicht eine gute Wahl der holzbauspezifischen

¹⁶ Der Generalunternehmer ist ein Unternehmer der für einen Bauherrn alleiniger Vertragspartner ist und sämtliche für die Herstellung eines Bauobjektes erforderlichen Bauleistungen erbringt oder teilweise für bestimmte Leistungen Subunternehmer bestellt. Der GU haftet dem AG für eigene und von seinen Subunternehmen erbrachten Leistungen.

¹⁷ Der Totalunternehmer übernimmt neben den Aufgaben des Generalunternehmers auch die Planung und eventuell die Grundstückbeschaffung oder Finanzierung des Bauvorhabens.

¹⁸ Vgl. WÖRLE, P.: Kosten- und Qualitätssicherung in der Planung von Ingenieur(holz)bauten. 13. Internationale Holzbau-Forum. Beitrag. S. 6

¹⁹ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System.

schen Tragstruktur des Bauwerkes – eine gute Konstruktion kommt der architektonischen Gestalt entgegen. Dies erfordert eine, aufeinander abgestimmte Werkplanung.

Die Weiterentwicklung des Entwurfs verläuft unter Hinzuziehung von weiteren Fachspezialisten. Aus deren Überlegungen ergeben sich verschiedene Ansprüche und Lösungen, die gemeinsam mit den Planungsverantwortlichen im Holzbau an die technischen Möglichkeiten angepasst werden müssen. Das Ganze Projekt für Holzbauwerk besteht aus vielen Details und wird nur dann perfekt, wenn alle Details stimmen. Die Fragen betreffend Material, Technik, Herstellung, Transport, Montage, Ökologie und Schutzfunktionen müssen vorweg beantwortet werden.²⁰

Nach der vollständigen Planung des Tragmodells wird vorweg ein Gebäude im Holzbau in Teilsysteme zerlegt:²¹

- Unterteilung in Gebäudeteile
- Unterteilung in Etagen
- Unterteilung in Bauteiltypen, wie z. B. Innenwände, Außenwände etc.
- Unterteilung in Bauteile wie z. B. Wand 1, Wand 2 etc.

Im Hinblick auf die Bauwerkstruktur können beliebige „Zerlegemöglichkeiten“ in Betracht kommen. Zwischen den einzelnen Teilsystemen und Bauteilen bestehen Kontaktfugen, welche diese Systeme zu einem Gesamtsystem verbinden. Je kleiner die Einbauteile sind, desto größer ist die Anzahl und Länge der Verbindungen.

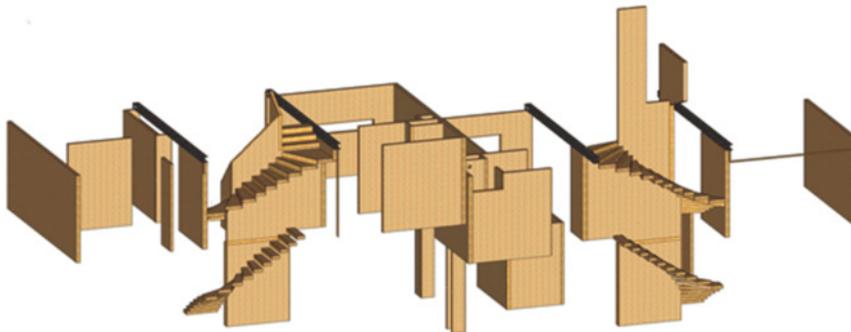


Bild 2.1 3D-Modell eines Gebäudes in der BSP-Bauweise²²

Im Holzbau wird im Zuge der Ausschreibung und der Vergabe eine Holzbaufirma beauftragt, welche auch die Planungsaufgaben erledigt.

²⁰ Vgl. KOLB, J.: Holzbau mit System.

²¹ Vgl. INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU IB HOLZ: Fertigungsprozessauslegung für Holzgroßprojekte. <http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Holzgrossprojekte.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.12.2014

²² DETAIL 05/2010: Individualisierung im Fertighausbau. http://www.detail.de/uploads/pics/tech_maaars_rp_2-2_02.gif. Datum des Zugriffs: 02.03.2015

Diese Planungsleistungen werden gemäß ÖNORM B 2215: 2009-07-15²³ in zwei Schritte unterteilt:²⁴

- Konstruktionsplanung, d. h. die maßstäbliche Darstellung der Konstruktions- und Verbindungsteile inkl. aller erforderlichen Konstruktionsdetails
- Werkstattplanung, d. h. die maßstäbliche Darstellung der Konstruktionsteile mit werkstattspezifischen Ergänzungen, z. B. Geometrie, Bemaßung, NC-Code als Arbeitsgrundlage für die Arbeitsvorbereitung (kurz: AV) und den Abbund.

Die Aufgaben der Werkstattplanung sind das Erstellen der Werkstattzeichnungen, Positionslisten, Stücklisten, Transportpläne und eines Baustellenplans. Die detaillierte Tragwerks-, Konstruktions- und Werkplanung wird durch den unabhängigen Planer oder durch Ingenieure des ausführenden Holzbauunternehmers abgewickelt. Meistens wird für den ersten Schritt einer statischen Berechnung ein externer Tragwerksingenieur bestellt. Der letzte Schritt des Planungsablaufs ist die AV, welche immer durch die beauftragte Holzbaufirma durchgeführt wird.²⁵

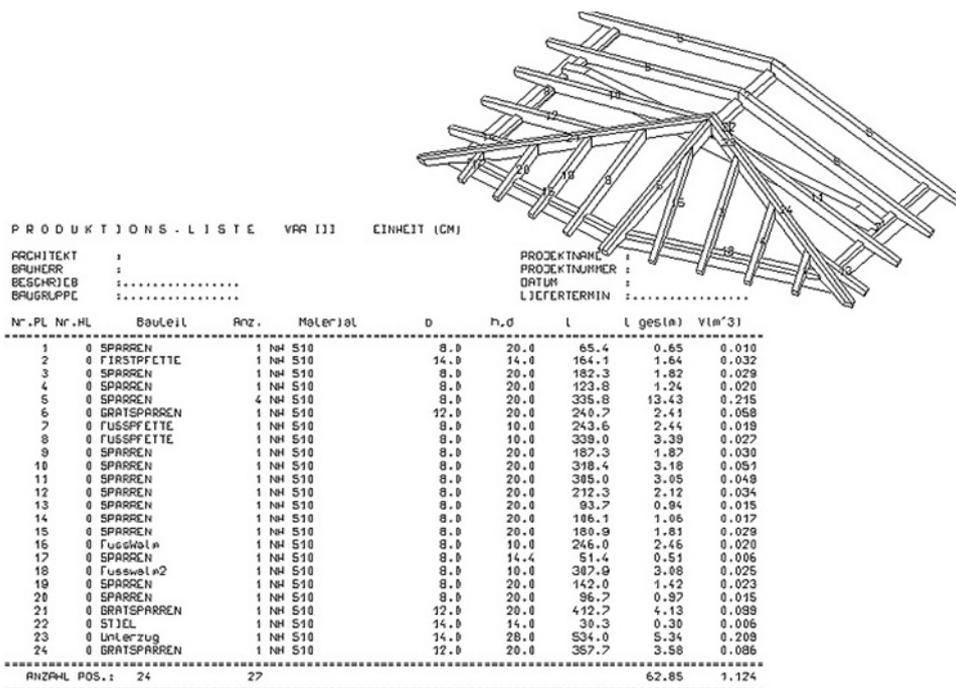


Bild 2.2 Holzbauplan mit Produktionsliste²⁶

²³ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 2215: Holzbauarbeiten - Werkvertragsnorm. Norm. S.

²⁴ Vgl. WÖRLE, P.: Kosten- und Qualitätssicherung in der Planung von Ingenieur(holz)bauten. 13. Internationale Holzbau-Forum. Beitrag, S. 8

²⁵ Vgl. a.a.O., S. 7

²⁶ HOLZBAUPLAN: Holzliste. <http://www.holzbauplan.de/Holz1.php>. Datum des Zugriffs: 28.02.2015

Heute wird im Holzbau mit computerunterstützten Systemen gearbeitet. Digitale 3D-Erfassung von Holzgegenständen ermöglichen die numerische Bearbeitung. Die digitalen Daten der komplexen Geometrie der Bauteile, werden vom Planungsprozess bis hin zur Ausführung in der Werkstatt übermittelt.²⁷

2.1.1.4 Planung der Baukosten – Grundlagen

Die Baukostenplanung wird entsprechend den Projektphasen erarbeitet. Dabei werden die Kosten der Baumaßnahme in jedem Stadium der Bearbeitung ermittelt. Grundlage der Kostenplanung in Österreich ist die ÖNORM B 1801-1: 2009-06-01.²⁸

Eine weitere wichtige Norm für die Kostenermittlung im Bauwesen ist die ÖNORM B 2061: 1999-09-01²⁹, welche den Aufbau der Kalkulation und die Darstellung der Preisermittlung regelt. Die ÖNORM B 2061 bildet auch die Grundlage für die Überprüfung der Angemessenheit der Preise im Sinne der ÖNORM A 2050: 2006-11-01³⁰ und ÖNORM A 2051: 2005-05-01³¹.

Zusammen mit den im Vertrag anzuführenden Normen technischen Inhaltes werden die allgemeinen Vertragsbestimmungen für Leistungen in der ÖNORM B 2060: 2013-03-15³² eindeutig definiert. Bauleistungen sind in der ÖNORM B 2110: 2013-03-15³³ und ÖNORM B 2118: 2013-03-15³⁴ geregelt. Außerdem werden, falls notwendig, besondere Bestimmungen des Bauvertrages und nähere Umstände der Leistungserbringung in Einzelfällen genannt.

Für die Vergabe öffentlicher Aufträge gilt in Österreich das Bundesvergabe-gesetz 2006³⁵ (kurz: BVerG 2006). Dieses Gesetz ist ein umfas-

²⁷ Vgl. INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU IB HOLZ: Fertigungsprozessauslegung für Holzgroßprojekte. <http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Holzgrossprojekte.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.12.2014

²⁸ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Objektterrichtung. Norm. S.

²⁹ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen - Verfahrensnorm. Norm. S.

³⁰ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2050: Vergabe von Aufträgen über Leistungen - Ausschreibung, Angebot, Zuschlag - Verfahrensnorm. Norm. S.

³¹ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2051: Vergabe von Aufträgen über Leistungen im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung - Ausschreibung, Angebot und Zuschlag - Verfahrensnorm. Norm. S.

³² AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2060: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Leistungen - Vertragsnorm. Norm. S.

³³ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm. Norm. S.

³⁴ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2118: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen unter Anwendung des Partnerschaftsmodells, insbesondere bei Großprojekten - Werkvertragsnorm. Norm. S.

³⁵ BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Gesamte Rechtsvorschrift für Bundesvergabe-gesetz 2006. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004547>. Datum des Zugriffs: 27.02.2015

sendes Dokument und wurde mehrfach novelliert. Derzeit gilt es in der Fassung des Bundesgesetzblattes Nr. BGBl II 292/2014. Der Rechtsschutz für Vergabeverfahren von öffentlichen Auftraggebern in der EU ist in den EU-Vergaberichtlinien geregelt.

2.1.2 Produktion

Produktion, oft als Fertigung bezeichnet, ist ein Prozess, bei dem zum Zweck der Erstellung von Gütern die Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Materialien miteinander kombiniert und dabei transformiert werden. Die Menge der in die Produktion eingehenden Produktionsfaktoren wird auch als Input, der Kombinations- und Transformationsprozess an sich als Produktionsprozess bezeichnet. Die hergestellten Güter nennt man Produkte oder auch Output.³⁶

Die elementaren Produktionsfaktoren sollen durch die detaillierte Planung des Bauablaufs und der erforderlichen Logistik derart miteinander kombiniert werden, dass damit das wirtschaftlich optimale Ergebnis sowohl für den Auftraggeber (kurz: AG), als auch für den Auftragnehmer (kurz: AN), erzielt wird.³⁷

Das Produktionsergebnis des Bauprozesses ist ein Bauwerk, das den Ansprüchen des unmittelbaren Nutzers des Bauwerks genügen soll.³⁸

Jedes Bauwerk wird zumeist durch die sogenannte Baustellenfertigung unmittelbar am Ort seiner späteren Nutzung errichtet und stellt in den meisten Fällen eine Einzelfertigung dar. Die Baustellenfertigung erfordert dabei mobile Fertigungsstätten, wobei diese oftmals durch handwerkliche Leistung bestimmt werden. Für diese ist eine exakte Planung der Baustelleneinrichtung erforderlich, weil jeweils andere umwelt- und standortabhängige Produktionsbedingungen vorherrschen. Zudem ist eine Serienfertigung, d. h. die Erstellung gleichartiger Leistungen eines Bauwerks nur sehr begrenzt möglich. Daher ist das Bauen im Vergleich zur stationären Industrie und Herstellung von Konsumgütern lohnintensiv. Die baubetriebliche Herstellung ist auch besonders witterungs- und saisonabhängig.³⁹

Bereits in der Vergangenheit und auch in zahlreichen Versuchen und Pilotprojekten sowie durch den Einsatz technischer Errungenschaften auf materieller Ebene wurde und wird laufend versucht, diesen Problemen der Baustellenfertigung durch eine Vorfertigung in der Werkstatt

³⁶ Vgl. DOMSCHKE, W.; SCHOLL, A.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. S. 85

³⁷ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 12

³⁸ Vgl. LECHNER, H.: Grundlagen der Bauwirtschaftslehre. Skriptum. S. 10

³⁹ Vgl. a.a.O., S. 10

oder in stationären Fertigteilverken entgegenzuwirken. Weitere Rationalisierungen sind durch eine umfassende AV, die zunehmende EDV-Anwendung, d. h. durch eine computergestützte Konstruktion (kurz: CAD), computergestützte Arbeitsplanung (kurz: CAP), computergestützte Fertigung (kurz: CAM), computergestützte Qualitätskontrolle (kurz: CAQ) und durch den Einsatz darauf abgestimmter Maschinen in Fertigteilverken zu erreichen. Hier gibt es nach wie vor zahlreiche Entwicklungen, welche das industrielle Bauen vorantreiben.

Der Holzbau kann aufgrund der umfangreichen Möglichkeiten einer Vorfertigung und der damit verbundenen kurzen Bauzeiten große Vorteile gegenüber klassischen Bausystemen und anderen traditionellen Baustoffen anbieten. Die zugehörigen Lösungen werden über unterschiedliche Vorfertigungsstufen und Fertigungstiefen definiert. Herstellungsprozesse lassen sich rationalisieren und optimieren, überwachte und klar strukturierte Fertigungsabläufe ermöglichen dabei einen kontrollierten und hohen Qualitätsstandard im Holzbau.⁴⁰

Eine zunehmende EDV-Anwendung, d. h. eine intensive Computerunterstützung der Produktionswirtschaft findet auch bereits in der Produktionsplanung und Produktionssteuerung (kurz: PPS) statt. Im Falle einer Automatisierung der Produktion ist ein PPS-System erforderlich. Dieses System erstellt unter Zugriff auf betriebswirtschaftliche Daten aus dem Gebäudemodell die entsprechenden Arbeitspläne und Fertigungsaufträge.



Bild 2.3 Beispiel für eine Fertigungsanlage der Wand- und Dachelemente⁴¹

Die Produktion im Holzbau ist eine Mischung aus teilautomatisierter und manueller Fertigung. Die Arbeitsschritte, die noch manuell durchgeführt werden, sind z. B. bei der Tafelproduktion das Zusammenführen der Rippen, das Aufbringen der Beplankung, die Einbringung von Dämmstoff-

⁴⁰ Vgl. LATTKE, F.: Zukunftsfähig. Holz und Holzstoffe in der energetischen Gebäudemodernisierung. <http://www.proholz.at/zuschnitt/34/zukunftsfahig/>. Datum des Zugriffs: 09.06.2014

⁴¹ HARTL-HAUS: Produktion. http://homaggroupwebapp.homag.de/Medien/HARTL-HAUS-Produktion_25077.jpg. Datum des Zugriffs: 28.02.2015

fen, Sanitärblöcken und Rohren. Die einzelnen Bauteile eines Tafelelementes, wie z. B. Rippen, Platten usw. werden zunächst als Einzelteil hergestellt. Die automatischen Werkzeugmaschinen ermöglichen dabei eine schnelle Bearbeitung bei mindestens gleichbleibender Qualität auch im Falle komplizierter Bauteilgeometrie.⁴²

Für die stabförmigen Holzbauteile wie Balken werden üblicherweise Anlagen eingesetzt, die diese Teile zunächst auf Länge kürzen und weiters Sägen, Fräsen und Bohren durchführen. Die Maschinen können Bretter, Balken, Rund- und Profilhölzer bearbeiten. Die Balken müssen nur eingelegt und nach der Bearbeitung wieder entnommen werden, was zu meist manuell geschieht.

Die Vorbereitung der flächigen Bauteile, wie z. B. Holzwerkstoffplatten, beschränkt sich im Regelfall auf den Zuschnitt. Die Zuschnittanlagen bestehen standardmäßig aus einer Vertikal- oder Horizontalplattensäge und dazugehöriger Werkstückversorgung.⁴³

Im Vergleich zur oben genannten Produktion werden die robusten BSP-Holzbauteile im Holzmassivbau werkseitig meist vollautomatisch bearbeitet. Die Abläufe in einer Abbundanlage sind vollständig automatisiert und erfolgen anhand von CAD-Daten. Die Produktion von Brettsperholz wird genauer im Kapitel 2.2.2 erläutert.



Bild 2.4 Beispiel für Fertighausproduktion mit hohem Vorfertigungsgrad⁴⁴

Da es eine Verkürzung der Produktionszeiten und -kosten bei gleichzeitiger Erhöhung des Qualitätsstandards bedeuten kann, wird versucht, den Automatisierungsgrad bei der Fertigung von Holzbauteilen weiter zu erhöhen. Die Unternehmen werden dadurch in der Lage sein, ihre Pro-

⁴² Vgl. INSTITUT FÜR WERKZEUGMASCHINEN UND FERTIGUNGSTECHNIK UND INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU IBHOLZ: Ökologische Herstellung von Holzhäusern. http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Oekologische_Herstellung_von_Holzhaeusern.pdf. Datum des Zugriffs: 02.12.2014

⁴³ Vgl. INSTITUT FÜR WERKZEUGMASCHINEN UND FERTIGUNGSTECHNIK UND INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU IBHOLZ: Ökologische Herstellung von Holzhäusern. http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Oekologische_Herstellung_von_Holzhaeusern.pdf. Datum des Zugriffs: 02.12.2014

⁴⁴ WOLF SYSTEM: Fertighausproduktion. http://www.wolfssystem.de/var/em_plain_site/storage/images/medien/bilder/deutschland/unternehmen/wolf-system-deutschland/sliderbox/fertighausproduktion/1119798-1-ger-DE/Fertighausproduktion_startpage_sujet.jpg. Datum des Zugriffs: 28.02.2015

dukte bei verbesserter Qualität zu einem geringeren Preis anzubieten. Auf diese Weise wurde jetzt schon die Attraktivität und Akzeptanz der Holzbauweise deutlich erhöht.⁴⁵

Trotz der neuesten technologischen Standards und des möglichen hohen Vorfertigungsgrades gibt es jedoch in der Bauwirtschaft zumeist keine Produktion auf Lager. Mit dem Fertigungsprozess wird erst dann begonnen, wenn dazu ein konkreter Auftrag seitens des Bestellers erteilt wurde. Die Bauunternehmen halten sich für die Ausführung von Bauaufträgen somit bereit. In der Bauwirtschaft ist eine Vorratsfertigung für noch nicht bekannte Abnehmer nicht bekannt. Vor allem aus dem Grund, da nahezu jedes Objekt ein Unikat ist und es wird in der Regel als Unikat individuell geplant. Während der Planung und dem Bauprozess kommt es häufig zu Änderungen des Bauvolumens, weil dem AG Eingriffsmöglichkeiten offen bleiben und Entscheidungen oftmals spät getroffen werden.⁴⁶

Während der Planung, aber auch noch während des Bauablaufs, werden wesentliche Entscheidungen für die Erstellung eines Bauwerks getroffen. Mit steigender Komplexität der Bauabwicklung und erforderlichen Fertigungsverfahren besteht die Forderung nach einer systematischen Vorbereitung der Arbeit. Zudem sind Unternehmen gezwungen, ihre Produkte bzw. Leistungen in kürzerer Abfolge zeit- und kostensparend zu erbringen. Eine planmäßige AV soll einen wirtschaftlichen und störungsfreien Ablauf der Produktion in der Baubranche und in anderen Wirtschaftsbereichen sichern.

2.1.3 Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung ist ein wesentlicher Bestandteil einer Bauabwicklung. Die Tätigkeit der AV im Baubetrieb lässt sich durch die folgenden Prozesse beschreiben:⁴⁷

- Auswahl der Fertigungsverfahren
- Durchführung der Termin- und Ablaufplanung
- Planung der Baustelleneinrichtung und Baustellenorganisation
- Durchführung der Ressourcenplanung
- Erstellung der Arbeitskalkulation.

⁴⁵ Vgl. INSTITUT FÜR WERKZEUGMASCHINEN UND FERTIGUNGSTECHNIK UND INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU IBHOLZ: Ökologische Herstellung von Holzhäusern. http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Oekologische_Herstellung_von_Holzhaeusern.pdf. Datum des Zugriffs: 02.12.2014

⁴⁶ Vgl. LECHNER, H.: Grundlagen der Bauwirtschaftslehre. Skriptum. S. 10-11

⁴⁷ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S.24

Die Planung der Bauausführung hat im engeren Sinn das Ziel eines geordneten und möglichst ungestörten, flüssigen Ablaufs der Baustelle unter Berücksichtigung der technisch-wirtschaftlich optimalen Lösung.⁴⁸

Der Ausschuss für Wirtschaftliche Fertigung in Deutschland (kurz: AWF⁴⁹) definiert die Aufgaben der AV wie folgt:⁵⁰

„Die Arbeitsvorbereitung umfasst die Gesamtheit aller Maßnahmen einschließlich der Erstellung aller erforderlichen Unterlagen und Betriebsmittel, die durch Planung, Steuerung und Überwachung für die Fertigung von Erzeugnissen ein Minimum an Aufwand gewährleisten.“

Dabei hat die AV sowohl planende, als auch steuernde Aufgaben, woraus sich eine Unterteilung in die Bereiche Arbeitsplanung und Arbeitssteuerung ableiten lässt.⁵¹

Das nachfolgende Bild zeigt die Stufen der Definition der AV nach der sogenannten REFA-Methodenlehre⁵².



Indirekte Produktionsbereiche	Entwicklung	
	Konstruktion	
	Arbeitsvorbereitung	... umfasst alle Maßnahmen der methodischen Arbeitsplanung und Arbeitssteuerung mit dem Ziel, ein Optimum aus Aufwand und Arbeitsergebnis zu erreichen.
	- Arbeitsplanung	... umfasst alle einmalig auftretenden Planungsmaßnahmen, welche unter ständiger Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit die fertigungsgerechte Herstellung eines Erzeugnisses sichern.
	- Arbeitssteuerung	... umfasst alle Maßnahmen, die für eine der Arbeitsplanung entsprechende Auftragsabwicklung erforderlich sind.
Direkte Produktionsbereiche	Teilfertigung	
	Montage	

Bild 2.5 Definition der Arbeitsvorbereitung nach REFA-Methodenlehre⁵³

Die Grundlagen für die AV im Baubetrieb können unterteilt werden in:⁵⁴

⁴⁸ Vgl. JODL, H.; OBERNDORFER, W.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. Interdisziplinäre Begriffswelt des Bauens. S. 22

⁴⁹ AWF : Arbeitsgemeinschaft für Wirtschaftliche Fertigung. <http://www.awf.de/>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014

⁵⁰ WARNECKE, H.-J.: Der Produktionsbetrieb 1. Organisation, Produkt, Planung. S. 245

⁵¹ Vgl. NEDEß, C.: Organisation des Produktionsprozesses. S. 220

⁵² REFA-Methodenlehre ist das durch den REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation gelehrtete Methode der Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung. Grundsätzlich besteht diese Methodenlehre aus den Datenerfassungsmethoden. REFA-Beobachtungsmethoden werden im Kapitel 2.3.5 ausführlich beschrieben.

⁵³ Vgl. NEDEß, C.: Organisation des Produktionsprozesses. S. 220

überbetriebliche Grundlagen: Gesetze z. B. das Arbeitnehmer-Innenschutzgesetz (kurz: ASchG) und das Bauarbeitenkoordinations-gesetz (kurz: BauKG), die Verordnungen, wie z. B. die Bauverordnung (kurz: BauV) und die Bauordnung (kurz: BO), die Normen (wie z. B. ÖN B2110, ÖN B2111, ÖN B1801), der Kollektivvertrag⁵⁵ (kurz: KV) z. B. zur Regelung der Arbeitszeit etc., die Österreichische Baugeräteliste (kurz: ÖBGL), etc.

- projektbezogene Grundlagen: die Bauzeit, das Leistungsverzeichnis (kurz: LV), der Ort, die Geometrie, die Infrastruktur, etc.
- unternehmensbezogene Grundlagen: die Qualifikation der Arbeitskräfte, die Geräteausstattung, die Leistungsansätze, etc.

Bei Projektstrukturen mit Generalunternehmeraufträgen werden ausführende Unternehmen in der Regel als Subunternehmer beauftragt. Das Gewerk Holzbau umfasst Holzbauarbeiten wie Tragwerke, Fassade, Innenausbau und die Dacheindeckung mit Dachentwässerung. Die Angebote für Fremdgewerke, wie z. B. Betonarbeiten, Heizungsinstallation, Sanitär, Lüftung, Maler, Trockenbau, Bodenbeläge, Elektroinstallation, Tischlerarbeiten, Fensterbau, Außentüren usw., werden meistens vom Generalunternehmer eingeholt.

Nach der Auftragserteilung erstellt die AV die erforderlichen Unterlagen für die Ausführung eines Auftrages. Zum Ausführungsbeginn im Holzbau sollten bereits folgende Ergebnisse vorliegen:⁵⁶

- die durchdachten Arbeitsabläufe und die Produktionsunterlagen
- der Detailablaufplan in Form eines Balkendiagramms
- die Leistungs-, Termin- und Kostenplanung bezogen auf die Produktion im Werk und Montage auf der Baustelle
- die Materialanfragen und rechtzeitige Bestellungen der benötigten Materialien
- die Werkpläne mit allen Abbund- und Herstellungsmaßnahmen
- die Montagestücklisten und Fertigungstücklisten
- die Organisation der Baustelle sowie Maßnahmen der Unfallverhütung
- der Baustelleneinrichtungsplan

⁵⁴ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 22

⁵⁵ Ein Kollektivvertrag ist ein wesentlicher Bestandteil des Arbeitsrechts.
<https://www.wko.at/Content.Node/Service/Arbeitsrecht-und-Sozialrecht/Kollektivvertraege/kvdb.html>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014

⁵⁶ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 30

- die Angaben zum erforderlichen Personaleinsatz
- das Logistikhandbuch für Transport- und Montagegeräte.

Das Ergebnis als Output eines Prozesses wird in der Regel die Eingabe d. h. Input für einen direkt nachgelagerten Prozess.

Bei großen Baufirmen mit entsprechendem Auftragsvolumen gibt es für die AV meist eine eigene organisatorische Einheit.⁵⁷ In vielen kleineren Unternehmen wird oftmals für die AV relativ wenig Personal mit geringer Zeitressource für die Vorbereitung der Arbeit zur Verfügung gestellt.⁵⁸

Es wird des Öfteren in der Literatur betont, wie wichtig die AV für den positiven Projektverlauf und damit den Unternehmenserfolg ist. Da der erste Einsatz der Arbeitsvorbereitung bereits im Angebotsstadium erfolgen sollte, ist die Tätigkeit der AV eng mit der Kalkulation verbunden. Sofern es keine eigene organisatorische Einheit im Unternehmen gibt, ist meist der Kalkulant der erste Arbeitsvorbereiter. Unterstützt wird er dabei oft vom künftigen Projekt- oder Bauleiter, der hier seine Erfahrungen und Überlegungen für die spätere Ausführung einbringen kann.⁵⁹

Bei einem Projekt im Holzbau wäre dann ein idealer Ablauf gegeben, wenn die gesamte technische Planung bis zur Arbeitsvorbereitung im Holzbaubetrieb von einem Projektleiter durchgeführt wird, der anschließend die Montage beaufsichtigen wird. Da er das Projekt in seiner Komplexität am besten kennt, sollte er auch auftretende Probleme während der Montage umfassend behandeln können. Nach der Lösung des Problems weiß er auch, bei der späteren Abrechnung des Projektes, ob der Fehler in der Planung, Fertigung oder bei der Montage lag.⁶⁰

Wie die Praxis zeigt, verläuft die Realisierung der Projekte im Holzbau unter großem Zeitdruck. Deswegen ist der oben beschriebene Ablauf mit einem Projektleiter wahrscheinlich nur bei kleineren Projekten, bei denen Dokumentations- und Darstellungsaufwand nicht so groß ist, praktisch anwendbar.

In der Praxis zeigt sich ein wesentlicher Einfluss und damit eine hohe Relevanz der Arbeitsvorbereitung und der damit verbundenen Logistik auf den Bauablauf, die Bauzeit und für den Erfolg aller am Projekt direkt oder indirekt beteiligten Parteien. Um eine unmittelbare Quantifizierung des Nutzens einer effizienten AV z. B. durch den Unterschied der Kosten nachzuweisen, ist eine Untersuchung von zwei gänzlich gleichen Bauwerken, einmal mit einer optimalen und einmal mit einer geringen Ar-

⁵⁷ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 27

⁵⁸ Vgl. HOFSTADLER, C.: Verbesserungspotential in der Bauausführung durch gezielte Arbeitsvorbereitung. In: Baumarkt+Bauwirtschaft, 2007. S. 18-23

⁵⁹ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 28

⁶⁰ Vgl. INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU IB HOLZ: Fertigungsprozessauslegung für Holzgroßprojekte. <http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Holzgrossprojekte.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.12.2014

beitsvorbereitung, notwendig. Für einen objektiven Vergleich müssen die zwei gleichartigen Bauwerke unter denselben Baustellenbedingungen parallel ausgeführt werden, was praktisch unrealisierbar erscheint.⁶¹

2.1.4 Logistik

Unter Logistik werden im Allgemeinen alle Tätigkeiten verstanden, die sich auf die Bereitstellung von Gütern in der richtigen Menge und Qualität, zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort, zu den dafür minimalen Kosten beziehen.⁶² Die Aufgaben der Logistik umfassen dabei, außer der notwendigen Beschaffung von Produktionsfaktoren, der Bereitstellung von Zwischenprodukten im Produktionsprozess und der Distribution von fertigen Produkten, auch die Beseitigung bzw. Wiederverwendung, dem Recycling von Abfallstoffen und Altprodukten.⁶³

Die Herstellung von Holzbauprodukten findet meist dezentral, meistens im ländlichen Raum statt. Die Bereitstellung, die Lagerung und der Transport von Gütern gewinnen auf Grund der meistens voneinander entfernteren Standorte der Holzlieferanten, Holzwerkstätten und Produktionsanlagen der Bauteile sowie infolge des wachsenden internationalen Güterausstauschs immer mehr an Bedeutung. Der Grund liegt außerdem in der Konzentration der Unternehmen auf ihre Kernkompetenzen und die damit zusammenhängenden Auslagerungen, dem Outsourcing von Teilaufgaben in einzelne Herstellungsprozesse anderer Unternehmer.

Österreich ist dominierender BSP-Hersteller in Europa. Brettsperrholz entwickelt sich zunehmend von einem innovativen Baustoff für Pilotprojekte zum Massenprodukt.⁶⁴ Die österreichischen Betriebe produzieren Holzelemente wie Konstruktionsvollholz (kurz: KVH), Brettschichtholz (kurz: BSH) und Brettsperrholz (kurz: BSP), aus welchen durch weitere Bearbeitung Halbfabrikate wie Wand- und Deckenelemente oder fertig komplettierte Bauteile, wie Raumzellen inklusive Fassade und Innenbepankung sowie sämtlicher Wasser- und Elektroinstallationen, fertiggestellt werden können.⁶⁵ Die Entwicklung im Holzbau in Richtung hoher Vorfertigung braucht die Unterstützung der Logistik. Die Termsituation bestimmt die Kosten der Herstellung und der Montage.

⁶¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Verbesserungspotential in der Bauausführung durch gezielte Arbeitsvorbereitung. In: Bauprodukt+Bauwirtschaft, 2007. S. 18-23

⁶² Vgl. SCHWARZ, M.: Begleitmaterial zur Vorlesung Logistik (Grundlagen). http://www.breitenbrunn.de/fileadmin/benutzer/benutzer_i/skripte/herr_prof_dr_schwarz/Logistik-Grundlagen_Kapitel_1_.pdf. Datum des Zugriffs: 01.12.2014

⁶³ Vgl. DOMSCHKE, W.; SCHOLL, A.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. S. 135

⁶⁴ Vgl. HOLZBAU AUSTRIA. FACHMAGAZIN FÜR HOLZBAU UND NACHHALTIGE ARCHITEKTUR: Österreichische BSP-Hersteller dominieren. http://www.holzbaustaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=4991&cHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Datum des Zugriffs: 01.03.2015

⁶⁵ Vgl. PROHOLZ: Die Logik der Vorfertigung. <http://www.proholz.at/zuschnitt/50/die-logik-der-vorfertigung/>. Datum des Zugriffs: 15.10.2014

Mit der starken Zunahme des Vorfertigungsgrades verlagert sich in den letzten Jahren und tendenziell auch künftig erkennbar die Arbeit sukzessive von der Baustelle ins Werk. Durch Verlagerung der Arbeiten von der Baustelle in die Werkstatt kann eine höhere Qualität der Produkte sichergestellt werden. Da sich der Standort der Produktionsstätte für die Vorfertigung selten in der näheren Umgebung einer Baustelle befindet, müssen Bauteile oftmals über weite Strecken transportiert werden. Eine entsprechende Arbeitsvorbereitung samt der zugehörigen Logistik sorgt für eine Sicherstellung der rechtzeitigen Verfügbarkeit von Materialien, Produkten und erforderlichen Ressourcen.

Die Verbindungen zwischen den Lieferanten, den Beschaffungslagern, den Betrieben, den Auslieferungslagern und den Kunden repräsentieren ein komplexes Logistiknetzwerk. Innerhalb eines Logistiknetzwerkes erfüllen die Lager mehrere Aufgaben. Sie dienen vor allem dem zeitlichen und mengenmäßigen Ausgleich von Angebot und der Nachfrage und besitzen eine Sicherungsfunktion gegenüber zufälligen Bedarfschwankungen, Lieferverzögerungen oder Produktionsausfällen.

Logistik in der Produktion

Die Produktion der Holzbauteile erfolgt in mehreren Schritten und kann in örtlich getrennten Betriebsstätten stattfinden. In diesem Fall ist der Aufwand bezüglich Lieferungen zwischen den Betrieben sehr hoch. Zusätzlich können zwischen Produktionsschritten unerwünschte Stillstandzeiten entstehen. Im Produktionsprozess werden zwangsläufig Produktivlager, wie z. B. Trocknungslager, gebraucht.⁶⁶



Bild 2.6 Lagerlogistik im Holzbaubetrieb⁶⁷

⁶⁶ Vgl. DOMSCHKE, W.; SCHOLL, A.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. S. 136

⁶⁷ MAYR MELNOF HOLZ: Lagerlogistik. http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Bilder/Image/CF_131483.jpg. Datum des Zugriffs: 02.03.2015

Für den Transport zwischen Bearbeitungsanlagen werden Stapelfahrzeuge, Kräne, Rollförderanlagen und automatischen Fördereinheiten eingesetzt.

Die Produktion der BSP braucht zuverlässige Maschinen. Die Rohplatten aus Brettspertholz werden vom BSP-Produzenten zum Abbundzentrum geliefert und von dort in der richtigen Reihenfolge für die Baustellenanlieferung geordnet.⁶⁸

Beschaffungslogistik

Die Beschaffungslogistik übernimmt für die Produktion im Holzbau die Aufgabe der Verbindung zwischen dem Materiallieferanten, den Holzbauteileherstellern und der Baustelle selbst.

Die Hauptaufgaben der Logistik für die Ausführung der Montage sind die Ermittlung des Bedarfs auf der Baustelle und die Ermittlung der Gesamtzahl der erforderlichen Transporte, sowie die Analyse der zeitlichen Abfolge der Transporte und die zeitliche und räumliche Koordination des Baustoff- und Bauteileflusses einer Baustelle.⁶⁹

Wenn das angebotene Gut, wie z. B. ein BSH-Träger, Brettspertholz-Platten oder vorgefertigte Holzbauteile hergestellt wurde und der Termin zur Montage vor Ort vereinbart ist, wird dieses zur Baustelle meistens mit LKW geliefert. Für die Transporte auf der Baustelle sind Fördermittel mit entsprechender Transportkapazität notwendig. Es wird versucht, die gelieferten Bauteile direkt vom LKW in die endgültige Einbauposition zu heben ohne diese zwischenzulagern und aufwändig zu sichern und zu schützen.



Bild 2.7 Transport von Holzteilen⁷⁰

⁶⁸ Vgl. HOLZKURIER 39/2012: "Nummer 1" für Brettspertholz. http://www.hundegger.de/uploads/media/2012-09_Holz-Kurier_HMS.pdf. Datum des Zugriffs: 01.03.2015

⁶⁹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 12

⁷⁰ o.V.: : Transport. http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2010.12.13/1292257323_1.jpg. Datum des Zugriffs: 02.03.2015

Baustellenlogistik

Am Bau beschäftigt sich die Logistik, hier als Baustellenlogistik bezeichnet, mit der Planung der Transporte innerhalb der Lagerflächen, der Baustelle und des Bauwerks.

Die gelieferten Holzbauelemente und Baustoffe werden gelagert oder direkt bzw. nach erforderlichen Zwischenlagerungen eingebaut. Der Transport auf die Baustelle erfolgt meist horizontal und vertikal mittels speziellen Fördermitteln und Hebegeäten.⁷¹ Der Anzahl an benötigten Geräte muss vorher durch Arbeitsvorbereitung gesichert werden.

Entsorgungslogistik

Die Aufgabe der Entsorgungslogistik ist die Planung und Steuerung des Abtransports von Geräten und Materialien zur nächsten Baustelle und die Entsorgung von Reststoffen. Gesetze im Bereich der Entsorgung fordern die umweltverträgliche Beseitigung von Abfällen. Die üblicherweise in der Produktion der Holzbauteile verwendeten Klebstoffe beinhalten entweder kein Formaldehyd oder nur in so geringen Mengen, die deutlich unter festgelegten Obergrenzen der Formaldehydemission liegen. Zudem ist ein vorbeugender chemischer Holzschutz für die konstruktiven Randbedingungen nicht erforderlich. Ein Großteil des Holzes kann recycelt beziehungsweise energetisch genutzt werden.⁷²

Die Logistik gilt in der Wirtschaft, in der Güter und Dienstleistungen nun oft ausgetauscht werden, als Erfolgsfaktor. Im Falle eines unzureichenden Logistikkonzepts oder fehlender Arbeitsvorbereitung kann es zu Störungen in der weiteren Ausführung kommen. Wenn diese nicht behoben werden, sind Verluste in Bezug auf Kosten, Zeit und Qualität zu erwarten und unausweichlich. Je länger die Behebung oder Minimierung der Störungen dauert, desto größer sind die baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Folgen für die Baustelle.⁷³

2.1.5 Montage

Der Verein Deutscher Ingenieure (kurz: VDI) beschreibt Montieren, in der VDI-Richtlinie 2860:1990 - Montage- und Handhabungstechnik; Handhabungsfunktionen, Handhabungseinrichtungen; Begriffe, Definitionen, Symbole - als die Gesamtheit aller Vorgänge, die dem Zusammenbau von geometrisch bestimmten Körpern dienen. Montage besteht im Kern

⁷¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 13

⁷² Vgl. INFORMATIONSDIENST HOLZ: Herstellung und Eigenschaften von geklebten Vollholzprodukten. Reihe 4. Teil 2. Folge 2. Holzbau Handbuch. S. 33

⁷³ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 14

aus Vorgängen des Fügens und Tätigkeiten des Justierens und Kontrollierens sowie Sonderoperationen wie Markieren, Erwärmen, Kühlen, Reinigen, Entgraten, usw.⁷⁴

Aufgabe der Montage ist es, aus meistens industriell hergestellten Teilen ein Produkt höherer Komplexität mit vorgegebenen Funktionen in einer bestimmten Zeit zusammenzubauen.⁷⁵

Am Beginn der Holzbaumontage sollte:⁷⁶

- der Letztstand der Ausführungspläne vorliegen
- ein realistischer Detailbauzeitplan verfügbar sein
- der Montageablauf festgelegt sein
- falls erforderlich, eine genaue Beschreibung von Arbeitsabläufen vorliegen
- die Elemente der Baustelleneinrichtung vorhanden sein
- der erforderliche Personaleinsatz ermittelt worden sein.

Die Montage ist vom jeweiligen Bausystem und Bauvorhaben abhängig. Die unterschiedlichen Vorfertigungsstufen der Bauelemente bestimmen vielfältige Möglichkeiten der Zusammensetzung. Prinzipiell werden horizontale, vertikale und raumbildende Tragelemente verwendet. Inwieweit sinnvoll der Einbau zusätzlicher Elemente wie Fenster, Fassaden oder Sonderelemente in der Vorfertigung ist, hängt von den spezifischen Anforderungen ab.⁷⁷

Für das Bauen mit Holz werden derzeit meist folgende Vorfertigungssysteme verwendet:

- Modulares Bauen

Bei diesem Bausystem werden in der Planung genormte Elemente als Bauteile oder ganze Raumzellen entwickelt und nach Regeln der Füge- und Verbindungstechnik des Materials zusammengefügt, wodurch das Endprodukt als Modul durch eine Kombination dieser Techniken entsteht. Die Varianz im Entwurf hängt von der Anzahl der verschiedenartigen Grundelemente und deren Kombinationsmöglichkeiten ab.⁷⁸

⁷⁴ Vgl. LOTTER, B.; WIENDAHL, H.-P.: Montage in der industriellen Produktion. S. 2

⁷⁵ Vgl. WARNECKE, H.; LÖHR, H.-G.; KIENER, W.: Montagetechnik: Schwerpunkt d.Rationalisierung (Buchenreihe Produktionstechnik heute; Bd.7).

⁷⁶ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 31

⁷⁷ Vgl. LATTKE, F.: Zukunftsfähig. Holz und Holzstoffe in der energetischen Gebäudemodernisierung. <http://www.proholz.at/zuschnitt/34/zukunftsaehig/>. Datum des Zugriffs: 09.06.2014

⁷⁸ Vgl. BAUGENIAL: Schwerpunkt Technologie und Bautechnik. Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus. http://baugenial.at/itrfile/_1_/81a4dc9c77ae4d80325e0d64b5699c41/BAU.GENIAL_Schwerpunkt%20Bautechnik.pdf. Datum des Zugriffs: 15.10.2014

- Individuelle Vorfertigung

Im Unterschied zum modularen Bausystem geht die individuelle Vorfertigung immer von einem individuell entworfenen Objekt aus. Ein Gebäude wird in rationell vorfertigte Elemente wie Wand-, Decken- und Dachelemente zerlegt. Diese einzelnen Elemente werden vorzugsweise werkseitig vorgefertigt. Anschlussdetails resultieren aus den baustoff- oder bauweisenspezifischen Füge- und Verbindungen. Die Kriterien für maximale Transportgrößen und rasche Montageabläufe sind maßgebliche architektonische Randbedingungen im Entwurf.⁷⁹

- Serielles Bauen

Seriell Bauen ist die Weiterführung des modularen Bauens bezogen auf ganze Gebäudeeinheiten wie z. B. den Reihenhausbau. Individualisierung der einzelnen Häuser findet nur noch im Innenausbau, in der Differenzierung der Oberflächen durch Materialien, Farbe, Struktur und durch die Addition optionaler Gebäudeelemente wie z. B. Balkone, Wintergärten, Rankgerüste etc. statt.⁸⁰

Auf Grundlage sich wiederholender Grundelemente bei Bauteilen und Nutzungseinheiten können ebenfalls die produktionstechnischen, montagetchnischen und wirtschaftlichen Vorteile des seriellen Bauens genutzt werden. Auf Bauteilebene können Serien beispielsweise im Bereich von Treppen, Wandtafeln, Fassadenelementen und ganzen Deckenfeldern geplant werden. Im Vergleich dazu bieten sich multiplizierbare Nutzungseinheiten bei Sanitärzellen oder Treppenhäusern an.

Mit der Steigerung des Vorfertigungsgrades steigt der Anspruch an die Präzision der Arbeit. Wichtig ist hier der Umgang mit Toleranzen und Ausgleichsmöglichkeiten. Die Arbeit wird durch moderne Messtechnik unterstützt, die präzise Daten während der Montage liefert.

Während der Holzbaumontage werden Bauteile wie Schwellen, Innen- und Außenwände, Träger, Stützen, Decken- und Dachelemente einzeln montiert. Die Elementverbindungen lassen sich üblicherweise mittels Schrauben (und eventuell Nägeln) schnell und zuverlässig ausführen. Je nach Bauweise (Holzrahmenbauweise, Skelettbauweise, Massivholzbauweise etc.) unterscheiden sich die Anforderungen für die Montagestöße von statisch relevanten Tragstrukturen über den einfachen Anschluss von Ausfachungen bis hin zur Erfüllung von bauphysikalischen Erfordernissen (Brand-, Schall- und Wärmeschutz, Feuchtigkeitsschutz,

⁷⁹ Vgl. BAUGENIAL: Schwerpunkt Technologie und Bautechnik. Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus.
http://baugenial.at/itrfile/_1_/81a4dc9c77ae4d80325e0d64b5699c41/BAU.GENIAL_Schwerpunkt%20Bautechnik.pdf.
 Datum des Zugriffs: 15.10.2014

⁸⁰ Vgl. a.a.O.

Luftdichtheit). Zusätzlich werden gewisse Abstände zwischen Stößen entsprechend geplant.

Im Massivholzbau werden für die Montage vor allem Kräne eingesetzt. Erfordernisse für die Montage mit dem Kran werden genauer im Kapitel 2.5 und Montagedetails in der Brettsperrholzbauweise werden im Kapitel 2.2.4 näher erläutert.

Unabhängig von der verwendeten Bauweise kommen durch die Vorfertigung von Bauelementen unterschiedliche Bausysteme im Holzbau zum Einsatz. Ein System definiert dabei die Zusammenhänge und Verbindungen der einzelnen Elemente innerhalb einer geometrischen Ordnung. Aus dieser Ordnung entsteht eine sogenannte Baustruktur.⁸¹

Das Bauwerk ist das Ergebnis der Zusammenführung aller bautechnischen Maßnahmen zu einer funktionierenden Einheit, die allen vorher formulierten Anforderungen entspricht.⁸²

Entwicklungen am Markt stellen an die Montage immer wieder neue Anforderungen, wie z. B. neue, innovative Produkte und Dienstleistungen. Der Kunde verfügt oft über hohes Fachwissen und fordert Informationen über das Produkt und seine Herstellung in jeder Phase der Akquisition. Der Preis und die Qualität sind nach wie vor die Hauptkriterien für den Kauf eines Produktes. Daher ist eine kostengünstige und flexible Montage auf hohem Qualitätsniveau die Grundvoraussetzung für ein marktfähiges Produkt. Eine flexible und marktorientierte Montage zeichnet sich durch kurze Reaktions- und Anpassungsfähigkeit sowie wirtschaftliche, termingerechte Leistungserbringung in der gewünschten Qualität, zum zugesagten Preis aus.⁸³

Das Ende der Montage führt zum Ende der Bauausführung und in der Regel beginnt nach der Bauabnahme die Nutzung.

2.1.6 Übernahme

Unter der Übernahme der Bauleistung ist die Hinnahme des Bauwerkes in die Verfügungsmacht des Auftraggebers (kurz: AG) sowie die Anerkennung, dass die Unternehmerleistung erbracht ist und das Bauwerk entsprechend dem Vertrag errichtet wurde.⁸⁴

Mit der Übernahme geht die Gefahr von Zerstörung und Beschädigung des Bauwerkes an den Auftraggeber über und beginnt die Gewährleis-

⁸¹ Vgl. HOFMANN, A.: Analyse technischer und wirtschaftlicher Aspekte der Holz-Massivbauweise mit Brettsperrholz. Diplomarbeit. S. 6

⁸² Vgl. a.a.O., S. 30

⁸³ Vgl. WESTKÄMPER, E. et al.: Montageplanung - effizient und marktgerecht. S. 5

⁸⁴ Vgl. KROPIK, A.; HEEGEMANN, I.: Know-how am Bau. Die Übernahme der Bauleistung. Merkblatt. S. 1

tungsfrist zu laufen. Die Übernahme der vereinbarten Bauleistung ist im Allgemeinem Bürgerlichen Gesetzbuch (kurz: ABGB) und in der ÖNORM B 2110 geregelt.

Die „Übernahme“ wird auch als „Übergabe“ bezeichnet - zwischen diesen Begriffen besteht kein Unterschied. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird häufig der Begriff „Abnahme“ verwendet, jedoch in der Praxis unter Abnahme nur die Überprüfung auf ordnungsgemäß erbrachte Leistung wie z. B. Abnahme der Bewehrung, zu verstehen ist. Bei der Abnahme werden die Folgen einer Übernahme nicht in Kraft gesetzt.⁸⁵

Der Auftraggeber kann die vom Auftragnehmer (kurz: AN) erbrachten Leistungen selbst übernehmen oder kann sich von anderen Personen vertreten lassen. Eine Übernahme kann ein örtliche Bauaufsicht⁸⁶ (kurz: ÖBA) oder ein bevollmächtigten Sachverständiger für den Bauherrn durchzuführen. Eine Übernahme durch eine nichtbevollmächtigte Person ist unwirksam.

In der Bauwirtschaft findet zunehmende Spezialisierung und Konzentration auf die Kernkompetenzen statt. Bezüglich der Vergabe von Bauleistungen zeichnet sich jedoch ein Trend zum Generalunternehmen ab. Der Auftraggeber erwartet sich nur einen Ansprechpartner und somit einen Verantwortlichen für die Abwicklung des Bauvertrages zu haben.⁸⁷ In der Brettsperrholzbauweise wird Montage von Holzbauunternehmen selbst errichtet und die restlichen Gewerke werden von anderen (Sub-) Unternehmen ausgeführt. Falls der Holzbaubetrieb als Subunternehmen eines GU-s beauftragt wurde erfolgt die Übergabe des Holzbaubjektos nicht direkt an den Bauherrn sondern an den Generalunternehmer.

Abnahmen der einzelnen Holzbauleistungen sollten nicht nur in der letzten Phase eines Projektes, sondern auch laufend parallel zum Montageablauf durch Inaugenscheinnahme erfolgen. Eventuell vorhandene Mängel sind dabei festzustellen und schriftlich zu dokumentieren. Dies erfolgt im Rahmen einer gemeinsamen Begehung der Baustelle.⁸⁸

Die erbrachten Leistungen sind auf Vollständigkeit zu überprüfen und im Übernahme-/ Übergabeprotokoll schriftlich zu bestätigen. Zugleich werden alle erforderlichen Unterlagen, wie z. B. die Auflistung der Gewährleistungsfristen und Prüfprotokolle zu übergeben. Werden jedoch während der Baubesichtigung Mängel festgestellt, sind diese vom Holzbauunternehmen zu beseitigen und erst danach sind die betroffenen Montageleistungen zu übernehmen. Gerügte Mängel müssen nach Ort und Art

⁸⁵ Vgl. KROPIK, A.; HEEGEMANN, I.: Know-how am Bau. Die Übernahme der Bauleistung. Merkblatt. S. 1

⁸⁶ Die Örtliche Bauaufsicht überwacht, als örtliche Vertretung die Interessen des Bauherrn und die vertragsgemäße Herstellung des Bauwerkes, erfüllt jedoch nicht die Obliegenheit der Oberleitung, der Bauführung bzw. Bauleitung.

⁸⁷ Vgl. HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. S. 67-69

⁸⁸ Vgl. LECHNER, H.: Grundlagen der Bauwirtschaftslehre. Skriptum. S. 113

des Mangels beschrieben werden und sind in einem Protokoll schriftlich festzuhalten. Die Einwände und die Meinungsverschiedenheiten müssen ebenfalls schriftlich ins Protokoll aufgenommen werden. Danach wird entschieden, wie und auf wessen Kosten der Mangel beseitigt wird.⁸⁹

Bei der Übernahme wird geprüft, ob die Leistung den vertraglichen Vereinbarungen entspricht und wenn dieses der Auftraggeber dem Auftragnehmer bestätigt, gilt der Vertrag als erfüllt.

In diesem Kapitel wurden die wichtigsten Arbeitsprozesse vorgestellt: Planung, Produktion, Arbeitsvorbereitung, Logistik, Montage und Übernahme. Mit steigender Komplexität des Bauablaufs besteht das Verlangen nach einer detaillierten Planung und systematische Vorbereitung der Arbeit. Die Aufgabe des Bauens muss geplant, festgelegt, gesteuert und überwacht werden. Um diesen Bauprozess wirtschaftlich durchführen zu können ist auch die Beobachtung der wechselnden Arbeitsbedingungen im Betrieb und auf der Baustelle notwendig.

⁸⁹ Vgl. HECK,D; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. S. 339

2.2 Brettsperrholzbauweise

Die Herstellung von Brettschichtholz und das Abgehen vom geometrisch begrenzten Vollholzbalken verhalfen zur Erweiterung der konstruktiven Möglichkeiten des Holzbaus. Der ingenieurmäßige Holzbau wurde durch die Entwicklung neuer mechanischer Verbindungstechniken und industrieller Methoden der Herstellung verstärkt.⁹⁰

Dieses Kapitel über Brettsperrholzbauweise behandelt folgende Themen: Produktion, Logistik und Montage der BSP-Bauteile. Neben den technischen Eigenschaften von verwendetem Holz-Rohmaterial und der Brettsperrholzplatten wird dessen Produktion und die dazugehörige Logistik näher beschreiben. Zudem wird ein Überblick über derzeit in der BSP-Bauweise eingesetzte Montage- und Verbindungstechnik gegeben.

2.2.1 Allgemeine technische Grundlagen

Brettsperrholz (kurz: BSP) ist der Überbegriff für im Bauwesen verwendetes massives flächiges Holzprodukt. Am Markt befinden sich mehrere Hersteller des Produktes und es gibt mehrere Bezeichnungen wie Kreuzlagenholz (kurz: KLH), X-Lam, Dickholz sowie englische Cross Laminated Timber (kurz: CLT), welche gleichzeitig Firmenbezeichnungen sind.⁹¹

Brettsperrholz wird industriell hergestellt und sein prinzipieller Aufbau ist, unabhängig von der Herstellerbezeichnung, immer identisch.⁹²



Bild 2.8 Prinzipieller Aufbau von Brettsperrholz aus Brettlamellen⁹³

⁹⁰ Vgl. RUG, W.: 100 Jahre Holzbautechnik. In: Bauen mit Holz, 3/2003. S. 28

⁹¹ Vgl. PFALLER, C.: Experimentell und theoretische Betrachtung verklebte Holz-Holz-Verbindungen am Beispiel von Freiformflächen in Brettsperrholz. Masterarbeit. S. 7

⁹² Vgl. HAAS FERTIGBAU GMBH: Profilhandbuch für Brettsperrholz Timbory. http://timbory.com/download/C50559c66X141e5856467X5b8e/Timbory_ProfiBuch_download.pdf. Datum des Zugriffs: 19.11.2014

BSP-Produkt ist eine Massivholztafel für tragende Anwendungen und wird als Platten- oder Scheibenelement eingesetzt. Es besteht aus mindestens drei, i.d.R. rechtwinklig zueinander verklebten Lagen aus gehobelten Brettlamellen. Dieser Aufbau unterscheidet sie von Brettschichtholz (kurz: BSH), bei dem die Lagen längs zur Faser angeordnet sind.⁹⁴

Das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Brettsperrholzplatten sind sägeraue Bretter, die vierseitig gehobelt werden. Sie werden aus trockenem Nadelholz als Rohmaterial für die Einzellagen verwendet. Meistens werden Holzarten wie Fichte, Kiefer, Lärche und Tanne verarbeitet. Vornehmlich werden schmale Bretter aus den Randzonen des gesägten Baumstammes verwenden. Diese sogenannte Brettseitenware gilt wegen ihrer eingeschränkten Verwendungsmöglichkeiten, als minderwertiges Schnittholz, weist jedoch die besten Eigenschaften bezüglich Steifigkeit und Festigkeit auf.^{95 96}

Die Abmessungen von Brettsperrholz, wie auch vom Brett als Ausgangsprodukt, sind derzeit nicht einheitlich. Die Breite der Einzelbretter von BSP-Tafeln beträgt normalerweise 80 bis 240 mm, die Dicke 10 bis 35 mm. Die wesentlichen Abmessungen gemäß den Europäischen Technischen Zulassungen sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.⁹⁷

Tabelle 2.2 Standardabmessungen und Extremwerte von Brettsperrholz und dafür verwendete Bretter⁹⁸

Beschreibung	Einheit	Standard	möglich / Anmerkung
Brett			
Brettdicke	[mm]	25 - 40	10 - 45
Brettbreite	[mm]	80 - 240	40 - 300
Verhältnis Breite/Dicke	[-]	≥ 4:1	Unterschreitung mit Entlastungsnuten ¹⁾
Brettsperrholzelement			
BSP Dicke	[mm]	75 - 160	36 - 350
BSP Breite	[m]	1,25; 3,00	bis 4,80
BSP Länge	[m]	13,00	bis 24,00
Anzahl der Brettlagen	[-]	3 - 9	bis 25
1) Vor der Flächenpressung während der Flächenverklebung werden Brettlamellen mit Entlastungsnuten versehen, um damit die Querbiege- und Torsionssteifigkeit zu reduzieren und die zu verklebenden Flächen dennoch dichter aneinander zu bringen			

⁹³ Vgl. a.a.O.

⁹⁴ Vgl. STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU. INFORMATIONSVEREIN HOLZ: Brettsperrholz (BSP oder X-Lam). http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/mn_45160. Datum des Zugriffs: 20.06.2014

⁹⁵ Vgl. HOFMANN, A.: Analyse technischer und wirtschaftlicher Aspekte der Holz-Massivbauweise mit Brettsperrholz. Diplomarbeit. S. 50

⁹⁶ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Die Holzmassivbauweise am Beispiel von Brettsperrholz. <http://www.proholz.at/forschung-technik/werkstoffportraits/die-holzmassivbauweise-am-beispiel-von-brettsperrholz/>. Datum des Zugriffs: 19.11.2014

⁹⁷ Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPhandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. C-17

⁹⁸ Vgl. a.a.O., S. C-17

Die Herstellung von Brettsperrholz wird typischerweise in drei-, fünf- oder sieben Lamellenschichten ausgeführt. Dabei ergeben sich Elementstärken zwischen 57 und 400 mm. Die Abmessungen der BSP-Produkte variieren zwischen den Herstellern und betragen von 2,4 bis 3,0 m in der Breite und von 12,0 bis 20,0 m in der Länge.⁹⁹

Eine Vielzahl von Plattenaufbauten ist durch unterschiedliche Kombinationen von Längs- und Querlagen eines BSP-Elementes möglich. Damit können entsprechende statisch-konstruktive und brandschutztechnische Anforderungen erfüllt und optimiert werden. Die Größe und Form der BSP-Elemente wird durch eingeschränkte Vorgaben der Normen und Richtlinien hinsichtlich Produktion, Transport und Montage bestimmt.¹⁰⁰

Brettsperrholz ist ein innovatives Produkt. Ein Nachweis für die Erfüllung der Anforderungen an alle innerhalb der EU vertreibbaren Bauprodukte (sog. wesentliche bzw. Grundanforderungen) liegt in der Erbringung eines Konformitätsnachweises bzw. einer Leistungserklärung durch den Hersteller¹⁰¹ gemäß einer Produktnorm oder kann über eine allgemeine (nationale) bauaufsichtliche Zulassung für Bauprodukte und Bausätze (kurz: abZ) und eine Europäische Technische Zulassung (kurz: ETZ bzw. englisch: European Technical Approval, kurz: ETA) definiert werden. Als technische Bewertungsstelle, sog. Zulassungsstelle gilt z. B. in Österreich das Österreichische Institut für Bautechnik (kurz: OIB¹⁰²) und in Deutschland das Deutsche Institut für Bautechnik (kurz: DIBt¹⁰³).¹⁰⁴

Für die Technischen Zulassungen in Europa wurde auf der Grundlage der Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG) die Europäische Organisation für Technische Bewertung (englisch: European Organisation for Technical Assessment, kurz: EOTA) gegründet.

Bauprodukte, für die noch keine harmonisierten technischen Spezifikationen vorliegen und die somit nicht CE-gekennzeichnet¹⁰⁵ wurden (kurz: Baustoffliste ÖA)¹⁰⁶, können nach Erfüllung der Mindestanforderungen

⁹⁹ Vgl. TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau. Fokus Bauphysik. Planungsbroschüre. S. 3

¹⁰⁰ Vgl. SCHICKHOFER, G.: Die Holzmassivbauweise am Beispiel von Brettsperrholz. <http://www.proholz.at/forschung-technik/werkstoffportraits/die-holzmassivbauweise-am-beispiel-von-brettsperrholz/>. Datum des Zugriffs: 19.11.2014

¹⁰¹ STÖRRLEIN, K.-H.: Die europäische Bauproduktenverordnung. In: Impulse / LGA Materialprüfungsamt, 1/2011. S. 12

¹⁰² ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: Kennzeichnung und Zulassung von Bauprodukten. <http://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten>. Datum des Zugriffs: 06.03.2015

¹⁰³ DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: Zulassungen für Bauprodukte und Bauarten. <https://www.dibt.de/de/Zulassungen/Zulassungen.html>. Datum des Zugriffs: 20.11.2014

¹⁰⁴ Vgl. HAAS FERTIGBAU GMBH: Profilhandbuch für Brettsperrholz Timbory. http://timbory.com/download/C50559c66X141e5856467X5b8e/Timbory_ProfiBuch_download.pdf. Datum des Zugriffs: 19.11.2014

¹⁰⁵ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG: CE-Kennzeichnung. <http://www.din.de/cmd?level=tpl-unterrubrik&menuid=47421&cmsareaid=47421&menuubricid=47429&cmsrubid=47429&menubrubid=47435&cmssubrubid=47435>. Datum des Zugriffs: 25.10.2014

¹⁰⁶ ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: Die Baustofflisten ÖA und ÖE. <http://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/baustofflisten>. Datum des Zugriffs: 25.10.2014

des Übereinstimmungszeugnisses Austria¹⁰⁷ (kurz: ÜA-Zeichen¹⁰⁸) mit dem Einbauzeichen bewertet werden. Die Abbildung stellt ein Beispiel für die CE- und ÜA-Kennzeichnung von BSP-Elementen dar.



Bild 2.9 Beispiel eines Einbauzeichens ÜA (abZ) und CE-Zeichens (ETA) für ein zugelassenes BSP-Produkt¹⁰⁹

Der nachfolgenden Tabelle sind die zum derzeitigen Zeitpunkt in Deutschland anwendbaren nationalen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen des DIBt bzw. die europäisch technischen Zulassungen der EOTA für Brettsperrholzprodukte zu entnehmen.

Tabelle 2.3 Gültige Zulassungen von Brettsperrholz (Stand: 29.05.2014)¹¹⁰

Firma	Zulassungsnummer	Gültigkeit
Merk Timber GmbH	Z-9.1-501	31.01.2014
	ETA-10/0241	03.07.2019
Stora Enso Timber	ETA-08/0271	27.04.2014
	Z-9.1-559	13.01.2017
Lignotrend AG	Z-9.1-555	25.06.2018
	ETA 09/0211	29.11.2015
Eugen Decker	Z-9.1-721	25.09.2018
Stephan Holzbau GmbH	Z-9.1-793	14.06.2016
W. u. J. Derix	ETA-11/0189	10.06.2016
Merkle Holz GmbH	ETA-11/0210	05.07.2016
Binderholz GmbH	ETA-06/0009	20.12.2016

¹⁰⁷ INSTITUT FÜR BRANDSCHUTZTECHNIK UND SICHERHEITSFORSCHUNG : ÜA-Kennzeichnung. <http://www.ibs-austria.at/de/unsere-leistungen/inspektionsstelle-bauprodukte/uea-kennzeichnung.html>. Datum des Zugriffs: 30.10.2014

¹⁰⁸ ÜA-Kennzeichnung für wird für einzelne Elemente erfasst (für den Wohnbau und für solche Gebäude, die dem längeren Aufenthalt von Personen dienen)

¹⁰⁹ Vgl. INFORMATIONSDIENST HOLZ: Bauen mit Brettsperrholz. Planen und Bauen mit Brettsperrholz. Reihe 4. Teil 6. Folge 1. Handbuch Holzbau. S. 9

¹¹⁰ STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU. INFORMATIONSVEREIN HOLZ: Gültige Zulassungen. http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/gueltige-zulassungen/mn_45182. Datum des Zugriffs: 20.11.2014

Im Holzbau gilt für Brettsperrholz eine nationale und europäische Produktnorm, die ÖNORM EN 16351: 2012-01-01¹¹¹. Diese Norm enthält die Festlegungen zur Konformitätsbewertung und Kennzeichnung von Brettsperrholzprodukten und legt die Leistungsanforderungen und die Mindestanforderungen an die Herstellung der Brettsperrholzprodukte (BSP und BSP mit Universal-Keilzinkenverbindung) zur Verwendung im Hochbau und im Brückenbau fest.¹¹² Zudem enthält sie einen Vorschlag für herstellerfreie Formulierungen in Ausschreibungstexten, in welchen außer der Gesamtstärke des BSP-Produktes auch die Stärke einzelner Lamellen angegeben wird. Die Bezeichnung der Lagen wird mit dem Buchstaben „l“ für Längslagen, was der Längsrichtung (engl: longitudinal direction) entspricht und dem Buchstaben „w“ für die Querrichtung (engl.: width direction) d. h. für die Breitenrichtung angegeben.

Die folgende Darstellung zeigt ein Beispiel für den Aufbau und die dazugehörige Bezeichnung des BSP-Elementes mit der Produktbezeichnung des Herstellers, der Elementstärke und dem Elementaufbau.¹¹³

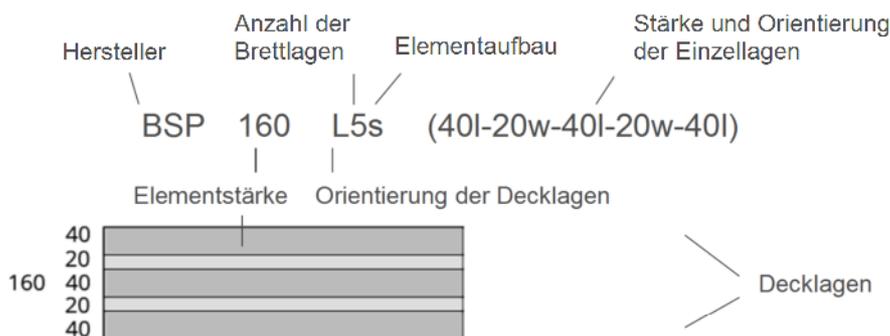


Bild 2.10 Bezeichnungsschema für den Aufbau von Brettsperrholz-Elementen

Die Decklagen der Elemente werden längs oder quer zur langen Elementseite orientiert. Diese möglichen Orientierungen werden entsprechend mit „L“ bzw. „DL“ und mit „Q“ bzw. „DQ“ bezeichnet. Elemente vom Typ L werden typischerweise als Dach- und Deckenelemente und Elemente vom Typ Q als Wandelemente eingesetzt.¹¹⁴



Bild 2.11 Herstellungsbedingte Orientierung der Decklagen eines BSP-Elementes¹¹⁵

¹¹¹ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM EN 16351: Holzbauwerke - Brettsperrholz - Anforderungen. ÖNORM. S.

¹¹² Vgl. BAUDATENBANK: ÖNORM EN 16351. <http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=409789>. Datum des Zugriffs: 17.09.2014

¹¹³ Vgl. WALLNER-NOVAK, M.; KOPPELHUBER, J.; POCK, K.: Brettsperrholz Bemessung. Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Publikation. S. 16

¹¹⁴ Vgl. a.a.O., S. 16

Für die Produktion verwendetes Bauholz wird entsprechend folgenden Normen klassifiziert:

- ÖNORM B 3802-2: 2015-01-15¹¹⁶ - Sortierung abhängig von Umgebungsbedingungen und Gefährdung durch Insekten, Pilze, Wasserkontakt nach Gebrauchsklassen (kurz: GK): GK 0 bis GK4
- ÖNORM EN 460: 1994-08-01¹¹⁷ - aufbauend auf Gebrauchsklassen Zuordnung der Dauerhaftigkeitsklassen für verbautes Holz: sehr dauerhaft, dauerhaft, mäßig dauerhaft, wenig dauerhaft, nicht dauerhaft, wobei meistens die natürliche Dauerhaftigkeit ausreichend ist
- ÖNORM EN 1995-1-1: 2014-11-15¹¹⁸ - Gliederung der Nutzungsklassen (kurz: NKL) in die Bereiche 1 bis 3: Trocken-, Feucht-, Außenbereich, wobei BSP-Produkte für Außenbereich nicht zugelassen sind
- ÖNORM EN 338: 2013-10-01¹¹⁹ - Festlegung der Festigkeitsklassen unter anderem für Nadelholz: C16, C24 und C30
- ÖNORM DIN 4074-1: 2012-09-01¹²⁰ - Zuordnung zu Sortierklassen für visuelle Sortierung: S7, S10, S13 und maschinelle Sortierung: MS7, MS10, MS13
- ÖNORM EN 1912: 2013-10-15¹²¹ - gibt visuelle Festigkeitsklassen, Holzarten und deren Herkunft an und legt die Festigkeitsklassen nach EN 338 fest, denen sie zugeordnet sind. Bei der visuellen Sortierung wird das Schnittholz nach sichtbaren Merkmalen, wie z. B. Baumkante, Äste, Risse, Verfärbung, Insektenfraß und Mistelbefall beurteilt.
- Die oben genannten Klassifizierungen dienen dem Hersteller für fehlerfreie Verwendung des Baustoffs Holz in der Produktion der BSP-Elemente, für die Realisierung der wirtschaftlichen und ökologischen Voraussetzungen im Holzbau und dem Fachplaner zur Erreichung eines durchdachten konstruktiven Einsatzes der BSP-Produkte im Bauwesen sowie dem Holzschutz.

¹¹⁵ Vgl. a.a.O., S. 16

¹¹⁶ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 3802-3: Holzschutz im Bauwesen - Teil 3: Chemischer Schutz des Holzes. Norm. S.

¹¹⁷ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: 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 Gefährdungsk. Norm. S.

¹¹⁸ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: 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). ÖNORM. S.

¹¹⁹ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 338: Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen. Norm. S.

¹²⁰ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM DIN 4074-1: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz. Norm. S.

¹²¹ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 1912: Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen - Zuordnung von visuellen Sortierklassen und Holzarten (konsolidierte Fassung). Norm. S.

2.2.2 Produktion

Brettsperrholzprodukte werden derzeit vornehmlich aus Nadelholz (Fichtenholz) hergestellt. Für Sonderfälle – aus ästhetischen oder mechanischen Gründen – können weitere Holzarten wie Lärche, Douglasie oder Laubholzarten zum Einsatz kommen.¹²²

Das Ausgangsmaterial für Brettsperrholz sind keilgezinkte Brettlamellen, welche vorerst über eine Zeitdauer von 48 Stunden, bei einer Temperatur von 55 °C auf eine Holzfeuchte von etwa 12 % getrocknet werden. Die danach vorgehobelten Bretter werden zu Einzelschichten zusammengefügt und miteinander verklebt.

Die Herstellung einer Brettsperrholzplatte erfolgt an mehreren Stationen und besteht aus folgenden Produktionsschritten:^{123 124}

- Sortierung und Herauskappen von Ästen und Fehlstellen

In der Regel werden die vorgehobelten getrockneten Bretter visuell oder maschinell nach Festigkeit sortiert. Dabei entdeckte Brettabschnitte mit festigkeitsmindernden oder unansehnlichen Wuchsabweichungen wie z. B. große Äste, Harzgallen und Rindeneinschlüsse werden je nach Festigkeits- und Oberflächenklasse ggf. ausgekappt. Durch das Abschneiden von großen Ästen und lokalen Fehlstellen wird das gesamte Brett auf eine höhere Sortierklasse angehoben.



Bild 2.12 Sortierung der vorgehobelten Brettlamellen¹²⁵

- Keilzinkung

Durch eine fingerförmige, kraftschlüssige Keilzinken-Kleber-Verbindung werden die einzelnen Bretter in Längsrichtung endlos ge-

¹²² Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. C-4

¹²³ Vgl. HAAS FERTIGBAU GMBH: Profilhandbuch für Brettsperrholz Timbory. http://timbory.com/download/C50559c66X141e5856467X5b8e/Timbory_ProfiBuch_download.pdf. Datum des Zugriffs: 19.11.2014

¹²⁴ Vgl. STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU. INFORMATIONSVEREIN HOLZ: Herstellung von Brettsperrholz. http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/herstellung/mn_45176. Datum des Zugriffs: 20.11.2014

¹²⁵ o.V.: : Sortierung. http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2008.07.02/1215003704_1.jpg. Datum des Zugriffs: 23.02.2015

stoßen und auf eine einheitliche Dicke gehobelt. Ungezinkte Bretter können nur für kleine Brettsperrholzelemente verwendet werden.

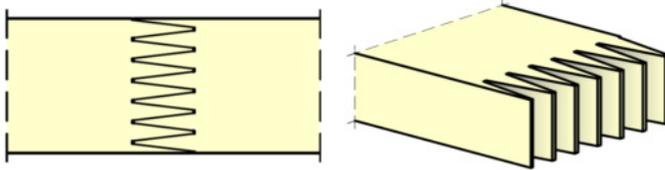


Bild 2.13 Keilzinkenverbindung ¹²⁶

- Fügen zu Einzelschichten

Die endlosen Lamellen werden auf die jeweilig erforderlichen Längen abgekappt. Zunächst wird eine komplette Schicht mit Brettlamellen gelegt. Auf die Breitseiten der Lamellen wird Klebstoff durch ein mobiles Beleimungsportal aufgetragen und danach werden weitere Lamellenlagen aufeinander gelegt. Die Klebstoffugen sind sehr dünn – der Klebstoffanteil am fertigen Produkt beträgt weniger als 1 %. Der Aufbau besteht aus mindestens drei kreuzweise angeordneten Brettlagen bis zu 27 Lagen, von denen einige Lagen faserparallel zueinander verlaufen dürfen.



Bild 2.14 Fügen zu Einzelschichten und Beleimungsportal ^{127 128}

¹²⁶ BILDUNGSZENTRUM DES ZIMMERER- UND AUSBAUWERBES: Zeichnungen zur DIN 1052. http://www.holzbau-kompetenzzentren.de/uploads/media/TP_II-Zeichnungen_DIN_1052.pdf. Datum des Zugriffs: 15.09.2014

¹²⁷ o.V.: : Fügen zu Einzelschichten. http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2011.05.23/1306155116_1.jpg. Datum des Zugriffs: 23.02.2015

¹²⁸ HASSLACHER NORDICA TIMBER: Beleimungsportal. <http://www.hasslacher.at/holzwerkstoffe/brettsperrholz/>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015

Derzeit werden für die Produktion von Brettsperrholz zwei normativ geregelte Klebstofffamilien verwendet: Aminoplaste (Formaldehydklebstoffe) und die einkomponentigen Polyurethanklebstoffe. Die Klebstoffe unterliegen ihren Verarbeitungsrichtlinien bezüglich Klebstoffauftragsmenge, Pressdruck, Holzfeuchte, Verarbeitungstemperatur, Aushärtezeit usw.

- Schmalseitenverklebung

Für Sicht-Längslagen, welche meistens bei Decken und Dachelementen vorkommen, werden die Bretter mit Keilzinkenverbindung an den Schmalseiten verklebt.

- Flächenverklebung und eventuell Schmalseitenpressung

Der Pressdruck wird herstellerepezifisch aufgebracht. Aus Anforderungen an Klebstoffe entwickelte sich für die Flächenverklebung der Mindestpressdruck von 0,6 N/mm² bis 0,8 N/mm².

In der Regel wird die Pressung hydraulisch aufgebracht. Es ist eine möglichst geringe Zeitdauer zwischen Hobeln und Flächenpressung zu wählen, um Brettkrümmungen vorzubeugen. Als allgemeine Regel wird eine Zeitspanne von maximal 24 Stunden eingehalten.¹²⁹



Bild 2.15 Hydraulische Presse¹³⁰

Eine zweite Möglichkeit den Flächendruck aufzubringen ist die Vakuumtechnik. Für die Herstellung von Einschichtplatten wird ein Sonderverfahren mit Klammerpressung zugelassen. Jedoch steigen mit sinkendem Pressdruck die Anforderungen an das Ausgangsprodukt (das Brettmaterial): die Ebenheit oder Reduktion der Eigensteifigkeit in Querrichtung des Brettes durch Entlastungsnuten.¹³¹

¹²⁹ Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. C-15

¹³⁰ LEDINEK: Hydraulische Presse. <http://www.ledinek.com/images/06/x04.jpg>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015

¹³¹ Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. C-15

Bild 2.16 Vakuum-Großflächenpresse ¹³²

- **Abbund (Formatierung)**

Nach der Aushärtung werden Abbundarbeiten, wie Bearbeiten von Rändern und der Oberfläche, Fräsung von Vertiefungen und Öffnungen oder auch der Einbau von Stahlteilen vorgenommen.

Anhand der zuvor festgelegten Elementgeometrie und Ausschnitte wird das Rohelement für die Endmontage zugeschnitten. Die schmalen Seiten der Elemente, je nach Aufgabe der Fuge nebeneinander positionierter Elemente, werden in entsprechender Art ausgebildet. ^{133 134} Durch den Einsatz von rechnergestützten numerischen (englisch: Computerized Numerical Control, kurz: CNC) Steuerungen der Abbundanlagen ist eine direkte Übertragung der geometrischen Daten auf die Maschine möglich.

Bild 2.17 Fräsen von Öffnungen ¹³⁵

Standardmäßig wird die fertige Brettsperrholzplatte nur an den Rändern besäumt. Die Oberfläche bleibt gehobelt oder wird nochmals geschliffen um etwaige Klebstoffaustritte zu entfernen.

¹³² WOODTEC FRANKHAUSER: Vakuumpresse. <http://www.woodtec.ch/images/content/news/medienmitteilungen/Teaserbild%20Agrop.jpg>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015

¹³³ Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmassivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. C-15

¹³⁴ Vgl. HOFMANN, A.: Analyse technischer und wirtschaftlicher Aspekte der Holz-Massivbauweise mit Brettsperrholz. Diplomarbeit. S. 9

¹³⁵ AGROP NOVA: Fräzung. <http://www.novatosystem.cz/wp-content/uploads/CNC-a-pila-v-akci.jpg>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015



Bild 2.18 Schleifen der Oberfläche ¹³⁶

Den allgemeinen Herstellungsprozess von Brettsperrholz zeigt die folgende Abbildung.

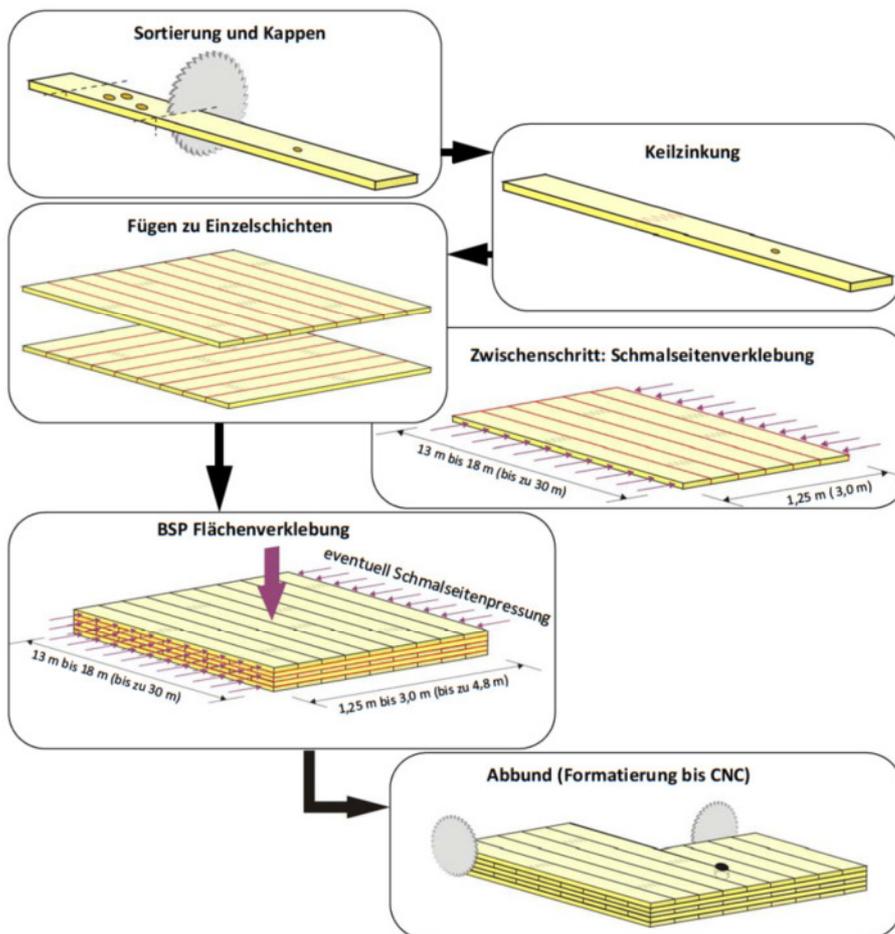


Bild 2.19 Allgemeiner Produktionsprozess von Brettsperrholz ¹³⁷

Brettsperrholz wird in verschiedenen herstellerspezifischen Oberflächenqualitäten geliefert. In der Regel wird differenziert zwischen Sicht- und

¹³⁶ o.V.: : Schleifen. http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2014.06.04/14018621736597_1.jpg. Datum des Zugriffs: 23.02.2015

¹³⁷ SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. C-11

Nicht-Sicht- oder Industrie- und Wohnsichtqualität. Die Qualität der Oberfläche ist durch die Struktur der Deckenlage des BSP-Elementes bestimmt.

Es werden folgende Kriterien für die Qualitätsmerkmale verwendet: offene Fugen, Oberflächenausführung, Holzartenmischung, fest verwachsene Äste, Ausfalläste, Harzgallen, Rindeneinwuchs, Trockenrisse, Insektenbefall, Verfärbungen, Fehlstellen usw.

Folgende Oberflächenqualitäten für Brettsperrholz sind in ÖNORM EN 13353: 2011-06-15¹³⁸ festgelegt:¹³⁹

- Industrie-(Nichtsicht)Qualität für Bauteile ohne gestalterischen Anforderungen an die Oberflächenqualität
- Industrie-Sicht-Qualität für Bauteile und Konstruktionen aller Art
- Sichtqualität für Bauteile mit gestalterischen Anforderungen.

Die ÖNORM B 2215: 2009-07-15¹⁴⁰ definiert Oberflächenqualität 1 und 2, welche der Industrie-Qualität und der Industrie-Sicht-Qualität zuzuordnen sind.

Für die hohen Anforderungen an Sichtqualität im Wohnbereich, die üblicherweise als Wohnsichtqualität bezeichnet wird, kommen Rohmaterialien der höchsten optischen Sortierklassen zum Einsatz.

Holz ist ein Naturprodukt und somit können immer Abweichungen in der Qualität während der Produktion und danach zwischen einzelnen Brettern Fugen oder Trockenrisse entstehen.

Brettsperrholzprodukte werden im Wohnungsbau und im gewerblichen Objektbau eingesetzt, weil sie durch den kreuzweisen Aufbau einerseits sehr formstabil sind und andererseits Lasten sowohl längs wie auch quer zur Haupttragrichtung übertragen können. Brettsperrhölzer können für die Errichtung von Außen- und Innenwänden, Dach- und Deckenelementen, Stiegenläufen und Balkonplatten eingesetzt werden.¹⁴¹

BSP-Elemente weisen viele positive Eigenschaften auf:¹⁴²

- Die Herstellung und Bearbeitung von BSP-Elementen benötigt weniger Energie im Vergleich zu anderen massiven Bauweisen und somit wird zur Minimierung des CO₂-Ausstoßes beigetragen.

¹³⁸ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM EN 13353: Massivholzplatten (SWP) - Anforderungen. Norm. S.

¹³⁹ Vgl. BSP HOLZ: Brettsperrholz-Merkblatt. Merkblatt. S. 4

¹⁴⁰ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 2215: Holzbauarbeiten - Werkvertragsnorm. Norm. S.

¹⁴¹ Vgl. STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU. INFORMATIONSVEREIN HOLZ: Brettsperrholz (BSP oder X-Lam). http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/mn_45160. Datum des Zugriffs: 20.06.2014

¹⁴² Vgl. INFORMATIONSDIENST HOLZ: Bauen mit Brettsperrholz. Planen und Bauen mit Brettsperrholz. Reihe 4. Teil 6. Folge 1. Handbuch Holzbau. S. 5

- Die Produktion erfolgt witterungsunabhängig.
- Die Bauteile erlauben einen hohen Vorfertigungsgrad.
- BSP-Holz ist nahezu beliebigen Dimensionen herstellbar.
- Die gewünschte Form kann durch Sägen, Hobeln, Schleifen, Fräsen und Bohren gebracht werden.
- Für die Bauwerke wird grundsätzlich kein Raster vorgegeben – große Räume können stützenfrei überspannt werden.
- Die BSP-Bauteile lassen sich mit geringer Bauteilhöhe und niedrigem Eigengewicht realisieren.
- Die Bauteile sind trocken und tragen keine Feuchte in das Bauwerk.
- Die kreuzweise Anordnung der Brettlamellen verhindert Formänderungen der Elemente auf Grund der Feuchteänderung im Gebäude.
- Massive BSP-Produkte regulieren das Klima des Wohnraumes.
- Brettspertholz lässt sich am Ende der Nutzung stofflich und thermisch wiederverwerten.

2.2.3 Logistik

In der Holzmassivbauweise mit Brettspertholz werden Bauwerke aus in Werkstätten vorgefertigten Bauteilen zusammengefügt. Wie vorher erwähnt, hat die Verwendung von Fertigteilen den Vorteil, dass viele Arbeitsschritte wetterunabhängig verlaufen können, aber auch den Nachteil, dass diese Elemente, die oft groß und sperrig sind, transportiert werden müssen.

Vor der Ausführungsphase werden alle Werkzeuge im Baucontainer oder im Firmenwagen zur Baustelle transportiert. Alle für die Arbeit notwendigen Maschinen oder Hebezeuge müssen angefordert werden. Gleichzeitig werden erste Bauteile für die Lieferung vorbereitet.

Die hergestellten Bauteile werden im Werk, auf den Transportern und auf der Baustelle mehrfach gehoben. Um das zu ermöglichen, werden die Produzenten der BSP-Bauteile ihre Produkte mit verschiedenen Hebehilfsmitteln der dazugehörigen Hebegeräte versehen. Es kommen meistens Schlaufen oder spezielle Schraubensysteme zum Einsatz, die der Manipulation der Elemente dienen. Diese werden zu Montageort mitgeliefert.¹⁴³

Im Werk werden meistens Löcher in die Elemente z. B. mit der Abbundanlage gebohrt. Durch die Vollbohrungen werden die Hebevorrichtungen

¹⁴³ Vgl. THIEL, A.: Hebegeräte für BSP. Forschungsbericht. S. 3

gen, wie z. B. Hebeschlaufen, Stahlrohre mit aufgeschweißten Stahlblechen oder Gewindestangen, durchgeführt.

Bei Elementen in Sichtqualität werden vor allem die mittels Holzschrauben befestigten Stahlelemente, wie z. B. Platten mit Stahlbügel, verwendet. Damit bleibt die Unterseite der BSP-Tafel unverändert. Die zu hebende Last wird über die Ausziehtragfähigkeit der Schrauben oder Muffen bestimmt.

Weiters kann gleichzeitig auf der Seitenfläche des BSP-Elementes eine Vertiefung mit einem Durchmesser von 50 bis 75 mm und in der Tiefe von maximal (n-1) Schichten und von der Schmalseite der BSP-Tafel eine Bohrung ausgeführt und danach ein Stabdübel hineingeschoben werden. Dieser Stabdübel dient als Anschlagpunkt für Hebeschlaufen.

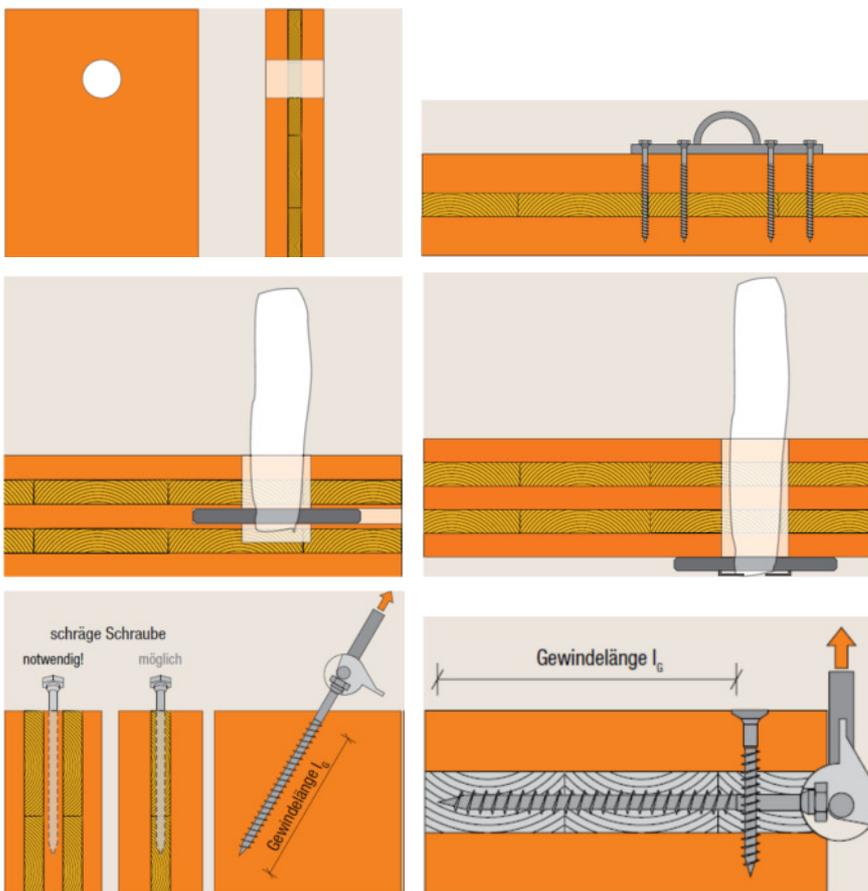


Bild 2.20 Hebesysteme: Loch-Schleufe mit Vollbohrung, Stahlschleufe, Stabdübel-Schleufe – verdeckt, Stabdübel-Schleufe an der Unterseite – sichtbar, Schraube – schräge Einbau, Schraube in der Schmalfäche¹⁴⁴

¹⁴⁴ HAAS FERTIGBAU GMBH: Profilhandbuch für Brettsperrholz Timbory. http://timbory.com/download/C50559c66X141e5856467X5b8e/Timbory_ProfiBuch_download.pdf. Datum des Zugriffs: 19.11.2014

Am Markt werden komplette zugelassene Hebeseysteme von den verschiedenen Herstellern der Verbindungsmittel angeboten. Diese meistens verwendeten Lösungen sind beispielhaft in dem vorstehenden Bild dargestellt.

Der Einsatz der oben genannten Montagehilfsmittel dient der Manipulation von BSH-Elementen im Werk und auf der Baustelle.¹⁴⁵ Beim Transport von Bauteilen und anderen Hilfsstoffen müssen zusätzlich normativ geregelte Ladegutsicherungen wie Zurrgurte und Zurrketten verwendet werden. Diese dürfen nur in unbeschädigtem Zustand und für die zulässigen Zugkräfte eingesetzt werden.

Die Anzahl der verwendeten Hebemittel wird nach Elementgewicht und nach den sicherheitstechnischen Anforderungen gewählt. Bei der Positionierung der Bohrungen für die Hebeschlaufen müssen die notwendigen Randabstände, der Schwerpunkt und die Einbaulage des Holzbauelementes berücksichtigt werden. Diese Bohrungen müssen in den Werkstatplänen eingezeichnet werden.

Die Brettspertholz-Bauteile werden im Werk hergestellt, abgebunden und danach auf die Baustelle transportiert. Der Transport vom Werk zur Baustelle erfolgt mit geeignetem Transportmittel und wird in der Regel vom Hersteller organisiert. Die Maße und das Gewicht der zu transportierenden Holzbauteile entscheiden über die Wahl des Transportmittels.

Meistens finden die Transporte der BSH-Bauteile auf der Straße statt. Nachdem die Liefertermine bekannt sind, erfolgt die Festlegung der Verladepläne. Eine detaillierte Planung der Ankünfte und mit dem Montageablauf abgestimmte Verladung des LKWs sind für eine optimale Montage unerlässlich. Die fertig abgebundenen Bauelemente werden zu Paketen zusammengestellt, die der Reihenfolge der Montage entsprechen. Die Bauteile werden in der späteren Verwendungsreihenfolge auf die Transportfahrzeuge geladen.

Transporte für die Bauteile und Materialien werden so geplant und bestellt, dass die Anzahl der Transporte und der Bauteile dem Fortschritt der Montagearbeiten entspricht.

Die BSP-Elemente werden transportiert:

- in liegender Lage

Der Transport in liegender Lage bietet sich für Rohplatten und weniger bearbeitete Elemente an. Das ist auch bei Breiten bis zu 2,95 m eine kostengünstigere Variante. Das erste zu versetzende Bauteil wird als letztes oben aufgelegt. Die Masse der beförderten Holzele-

¹⁴⁵ Vgl. SYSTEM HOLZ: Brettspertholz. http://www.bau-dein-haus-mit-holz.de/M1%20BSP%20crossplan%20d_low.pdf.
Datum des Zugriffs: 20.06.2014

mente hängt von der Verladetechnik und der zulässigen Achslast des Transportmittels ab und liegt bei ca. 53 m³ d. h. maximal 25 to Brettsperrholz. Die Ladung wird vor Verrutschen und gegen Beschädigung gesichert.¹⁴⁶

- in stehender Lage

Der stehende Transport findet Anwendung für Elemente mit hohem Verarbeitungsgrad der Oberfläche, sichtbare Bauteile oder z. B. für Wände mit eingebauten Fenstern. Die BSP-Bauteile werden an sog. A-förmige Steher gelehnt, gegen Rutschen mittels Keilen am Boden gesichert und zusammengebunden. Einen Schutz gegen UV-Strahlung, Wasseraufnahme, Spritzwasser oder Schmutz geben die Folienverpackungen und die LKW-Plane. Die Verladung in stehender Position weist im Vergleich zur Liegeverladung eine geringere Kapazität bezüglich maximaler Gesamtkubatur der zu verladenden Holzbau- teile auf und beträgt rund 40 m³.¹⁴⁷

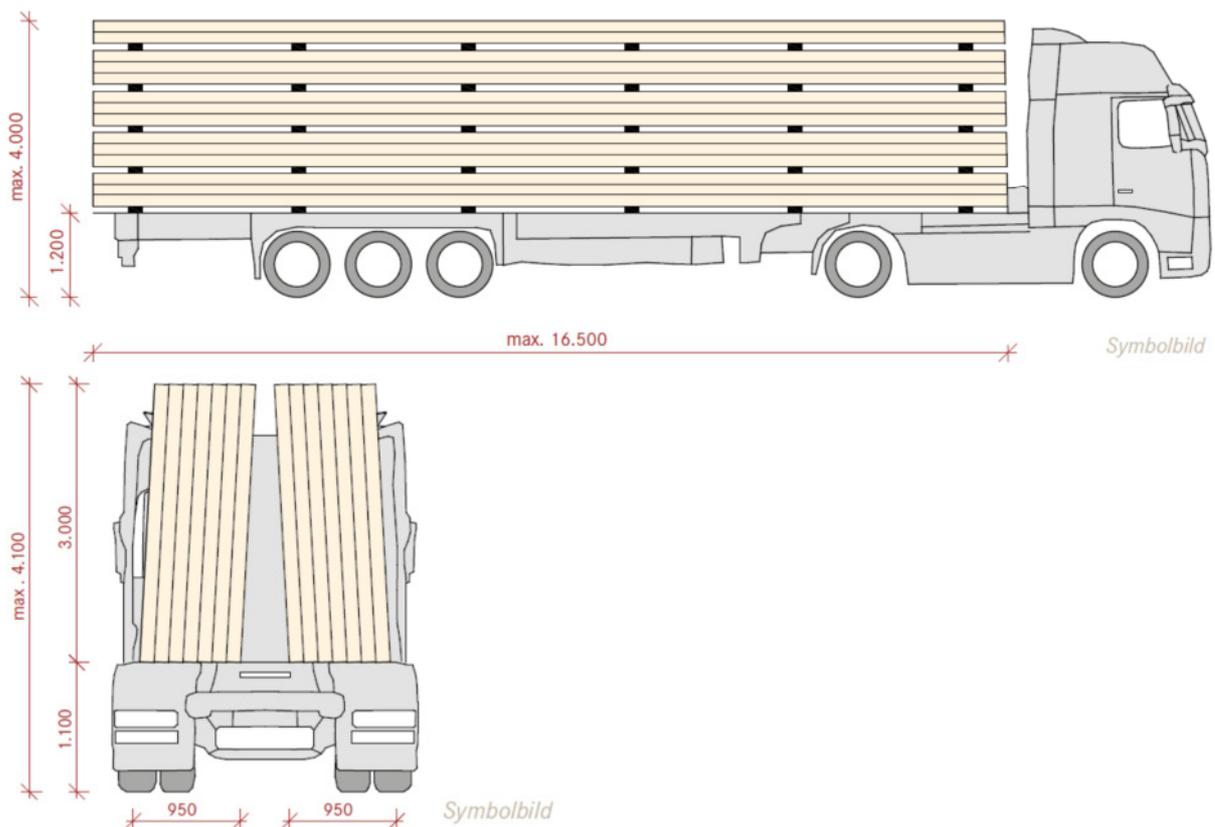


Bild 2.21 Liegender und stehender Transport¹⁴⁸

¹⁴⁶ Vgl. STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe, S. 5-5

¹⁴⁷ Vgl. STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe, S. 5-5

¹⁴⁸ MAYR MELNHOF HOLZ: MM crosslam. http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Deutsch/MM_crosslam_D_web_Einzelseiten.pdf. Datum des Zugriffs: 13.07.2013

Eine besondere Art des Transports ist die Verwendung von Tiefsattelfahrzeugen mit entsprechenden Ladeflächenaufbauten. Die letzte Variante ist allerdings die aufwändigste und wird nur für außergewöhnliche Elementabmessungen verwendet.¹⁴⁹ Die gesetzlich erlaubten Maße und das Gewicht des Transportguts dürfen normalerweise nicht überschritten werden. Für einen Sondertransport ist eine Bewilligung erforderlich.¹⁵⁰

Im Werk werden alle Bauteile mit einer Positionsnummer versehen. Damit wird auf der Baustelle klar, welches Bauteil an welcher Stelle zu verbauen ist. Pakete mit Holzbauteilen werden mit einem Paketaufkleber versehen, welcher folgende Daten enthält:

- Kundenname
- Lieferanschrift
- Auftragsnummer
- Lieferdatum
- Paketnummer innerhalb eines Auftrages
- Paketinhalt d. h. Positionsnummer, Stückzahl, Querschnitte, Längen und Kubatur
- Angaben zur Festigkeit oder Oberfläche.

Nach dem Eintreffen des LKWs auf der Baustelle ist der Lieferschein zu kontrollieren und Bauteile auf augenscheinlich erkennbare Beschädigungen zu überprüfen. Die während der Manipulation mit dem Element, besonders beim Aufkippen entstehenden Kräfte können das Element beschädigen. Es ist vor allem bei dünnen Elementen auf eine Überlastung zu achten. Die Holzbauelemente werden gegen Verschmutzung während des Transports und auch während der Lagerung auf der Baustelle durch Folienverpackung geschützt.

Bei der Lagerung sind Unterleghölzer zu verwenden und die Grundsätze der Holzlagerung zu beachten. Bei horizontaler Stapelung von Bauteilen müssen die Lagen- und Zwischenhölzer übereinander angeordnet und der Grund ausreichend tragsicher und trocken sein. Bei Zwischenlagerung sind Holzbauteile kipp- und rutschsicher abzusetzen. Dabei muss ein Sicherheitsabstand zu beweglichen Teilen und zu Kränen eingehalten werden.^{151 152}

¹⁴⁹ Vgl. MAYR MELNHOF HOLZ GMBH: MM crosslam. http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Deutsch/MM_crosslam_D_web_Einzelseiten.pdf. Datum des Zugriffs: 13.07.2013

¹⁵⁰ Vgl. PROHOLZ: Bauen mit Holz in Oberösterreich. <http://www.proholz-ooe.at/fileadmin/proholz.ooe/media/BMHOOE2.pdf>. Datum des Zugriffs: 15.09.2014

¹⁵¹ HAAS FERTIGBAU GMBH: Profilhandbuch für Brettsperholz Timbory. http://timbory.com/download/C50559c66X141e5856467X5b8e/Timbory_ProfiBuch_download.pdf. Datum des Zugriffs: 19.11.2014



Bild 2.22 Aufkleber und Paketzettel auf gelieferten Bauteilen

In der Brettsperrholzbauweise werden die Bauteile meistens direkt vom LKW oder Sattelzug ohne Zwischenlagerung zur Montagestelle gehoben. Die erste auf der Baustelle montierte Platte soll am ersten auf der Baustelle eintreffenden Fahrzeug zuoberst liegen. Damit werden zusätzliche Hebewege und -zeiten vermieden. Auf Grund der ständigen Änderungen der Bedingungen auf der Baustelle und stets strengerer Vorschriften zur Sicherung der Ladung lässt sich dies nicht immer realisieren.

Die Logistik sorgt für terminlich angepasste Lieferung und kurze Stehzeiten der Transportmittel. Für den raschen Montagefortschritt im Holzbau sind vor allem mobile Kräne wie z. B. Autokran oder Teleskopkran angewendet.

¹⁵² Vgl. BERUFGENOSSENSCHAFT DER BAUWIRTSCHAFT: Montage von Holzbauteilen. D138. 07/2012. http://www.bgbau-medien.de/bausteine/d_138/d_138.htm. Datum des Zugriffs: 31.05.2014

2.2.4 Montage

Die maximalen Transportmaße und die Anzahl an Lieferungen sind oft ein wichtiges Kriterium in Hinblick auf die maximal möglichen Abmessungen des vorgefertigten Bauelements. Der Einsatz von großformatigen Elementen ermöglicht eine schnelle Montage. Dabei treten Stoßfugen oder Bauteilanschlüsse in begrenztem Maße auf. Die Stoßfugen werden entsprechend der ausgewählten Verbindungstechnik und -mittel bemessen.

Die Situierung von Stoßfugen und die Wahl von Arbeitsschritten der Montage sind in der Planungsphase zu überlegen. Die Auswahl der Verbindungsmittel erfolgt nach den statischen Anforderungen. Bei der Montage ist auf die zulässigen Randabstände der Verbindungsmittel zu achten.

Im Rahmen der Überwachung bei der Herstellung von Bauteilen wird die Übereinstimmung der Bauteile mit den Ausführungsunterlagen hinsichtlich der Dimensionen, Geometrie, Abmessungen sowie Materialeigenschaften, Holzfeuchte und des Holzschutzes überprüft. Desweiteren sind die Anordnung der Verbindungsmittel, Passgenauigkeit von Verbindungen, Position und Anzahl der Anschlagpunkte und Anschlagmittel zu kontrollieren. Vor dem Beginn der Montage sind die Werkstattzeichnungen und Montagepläne auf Vollständigkeit zu prüfen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Anschlussbereiche in Hochbauten in Brettsperrholzbauweise. Bei der Verwendung der BSP-Elemente sind grundsätzlich folgende Stoßfugen d. h. linienförmige Kontaktbereiche vorhanden:¹⁵³

- Wand-Wand
- Wand-Fundierung
- Wand-Decke-Wand
- Decke-Decke.

Unter Decke werden Decken- und Dachplatten verstanden.

Wenn die Flächen in Stoßfugen eine vereinfachte Form erhalten, verschlechtert sich die Luftdichtheit der Verbindung. Weil die Luftdichtheit der Gebäudehülle nach den Anforderungen der EnEV (die Energieeinsparverordnung) Pflicht ist, werden die Fugen mit Klebeband oder anderen Dichtmitteln verschlossen.

¹⁵³ Vgl. SCHIERMEYER, V.: Verbindungstechnik in der Brettsperrholzbauweise. http://www.forum-holzbau.ch/pdf/fbc12_schiermeyer.pdf. Datum des Zugriffs: 22.11.2014

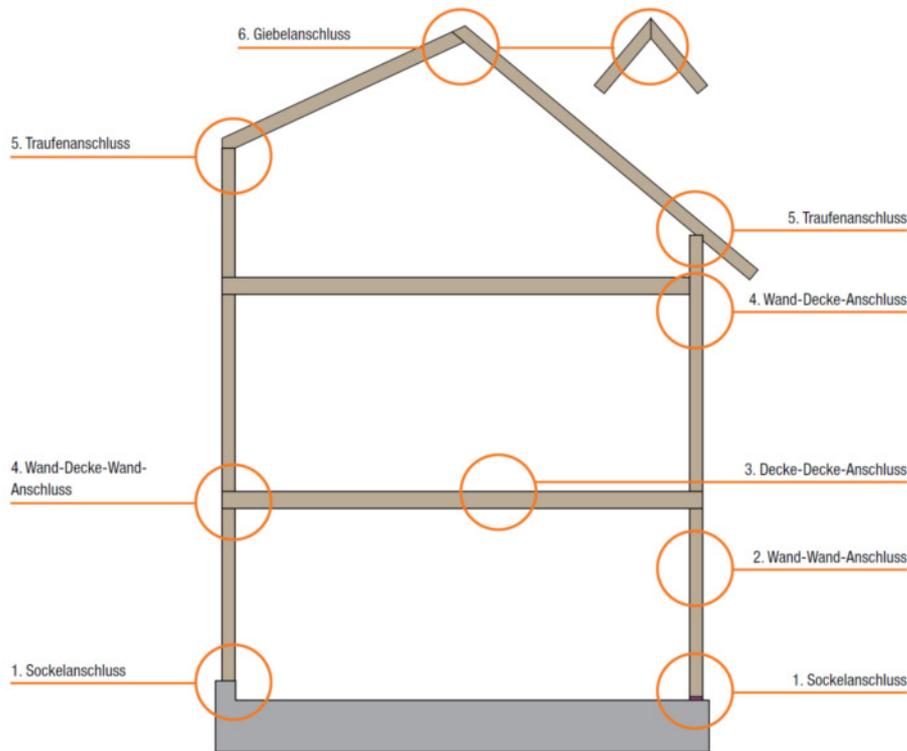


Bild 2.23 Anschlussbereiche in Hochbauten in der Brettsperrholz-Bauweise ¹⁵⁴

Im Folgenden wird der BSP-Montageablauf näher erklärt. Dabei werden die Konstruktionsdetails, die im untersuchten Objekt Anwendung gefunden haben, entsprechend oben erwähnter Kontaktfugenarten dargestellt.

Anschluss an einen mineralischen Bauteil

Eine Voraussetzung für die Montage im Holzbau ist ein fachgerecht ausgeführtes, waagrechtes Fundament. Parallel zur Produktion im Werk wird auf der Baustelle die Bodenplatte bzw. Kellerdecke für ein Bauwerk geschalt, bewehrt und eingegossen. Die Bodenplatte soll horizontal und eben sein. Aus diesem Grund beginnen die Arbeiten mit den notwendigen Messungen wie Länge, Breite, Höhe und Winkel. Danach wird der Aufriss auf dem Unterbau gezeichnet. Bei der Montage müssen die Ungenauigkeiten des Stahlbetonfundamentes berücksichtigt werden. Alle Abmessungen, Abweichungen, Winkelabweichungen und Ebenheitstoleranzen sind durch ÖNORM DIN 18202: 2013-12-15 ¹⁵⁵ geregelt.

¹⁵⁴ Vgl. HAAS FERTIGBAU GMBH: Profilhandbuch für Brettsperrholz Timbory. http://timbory.com/download/C50559c66X141e5856467X5b8e/Timbory_ProfiBuch_download.pdf. Datum des Zugriffs: 19.11.2014

¹⁵⁵ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM DIN 18202: Toleranzen im Hochbau - Bauwerke. ÖNORM. S.

Anriss und Montage der Schwellenelemente

Nach dem Aufreißen der Wände d. h. nach dem Anzeichnen mittels Schlagschnur der Wandpositionen auf der Fundamentplatte, wird zwischen den Unterbau und den Bodenbalken, den sog. Schwellen, eine Sperrschicht verlegt um aufsteigende Feuchtigkeit zu verhindern. Dann folgt die Montage von Schwellen z. B. mittels Betondübeln. Dabei wird mittels Nivelliergerät die genaue Höhe kontrolliert. Ungenauigkeiten werden mit Unterlagsmaterial z. B. aus Kunststoff ausgeglichen. Je nach Montagesystem können vorher, anstatt Dübel Befestigungswinkel gesetzt werden. Die nachfolgenden Bilder zeigen die gängigen Ausführungsvarianten der Sockelausbildung.

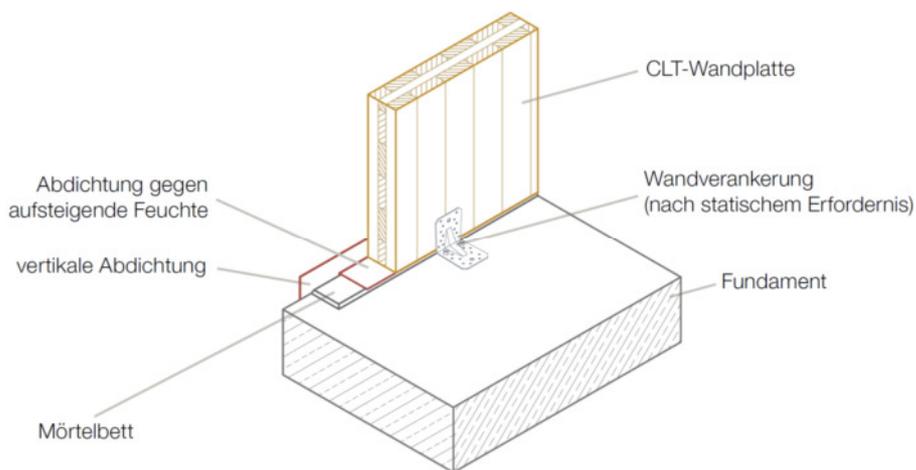


Bild 2.24 Sockel-Wandverankerung mit Mörtelbett ¹⁵⁶

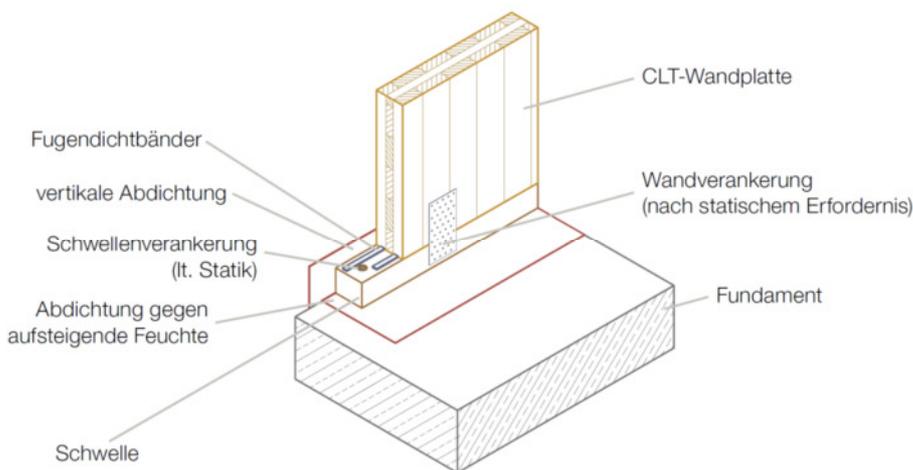


Bild 2.25 Sockelausbildung mit erhöhter Schwelle ¹⁵⁷

¹⁵⁶ STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. Teil Konstruktion, Kapitel 1.1

¹⁵⁷ a. a. O., Kapitel 1.1

Die Verwendung von Schwellen ermöglicht eine Anpassung der Wandhöhe. Auf Grund der maximalen Elementabmessungen kann eine Überbrückung der Wandhöhe bis ca. 10cm erreicht werden.¹⁵⁸

Als Material für die Schwellen können Furnierschichtholz oder Sperrholz, sowie Profile aus Lärche, Eiche oder Robinien verwendet werden.

Montage der Wandelemente

Nach der Montage der Schwellenelemente folgt der Einbau der ersten Wandelemente. Die Wände können auch direkt, d. h. ohne Schwelle, am Betonsockel bzw. auf einer Betondecke versetzt werden. Die offene Fuge zwischen der Wandschwelle bzw. dem Wandelement und der Bodenplatte wird mit nassem oder trockenem Mörtel ausgefüllt. Damit liegt die tragende Wand im eingebauten Zustand vollflächig auf dem Unterbau. Die Fuge kann auch nachträglich mit Quellmörtel ausgepresst werden. Durch Verwendung einer geeigneten Feuchtigkeitsabdichtung wird das Element vor aufsteigender Feuchtigkeit geschützt.^{159 160}

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ausführungsvarianten der Stoßfugen zwischen Wänden. Vertikal werden die Wandelemente im Eckstoß oder T-Stoß verbunden. BSP-Platten werden vorzugsweise über die volle Geschosshöhe d. h. ohne horizontale Stöße gewählt. Je nach Produzent können jedoch bei bestimmten Wandhöhen produktions- oder transportbedingt horizontale Stöße nicht vermieden werden.

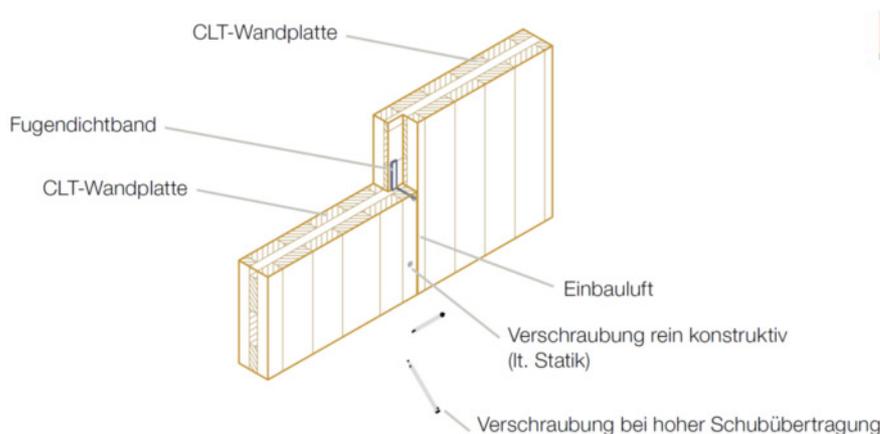


Bild 2.26 Wandstoß vertikal¹⁶¹

¹⁵⁸ STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. Teil Konstruktion, Kapitel 1.1

¹⁵⁹ a.a.O., Kapitel 1.1

¹⁶⁰ Vgl. KLH MASSIVHOLZ GMBH: Montage Installation.
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Kreuzlagenholz/Montage/Montage_Installation_dt.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014

¹⁶¹ STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. Teil Konstruktion, Kapitel 1.1

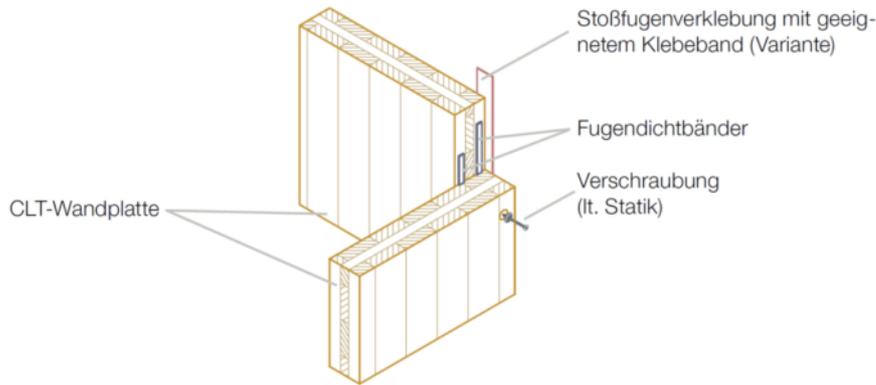


Bild 2.27 Wand-Wand-Eckstoß ¹⁶²

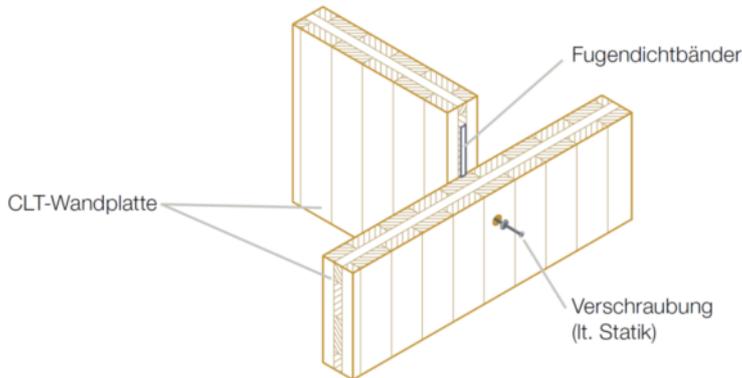


Bild 2.28 Wand-Wand-T-Stoß ¹⁶³

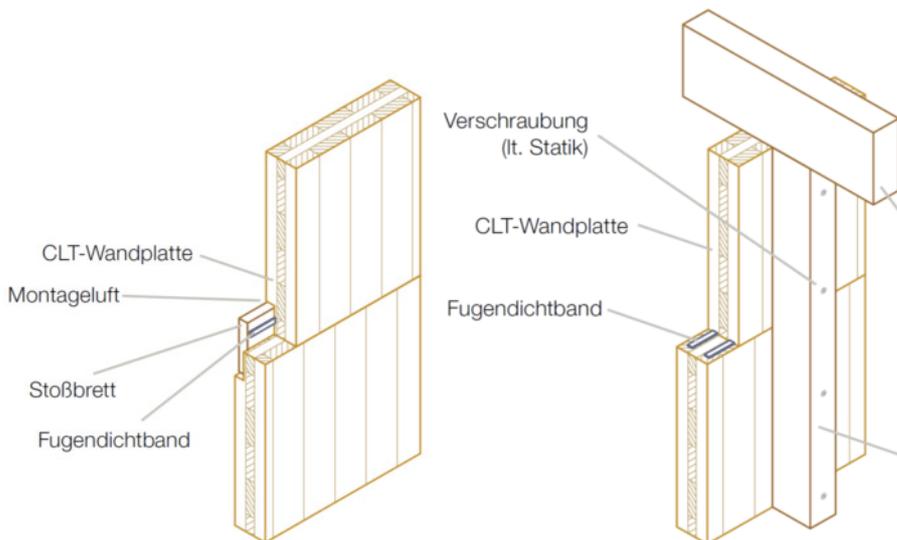


Bild 2.29 Wandstoß horizontal ¹⁶⁴

¹⁶² STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. Teil Konstruktion, Kapitel 1.1

¹⁶³ a.a.O., Kapitel 1.1

¹⁶⁴ a.a.O., Kapitel 1.1

Die Kontaktfugen werden gewöhnlich mit selbstbohrenden Holzschrauben verschraubt. Die Verbindung des Eckstoßes wird lt. Erfordernis entweder rein konstruktiv (Schraube unter 90°) oder statisch wirksam ausgeführt. Schrauben können normal oder im Winkel zur Elementoberfläche eingedreht werden. Hirnholz-Verschraubungen sind zu vermeiden.

Zwischen den Wandelementen werden Kompribänder angebracht. Diese können durch das von der Verschraubung verursachte Aneinanderpressen der Wandelemente ihre Dichtfunktion erfüllen. Abgesehen davon werden die Stoßfugen mit dafür geeigneten Klebebändern an der Innen- bzw. Außenseite der Platte abgedichtet.

Montage der Deckenelemente

Nach dem Versetzen von Wandelementen eines Geschosses folgt die Montage der horizontalen Platten. Gleich wie Wandelemente werden auch die Deckenelemente untereinander verbunden. Eine Kontaktfuge Decke-Decke wird mit Stoßbrett oder mit Stufenfalz ausgebildet. Das Stoßbrett kann ein- oder beidseitig angeordnet werden. Bei der Ausbildung der Fuge mit Stufenfalz und wegen dem Einlegen von Fugendichtbändern ist bereits bei der Planung auf ausreichende Montageluft Rücksicht zu nehmen.

Deckenelemente werden mit darunter angeordneten vertikalen Wandelementen verschraubt. Als Montagehilfe werden zunächst Teilgewindeschrauben eingedreht und somit werden die beiden Bauteile zusammengezogen und fixiert. Eine Anordnung der Schrauben erfolgt meistens in einer Reihe. Aufgrund der erforderlichen Mindestabstände (gemäß EN 1995-1-1: 2009-07-01¹⁶⁵) und der Geometrie des Anschlusses ist eine Anordnung in zwei Reihen oder eine versetzte Anordnung der Schrauben nicht möglich.¹⁶⁶

Das Anbringen von zusätzlichen Winkeln oder anderen zusätzlichen Elementen in die Kontaktflächen kommt eher selten zur Anwendung und wird zum Abtragen von Kräften aus Windlasten auf den Außenwänden oder auf der Dachfläche eingesetzt. Zusätzlich können auf Grund des geforderten Schallschutzes zwischen Wand und Decke Schalldämmbänder eingebaut werden.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die gängigen Ausführungsvarianten der Deckenstoße: Stoßbrett, Stufenfalz und Deckenstoß mit Unterzug aus Holz.

¹⁶⁵ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMITTEL: 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). ÖNORM. S.

¹⁶⁶ Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. E-17

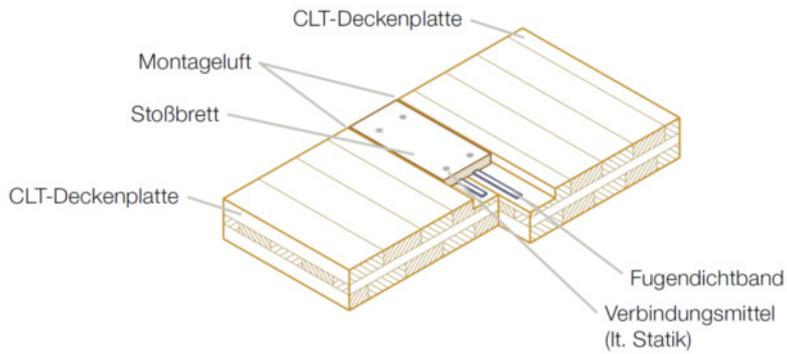


Bild 2.30 Deckenstoß mittels Stoßbrett ¹⁶⁷

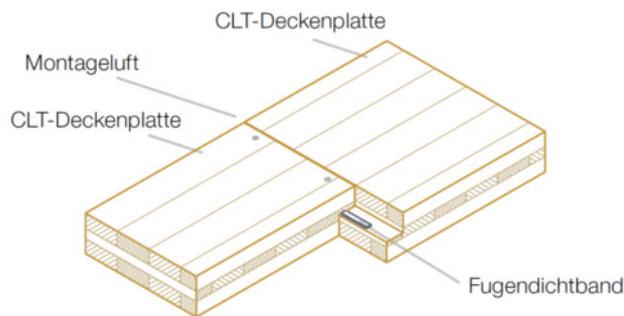


Bild 2.31 Deckenstoß mittels Stufenfalz ¹⁶⁸

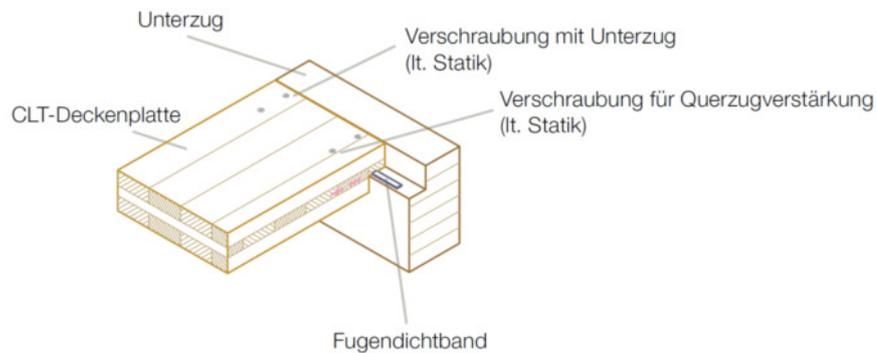


Bild 2.32 Deckenstoß mit Unterzug aus Holz mittels Stufenfalz ¹⁶⁹

Montage der Stützen- und Balkenelemente

Meistens besteht die Konstruktion der Bauwerke nicht nur aus BSP-Platten, sondern auch aus BSH-Bauteilen, wie z. B. Unterzüge, Stützen

¹⁶⁷ STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mapped. Teil Konstruktion, Kapitel 1.1

¹⁶⁸ a.a.O., Kapitel 1.1

¹⁶⁹ a.a.O., Kapitel 1.1

und Sparren. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen Ausführungsbeispiele der Verbindung dieser Elemente mit BSP-Wand.

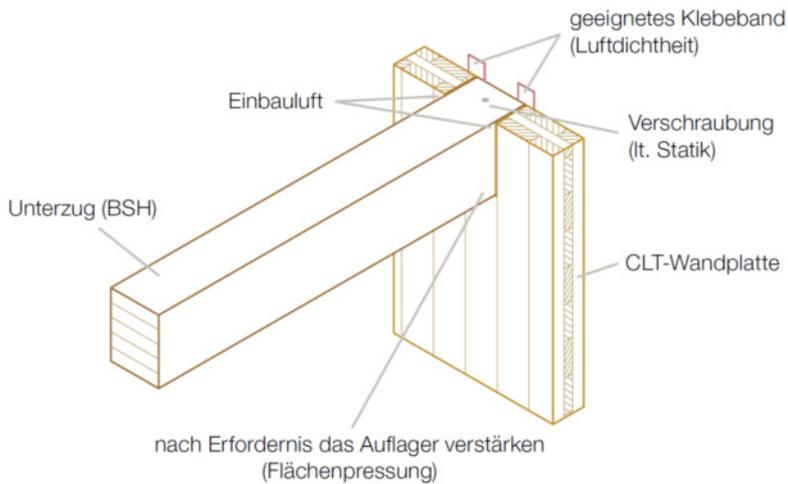


Bild 2.33 Unterzug gelagert auf Wandauslass ¹⁷⁰

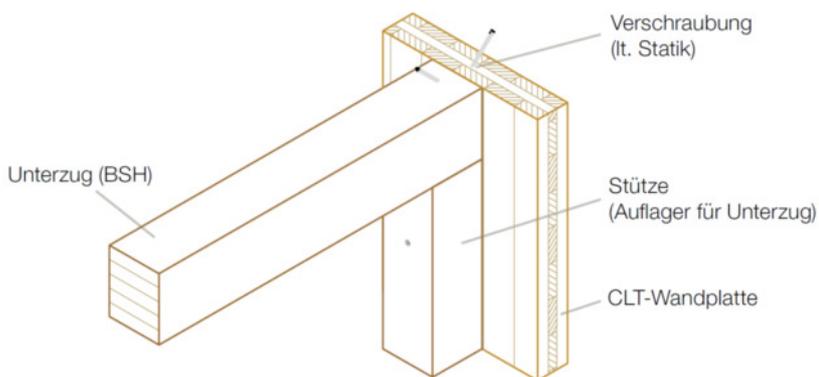


Bild 2.34 Unterzug gelagert auf Stütze ¹⁷¹

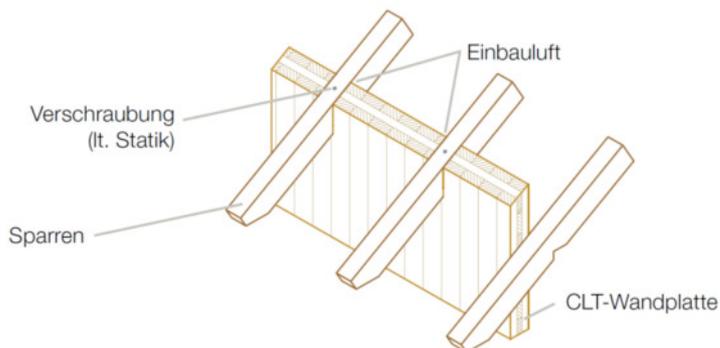


Bild 2.35 Sparren gelagert auf Sparrenauslässen in der Wand ¹⁷²

¹⁷⁰ STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. Teil Konstruktion, Kapitel 1.1

¹⁷¹ a. a. O., Kapitel 1.1

¹⁷² a. a. O., Kapitel 1.1

Die Unterzüge werden auf Stützen oder direkt auf der BSP-Wand in einer im Werk vorgefertigten Aussparung aufgelegt und mittels selbstbohrenden Holzschrauben befestigt. Auf ähnliche Weise werden Dachsparren an einer aufgehenden Wand montiert.

Die Unterzüge und Sparren werden auch durch freistehende oder an die Wand verschraubte Stützen bzw. Pfetten unterstützt. Die Anwendung von Wandstützen kann wegen auftretender zu hoher Flächenpressungen auf der Wand wegen hohen Lasten aus den Balkenelementen notwendig werden. Am Lagerungspunkt werden zusätzlich Stahlplatten zur Lastverteilung eingelegt.

Montage der Dachplatten

Die Dachplatten werden mit entsprechenden Ausklinkungen versehen und zu der Dach-Unterkonstruktion, bestehend aus Dachbindern und Pfetten, befestigt. Damit sie kraft- und formschlüssig verbunden werden, wird die Ausbildung der Kontaktfuge zwischen Dachplatten wie bei Deckenelementen gelöst und meistens mit verschraubtem Stufenfalz geformt.

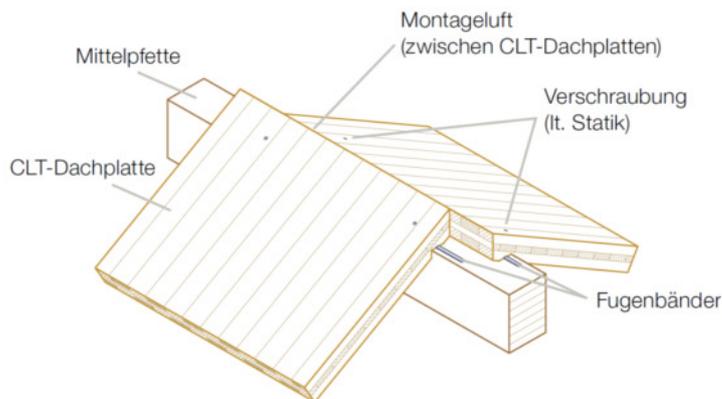


Bild 2.36 Dachplatten gelagert im First an der Pfette ¹⁷³

Alle verwendeten Bauteile müssen bauphysikalischen, brand-, schall- und wärmeschutztechnischen Anforderungen gerecht werden. Besondere Beachtung gilt der Luftdichtheit. Zum Schluss der Montage werden die Bauteil- und Anschlussfugen (bei nicht sichtbaren Oberflächen) mit speziellen Luft- und Winddichtungsbändern abgeklebt, um die erforderliche Dichtheit zu erreichen. Bei speziellen Anschlüssen kommen üblicherweise verschiedene Arten von Abdichtungsbahnen sowie Brandschutzbänder zum Einsatz.

¹⁷³ STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. Teil Konstruktion, Kapitel 1.1

Montagehilfen

Das Heben und Fördern der Bauteile erfolgt am bereits im Werk eingebauten Hebeseystem, vor allem mittels Kran. Kleine Elemente werden mit Kleinbaufahrzeugen oder durch Monteure selbst auf die Montagestelle befördert.^{174 175}

Während der Bauarbeiten wird auf die schadensfreie Haltung der BSP-Platten und sichere Montage geachtet. Für die Elemente werden geeignete Hebe- und Anschlagmittel verwendet. Bei großen Ausschnitten z. B. bei Fenster und Türen muss, wegen Knickgefahr beim Anheben, auf die ausreichende Aussteifung geachtet werden.¹⁷⁶

Für die sichere und schadensfreie Montage ist es wichtig, dass die genaue Position des Hebewerkzeuges, wie z. B. eines Kranes und des LKWs festgelegt wird. Diese Positionierung dauert oft mehr als einen Tag. Ein vollgeladener LKW (mit der Fuhre) sollte nach Möglichkeit eben und horizontal auf tragfähigem Boden abgestellt werden.¹⁷⁷

Die Elemente sollten in der richtigen Montagereihenfolge, laut Werk- und Detailplanung, versetzt werden. Die Wandplatten werden mit geeigneten Hebewerkzeugen in die richtige Position und Lage gebracht und mit Montagehilfen fixiert. Hilfsmittel für die Positionierung der Elemente bzw. für die Lagesicherung sind Montagestützen, Positionierungswinkel und Deckensteher. Nachdem die Hebehilfsmittel, wie z. B. Schlaufen, von dem Kranhaken gelöst sind, kann der Kran das nächste Element bringen. Die fixierten Elemente werden miteinander verschraubt. Wenn ein Teil des Gerüstaufbaues bereits fertig montiert wurde, kann die Elementverschraubung vom Gerüst aus erfolgen. Für die Baustelle die befahrbar ist, eignen sich für die Elementmontage und Elementverschraubung die Steiger und Hebebühnen.¹⁷⁸

¹⁷⁴ Vgl. KLH MASSIVHOLZ: Montage Installation.
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Kreuzlagenholz/Montage/Montage_Installation_dt.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014

¹⁷⁵ STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. Teil Konstruktion Kapitel 1.1

¹⁷⁶ Vgl. a.a.O., Kapitel 1.1

¹⁷⁷ GT-SYSTEMFERTIGUNG: Montageanleitung.
http://www.systemfertigung.com/fileadmin/PDF/Montageanleitung_MHM___PHE.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014

¹⁷⁸ Vgl. KLH MASSIVHOLZ: Montage Installation.
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Kreuzlagenholz/Montage/Montage_Installation_dt.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014



Bild 2.37 Montagehilfen: Montagestütze, Deckensteher, Leiter, Montagegerüst, Steiger und Hebebühnen ¹⁷⁹

¹⁷⁹ KLH MASSIVHOLZ: Montage Installation.
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Kreuzlagenholz/Montage/Montage_Installation_dt.pdf. Datum des Zugriffs:
23.11.2014

Verbindungstechnik – mechanische Verbindungsmittel

Aufgrund des hohen Arbeitsaufwands werden die Verbindungen von Holzbauteilen durch individuelle Bearbeitung der Holzkontaktflächen immer weniger verwendet. Stattdessen werden neu entwickelte Stahlteile, wie z. B. Platten oder Schuhe angewendet. Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln werden „Verbindungen des Holzingenieurbaus“ genannt. Ingenieurmäßige Verbindungen haben den Vorteil nur eine geringe Schwächung des Querschnitts des angeschlossenen Holzbauteiles zu verursachen.¹⁸⁰

Die erforderliche kraftschlüssige Verbindung in der Brettsperrholzbauweise erfolgt gewöhnlich über mechanische Verbindungstechnik. Es werden konventionelle stiftförmige Verbindungsmittel: Nägel und Holzschrauben, wie z. B. selbstbohrende Teil- oder Vollgewindeschrauben verwendet. Ihre leichte Handhabung garantiert eine einfache Montage. Darüber hinaus ist die Verwendung von weiteren Verbindungsmitteln, wie Stabdübel- bzw. Bolzen- und Passbolzenverbindungen, sowie in seltenen Fällen Anschlüsse mittels Dübel besonderer Bauart möglich. Spezielle Verbindungsmittel werden mit Vorbohrung eingesetzt. Mit der Industrialisierung haben sich die sogenannten ingenieurmäßigen Holzverbindungen entwickelt.¹⁸¹

Außerdem werden bereits vielfach spezielle Klammern, Winkel und speziell entwickelte Stahlteile, wie z. B. Stahlblechformteile angewendet. Beim Anschluss über Stahlblechformteile müssen stiftförmige Verbindungsmittel wie selbstbohrende Schrauben zur Kraftübertragung verwendet werden.¹⁸²

Anschlüsse und Knoten werden oft im Holzbau mit Schlitzblechen gelöst. Der Abbund von Schlitzern und Bohrungen findet im Werk statt. Maßtoleranzen aus dem Abbund bzw. zwischen Holz und einem geschlitztem Blech können leider nur auf Kosten der Passgenauigkeit ausgeglichen werden. Die Herstellung einer derartigen Verbindung ist relativ aufwändig, weil die Stahlplatten und Holzbauteile in separaten Arbeitsschritten vorgebohrt sind. Beim Einbau von Schlitzblechen und Stabdübel passiert es nicht selten, dass die Verbindung abmontiert und nachgearbeitet werden muss.

¹⁸⁰ Vgl. PROHOLZ: Bauen mit Holz in Oberösterreich. <http://www.proholz-ooe.at/fileadmin/proholz.ooe/media/BMHOOE2.pdf>. Datum des Zugriffs: 15.09.2014

¹⁸¹ Vgl. SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. S. E-1-E2

¹⁸² Vgl. SCHIERMEYER, V.: Verbindungstechnik in der Brettsperrholzbauweise. http://www.forum-holzbau.ch/pdf/fbc12_schiermeyer.pdf. Datum des Zugriffs: 22.11.2014

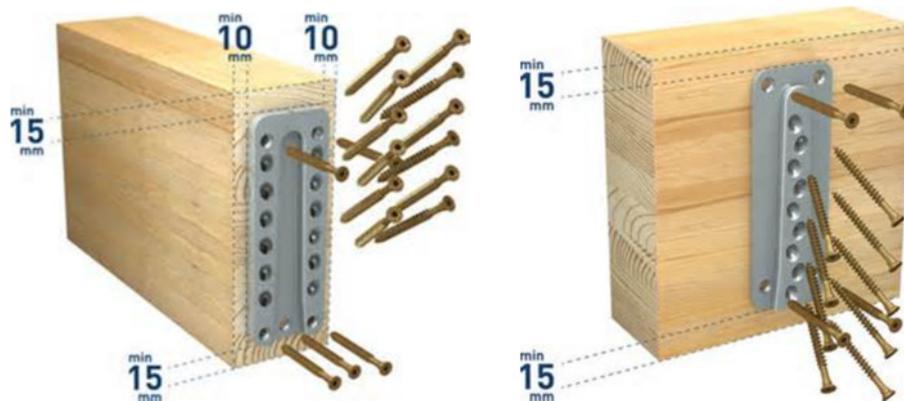


Bild 2.38 Sherpa-Verbindung mit vorgebohrten Schrauben ¹⁸³

Im vorherstehenden Bild ist ein neues Verbindungssystem der Holzverbindungen s.g. Sherpa-System dargestellt. Dieses System wurde von der Vinzenz Harrer GmbH entwickelt und basiert auf dem Prinzip einer klassischen Schwalbenschwanzverbindung.

Bei Herstellung der Verbindungen mittels stiftförmigen Verbindungsmitteln dürfen diese nicht in den Hirn-Holzflächen liegen. Generell sind in ÖNORM EN 1995-1-1 festgelegte Mindestabstände, Einschraubtiefen und Vorbohrungen für die jeweils ausgewählten Verbindungsmittel einzuhalten.

Ein Vorteil der Brettsperrholzbauweise ist die Produktion der Bauelemente unter kontrollierten Bedingungen. Dank der genauen, umfangreichen Detailplanung und der präzisen Arbeitsvorbereitung kann das Produkt fehlerfrei hergestellt werden. Um diesen Vorteil zu nutzen, müssen auch die Transporte und Montagezeiten richtig geplant werden.

Das Improvisieren auf der Baustelle sollte nicht geschehen – dafür braucht die Logistik kalkulierbare Zeit- und Ablaufpläne. Im Bauzeitplan sind Baustellenbedingungen und die Vorleistungen anderer Gewerke, wie z. B. Leistungen vom örtlichen Massivbau, zu berücksichtigen. ¹⁸⁴

¹⁸³ VINZENZ HARRER GMBH: Sherpa-Verbinder. http://marketing.harrer.at/Blaetterkatalog/Sherpa_Statik_Handbuch/blaetterkatalog/blaetterkatalog/pdf/complete.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014

¹⁸⁴ Vgl. ISOPP, A.: Welches Potenzial steckt in der Vorfertigung?. <http://www.proholz.at/zuschnitt/50/nachgefragt-welches-potenzial-steckt-in-der-vorfertigung/>. Datum des Zugriffs: 18.09.2014

2.3 Arbeitsanalyse / Kalkulationsansätze

Das folgende Kapitel bietet einen Überblick zu Themen aus den Bereichen Arbeitsanalyse und Kalkulation. Zu Beginn wird über Kalkulationsansätze im Allgemeinen geschrieben und danach werden die Begriffe Aufwandswert (kurz: AW) und Leistungswert (kurz: L) erklärt. Zudem werden die Methoden zur Arbeitsanalyse und zur Ermittlung der Aufwandswerte, sowie die Grundlagen der Kalkulation näher vorgestellt.

Da die Unternehmen ihre Leistungen kalkulieren müssen, ist die Kenntnis der Leistungsstruktur und seine Aufteilung auf Teilaufgaben notwendig. Dabei sind gewisse Eingangsparameter wie z. B. die Zusammensetzung der Mannschaft, die Baustoffe, das Arbeitszeitmodell usw. sowie die sog. Kalkulationsansätze, wie Aufwandswerte und Leistungswerte anzunehmen.

Im Rahmen einer Arbeitsanalyse können unterschiedliche Komponenten einer Tätigkeit untersucht werden. Vorweg werden alle Arbeitsteile auf jeder Betrachtungsstufe zugeordnet. Dabei werden sämtliche Aufgaben in ihre kleinsten Elemente d. h. Teilaufgaben niedrigerer Ordnung zerlegt.¹⁸⁵

Je nach Zielsetzung einer Arbeitsanalyse kommen unterschiedliche Vorgehensweisen und Verfahren in Frage. Außerdem können unterschiedliche Methoden der Arbeitsanalyse herangezogen werden, wie z. B. Beobachtung, Befragung und spezifische Verfahren. Darüber hinaus wird bei der Planung der Arbeitsanalysen die Branche wie z. B. Bau, oder die Berufsgruppe, wie z. B. Arbeiter, berücksichtigt.¹⁸⁶

2.3.1 Kalkulationsansätze im Bauwesen allgemein

Eine Bau- oder Montageleistung wird kalkuliert, nachdem eine Gliederung der Leistungserstellung mit dazugehörigen Teilleistungen oder Unterprozessen im zeitlichen Ablauf vorliegt. Der Arbeitsprozess wird in Teilprozesse im Sinne einer hierarchischen Struktur untergliedert. Für die Erfassung der Dauer der bekannten und beschriebenen Teilprozesse bzw. Vorgänge werden Kalkulationsansätze wie Arbeitszeiten, Aufwandswerte, Richtwerte für Materialmengen, Regieansätze, Fahrzeugkostenansätze usw. verwendet. Diese Kalkulationsansätze unterstützen Anbieter in ihrer Angebotserstellung.¹⁸⁷

Im Bauwesen ist also die Produktivität für wirtschaftliches Handeln von besonderer Bedeutung. Produktivitätskennzahlen, wie Aufwandswert

¹⁸⁵ Vgl. KOSIOL, E.: Organisation der Unternehmung.

¹⁸⁶ Vgl. NERDINGER, F.; BLICKLE, G.; SCHAPER, N.: Arbeits- und Organisationspsychologie. S. 354

¹⁸⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 226, 341

und Leistungswert, sind entscheidend für die Gewinnung von Bauaufträgen und für die effektive Abwicklung eines Bauvorhabens.

Die Produktivität wird in der Literatur auf folgende Weise beschrieben:

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

Formel 2.1 Definition der Produktivität ¹⁸⁸

Die Produktivität ist, nach vorherstehender Formel, eine Kenngröße, die das Verhältnis zwischen der erbrachten Menge an Leistung d. h. Output und der Menge an eingesetzten Mitteln d. h. Input ergibt. Als Einsatz werden mengenmäßig definierte Größen wie:

- die Anzahl an Arbeitskräften oder die Anzahl von geleisteten Arbeitsstunden – für Arbeitsproduktivität
- die Anzahl der eingesetzten Geräte und Maschinen oder die Anzahl der geleisteten Geräte- bzw. Maschinenstunden – für die Betriebsproduktivität
- die Menge der verbrauchten Stoff- bzw. Materialmengen – für Stoff- oder Materialproduktivität

verwendet.

Produktivität beeinflusst die Ausführungsdauer, die Kosten der Ausführung und den wirtschaftlichen Erfolg einer Baustelle. Aufwandswerte sind wichtig in der Kalkulation, als Mengenansätze, für die Ermittlung der Lohnkosten, für eine Teilleistung und in der Bauausführung als Vorgabewerte für den Soll-Zeitaufwand. ¹⁸⁹

Für die Ermittlung der Kenngrößen der Produktivität d. h. der Ansätze können interne oder externe Quellen herangezogen werden. Die Kalkulationsansätze werden intern aus Nachkalkulationen von analogen, bereits ausgeführten Aufträgen des Bauunternehmens oder von betrieblichen Zeitaufnahmen errechnet. Voraussetzung für eine Erfahrungswertkalkulation ist eine umfangreiche Datensammlung und Datenpflege der betrieblichen Werte, sortiert nach unterschiedlichen Leistungs-, Technologie- und Baustellenbedingungen.

Zu den externen Quellen gehören die Arbeitszeit-Richtwerttabellen, die für den Hochbau als Arbeitszeit-Richtwerte-Hochbau (kurz: ARH) ¹⁹⁰ und

¹⁸⁸ Vgl. HECK,D; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. Skriptum. S. 17

¹⁸⁹ Vgl. DER BAUPROFESSOR: Arbeitszeit-Richtwerte. [http://www.bauprofessor.de/Arbeitszeit-Richtwerte%20\(ARH\)/c67bae94-1cc2-4850-93c8-f28bee07e855](http://www.bauprofessor.de/Arbeitszeit-Richtwerte%20(ARH)/c67bae94-1cc2-4850-93c8-f28bee07e855). Datum des Zugriffs: 06.12.2014

¹⁹⁰ ZENTRALVERBAND D. DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: Arbeitszeit-Richtwerte Hochbau / ARH-Tabelle.

für den Tiefbau als Arbeitszeit-Richtwerte-Tiefbau (kurz: ART)¹⁹¹ vorliegen. Arbeitszeit-Richtwerte sind Zeitwerte und liefern dem Unternehmer, falls keine betrieblichen Kalkulationsansätze vorliegen, die Grundlagen, die er für die Kalkulation seiner Angebote benötigt. Die in der Literatur dargestellten Tabellenwerte geben Auskunft über Arbeitszeit-Richtwerte, Materialbedarf sowie Geräte- und Fremdleistungskosten. Durch entsprechende Richtwerte wird die Plausibilität der Kalkulation kontrolliert.¹⁹²

Arbeitszeit-Richtwerte werden des Weiteren durch Arbeitsstudien bzw. Zeitmessungen ermittelt. Mit diesem Thema beschäftigt sich in Deutschland der Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung.¹⁹³

Die Kalkulanten können auch die Produktinformationen der Lieferanten, vor allem zum Arbeitsaufwand, Verbrauchsinformationen und Datenbanken wie z. B. Kalkulationsansätze der Dynamischen Bau-Daten (kurz: DBD¹⁹⁴) nutzen. Auf dem Markt stehen auch verschiedene Kalkulationssoftwareprodukte, mit teilweise hinterlegten Kalkulationsansätzen zur Verfügung.¹⁹⁵

2.3.2 Kalkulationsansätze im Holzbau

Die Arbeitszeit-Richtwerte, welche den für einen z. B. manuellen Ausführungsvorgang notwendigen Arbeitszeitaufwand zum Ausdruck bringen, werden für die Leistungsgruppe (kurz: LG) Holzbau¹⁹⁶ nur zum Teil, d. h. nur für den zimmermannstechnischen Holzbau angeboten.

In den ARH Tabellen werden Aufwandswerte für Zimmerarbeiten wie Abbund- und Montagetätigkeiten für verschiedene Dachformen, Verschalungen und Verkleidungen an Wänden und Decken, Gesimsen, Ortsgängen und Dachgauben angeführt. Die nachstehende Abbildung stellt beispielweise die Arbeitszeit-Richtwerte der Abbundarbeiten an Dächern zusammen.

¹⁹¹ ZENTRALVERBAND D. DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: Arbeitszeit-Richtwerte Tiefbau / ART-Tabelle.

¹⁹² Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 43, 226

¹⁹³ o.V.: <http://www.refa.de/info/weitere-informationen>. Datum des Zugriffs: 01.12.2014

¹⁹⁴ EBERLE SYSTEME VERTRIEBS: DBD-Kalkulationsansätze. <http://www.eberle-systeme.de/dbd/dbdkalkulationsansaezte.php>. Datum des Zugriffs: 06.12.2014

¹⁹⁵ Vgl. DER BAUPROFESSOR: Qualitätsstufen der Kalkulation. <http://www.bauprofessor.de/Qualit%c3%a4tsstufen%20der%20Kalkulation/dee367f2-b4f9-4760-8e49-925b8098b3d7>. Datum des Zugriffs: 06.12.2014

¹⁹⁶ ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: ARH Holzbau Zimmerarbeiten. Teil 1, 2 und 3.

ARH Arbeitszeit-Richtwerte Hochbau			Zimmerei Holzbau					Abbundarbeiten an Dächern												Z 1.41.10	
Art der Arbeit Dachformen	Konstruktionsbreite	Dachneigung	Auf-/Abladen			Abbinden		Zulagen													
			mit Gerät		von Hand	Rüstzeit	Bearbeitungszeit	Gratsparren gleiche Länge		Kehlsparren gleiche Länge		Grat-/Kehlschifferschnitt herst.	Wechselung herst.	einf. Versatz herst.	doppelter Versatz herst.	einf. Rückversatz herst.	Dübelfräsen		Abgraten Auskehren		
			mit	ohne	Zwischenlagen			bis 2 Stück	über 2 Stück	bis 2 Stück	über 2 Stück					einseitig	zweiseitig				
			h/m²			h/A	h/m	h/Stück												h/m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<p>Sparrendach</p>	bis 10 m	bis 35°	0,20	0,38	1,00	1,50	0,04	0,85	0,55	0,75	0,50	0,16	1,05	0,15	0,28	0,19	0,02	0,03	0,07		
		über 35°					0,04														
	über 10 m	bis 35°					0,03	0,85	0,55	0,75	0,50	0,16	1,05	0,15	0,28	0,19	0,02	0,03	0,07		
		über 35°					0,03														
<p>Pfettendach</p>	bis 10 m	bis 35°	0,20	0,38	1,00	1,50	0,04	0,85	0,55	0,75	0,50	0,16	1,05	0,15	0,28	0,19	0,02	0,03	0,07		
		über 35°					0,04														
	über 10 m	bis 35°					0,03	0,85	0,55	0,75	0,50	0,16	1,05	0,15	0,28	0,19	0,02	0,03	0,07		
		über 35°					0,03														
<p>Flachdach</p>	3 - 8° Neigung		0,20	0,38	1,00	1,50	0,03	0,85	0,55	0,75	0,50	0,16	1,05	0,15	0,28	0,19	0,02	0,03	0,07		

Bild 2.39 Arbeitszeit-Richtwerte Holzbau – Abbundarbeiten an Dächern ¹⁹⁷

Auch das Buch „Plümecke – Preisermittlung im Holzbau“ ¹⁹⁸ liefert die Grundlagen für eine Angebotskalkulation der Zimmer- und Holzbauarbeiten.

Im Kalkulationsheft „Kostendeckende Preise im Holzbau“ vom Institut für Zeitwirtschaft und Betriebsberatung Bau (kurz: IZB) ¹⁹⁹ sind Vorgabewerte über Arbeitszeit-Richtwerte im Holzbau zu finden ²⁰⁰. Das Buch enthält neben den Zeitansätzen auch Lohn-, Maschinen- und Materialkosten für alle gängigen Arbeiten im Zimmererhandwerk.

Mit dem Thema Kalkulation im Holzbau beschäftigte sich auch Dinort in seinem Buch „Richtig kalkulieren im Zimmererhandwerk“ ²⁰¹.

Die oben erwähnten Nachschlagewerke dienen als Grundlage für die Kalkulation im klassischen zimmermannstechnischen Holzbau und enthalten keine Werte für die Herstellung und Montage von BSP-

¹⁹⁷ ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: ARH Holzbau. Tabellen und Erläuterungen. Zimmerarbeiten. Z 1.41.10

¹⁹⁸ PLÜMECKE, K.: Preisermittlung im Holzbau.

¹⁹⁹ IZB INSTITUT FÜR ZEITWIRTSCHAFT UND BETRIEBSBERATUNG BAU: Zeitaufnahmen. http://www.zeittechnik-verlag.de/inhalt.php?id=7757&menu_level=2&id_mnu=10108&id_kunden=1015. Datum des Zugriffs: 01.12.2014

²⁰⁰ Vgl. INSTITUT FÜR ZEITWIRTSCHAFT UND BETRIEBSBERATUNG BAU: Kostendeckende Preise im Holzbau 2011/2012.

²⁰¹ DINORT, G.: Richtig kalkulieren im Zimmererhandwerk.

Bauelementen. In der öffentlich verfügbaren Literatur sind Kalkulationsansätze für anfallende Lohnkosten für BSP-Holzbauweise leider noch nicht vorhanden.

Weil die Holzbauunternehmen keine Ansätze für Brettsperrholzbauten in externen Quellen finden, ermitteln sie diese intern auf Basis der Kalkulationsgrundlagen aus selbst durchgeführten Projekten. Allerdings sind diese Ermittlungen firmeninterne Daten und deswegen auch kaum zugänglich.

Diese Arbeit umfasst eine Studie der Montage eines BSP-Holzbauobjektes mit Ermittlung der Aufwandswerte. Die Lohnkosten während der Montage auf der Baustelle sind direkt von Aufwandswerten und von der Anzahl an eingesetzten Arbeitskräften (kurz: AK) abhängig. Das Wissen der Aufwandswerte ist zur Beurteilung der Effektivität d. h. Ergiebigkeit der Arbeitskräfte oder des gesamten Montageprozesses notwendig.

In den folgenden Kapiteln werden der Ablauf der Studie und die Methode der Datenerhebung auf der Baustelle für BSP-Massivholzbauweise näher beschreiben.

2.3.3 Aufwandswernermittlung

Das Unternehmen d. h. der Bieter schätzt auf Basis der Angaben des Auftraggebers d. h. des Bauherrn über die zu erbringende Leistung die zu erwartenden Herstellkosten. Um Preise für ein Angebot erstellen zu können, muss dieser eine Abschätzung des erforderlichen Aufwandes durchführen. Anhand bekannter Arbeitszeit-Richtwerte kann der Ablauf der Kalkulation beschleunigt werden.

Die Kalkulation bedeutet Erfassung aller Kosten d. h. der Materialkosten, der Gerätekosten, der sonstigen Kosten und unter anderem der Lohnkosten. Die Lohnkosten entstehen durch den Einsatz gewerblicher Arbeitnehmer in z. B. Montageprozessen des Holzbauobjektes. Der manuellen Tätigkeit ist der Begriff Aufwandswert zugeordnet.

Nach REFA²⁰² gilt folgende Definition des Aufwandswertes:

$AW = \frac{\text{Arbeitsaufwand}}{\text{Menge TL}}$	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding-right: 10px;"><i>AW [Std/Einheit] ...</i></td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Aufandswert</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding-right: 10px;"><i>Arbeitsaufwand [Std] ...</i></td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Arbeitsaufwand</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding-right: 10px;"><i>Menge TL [Einheit] ...</i></td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">Menge Teilleistung</td> </tr> </table>	<i>AW [Std/Einheit] ...</i>	Aufandswert	<i>Arbeitsaufwand [Std] ...</i>	Arbeitsaufwand	<i>Menge TL [Einheit] ...</i>	Menge Teilleistung
<i>AW [Std/Einheit] ...</i>	Aufandswert						
<i>Arbeitsaufwand [Std] ...</i>	Arbeitsaufwand						
<i>Menge TL [Einheit] ...</i>	Menge Teilleistung						

Formel 2.2 Aufwandswert nach REFA (in Anlehnung an Girmscheid/Motzko²⁰³)

²⁰² REFA ist der Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation mit Sitz in Darmstadt. REFA (Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung) wurde 1924 in Berlin gegründet.

Unter dem Arbeitsaufwand wird Zeitaufwand in Lohnstunden verstanden. Der Aufwandswert definiert sich also als Quotient aus verbrauchter Arbeitszeit in Lohnstunden und geleisteter Menge in gewählter Einheit, sog. Verrechnungseinheit (kurz: VE).

$AW = \frac{\Sigma LStd}{VE}$	$AW [Std/Einheit] \dots$ $\Sigma LStd [Std] \dots$ $VE [Einheit \text{ z. B. } m^2, lfm, Stk] \dots$	Aufwandswert Summe der Lohnstunden Verrechnungseinheit
-------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

Formel 2.3 Berechnung des Aufwandswertes ²⁰⁴

Aufwandswerte sind die Zeitwerte, die Mitarbeiter benötigen, um eine Einheit eines auszuführenden Gewerkes zu erledigen, z. B. Std/m², Std/m³, Std/lfm usw. Anhand dieser Werte werden die Berechnungen der Dauer der einzelnen Vorgänge und damit in weiterer Folge des gesamten Fertigungsablaufs und des Ressourceneinsatzes durchgeführt. ²⁰⁵

Die Ermittlung von Aufwandswerten auf Basis vorherstehender Formel ist nicht ausreichend, um eine eindeutige Aussage über den Aufwand der auszuführenden Tätigkeiten zu erhalten. Die Bestimmung des Aufwandswertes muss unter Berücksichtigung mehrerer Einflussparameter erfolgen. Dazu zählen die individuellen Randbedingungen der Bauaufgabe, die vorhandenen Plan- und Ausschreibungsunterlagen, das gewählte Bauverfahren oder der Montageablauf, die Baustellenbedingungen, Jahreszeit usw.

Die Zahl der beeinflussenden Faktoren ist sehr groß. Eine detaillierte Aufgliederung der Einflüsse und die Ermittlung der tatsächlichen Aufwandswerte sind während einer Arbeitszeitstudie mit der Aufnahme der Arbeitsvorgänge und Unterbrechungen direkt auf der Baustelle möglich.

In dem nachstehenden Bild sind die Einflussfaktoren auf den Aufwandswert aufgelistet.

²⁰³ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 143

²⁰⁴ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schularbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 301f

²⁰⁵ Vgl. a.a.O., S. 19

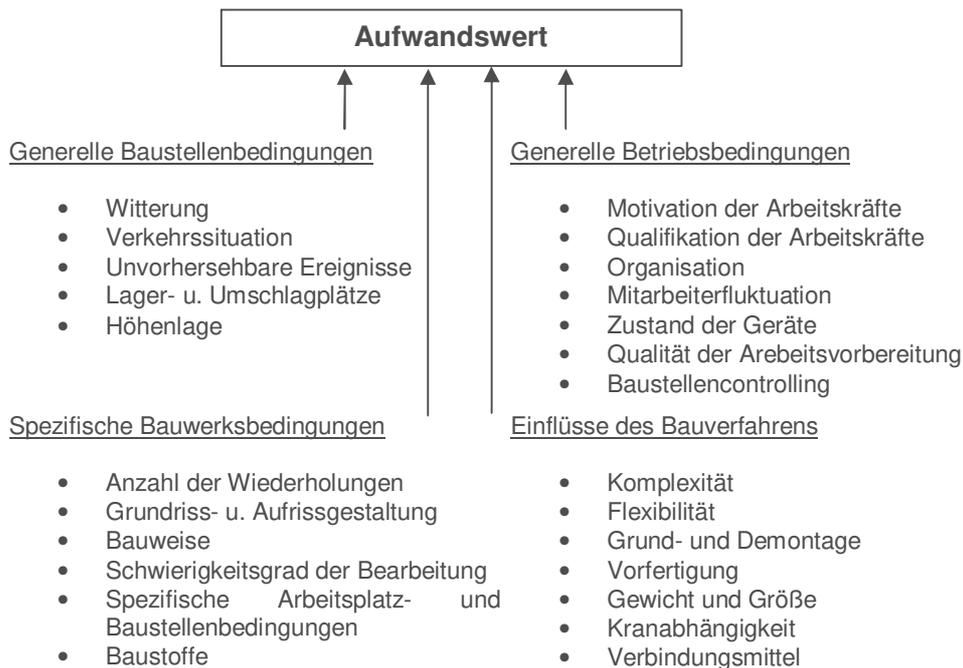


Bild 2.40 Einflussfaktoren auf den Aufwandswert (in Anlehnung an Hofstadler)²⁰⁶

Die leistungsspezifischen Angaben, wie Aufwandswerte sind meistens mehr oder weniger zutreffende Schätzungen. Das Zusammenwirken der vielen Einflussgrößen lässt sich nur in einer laufend durchgeführten Überwachung in jedem Stadium der Realisierung des Projektes erkennen.

Bei Vertragsabschluss bindet sich das Unternehmen an die angebotenen Preise. Zu einem späteren Zeitpunkt d. h. nach der Auftragserteilung, können die Kosten nur in beschränktem Umfang beeinflusst werden.

2.3.4 Leistungswertermittlung

Im Bauwesen und speziell im Massivholzbau ist der Einsatz von großer Gerätschaft auf der Baustelle sehr hoch, da aufgrund der Größe und Gewichte der einzelnen Bauteile die manuelle Manipulation nicht leicht möglich ist. Mit dem Einsatz von Geräten ist, in Abgrenzung zum Begriff des Aufwandswertes bei Lohnkostenkalkulation, der Begriff Leistungswert zu definieren.²⁰⁷ Der Leistungswert wird zur Messung der Leistung bei geräteintensiven Arbeiten verwendet.²⁰⁸

²⁰⁶ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schwierigkeitsgrad von Schalarbeiten - Darstellung der Auswirkungen im IAD. In: Österreichische Bauzeitung, 14/2005. S. 33

²⁰⁷ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 161

²⁰⁸ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. Kapitel 5.2.7 S. 184

Im Allgemeinen wird Leistung als Arbeit pro Zeiteinheit definiert. Unter Arbeit wird im weiteren Sinne eine hergestellte, geleistete, gelieferte oder beförderte Menge verstanden. Leistungswert ist der Zahlenwert, der die in einer Zeiteinheit (kurz: ZE) hergestellte Menge angibt.²⁰⁹

$L = \frac{\text{Menge TL}}{\text{Zeiteinheit}}$	$L \text{ [Einheit/Zeiteinheit]} \dots$	Leistungswert
	$\text{Menge TL [Einheit]} \dots$	Menge Teilleistung
	$\text{Zeiteinheit z. B. [h][d][Wo]} \dots$	Zeiteinheit

Formel 2.4 Leistungswert (in Anlehnung an Girmscheid/Motzko)

Dabei wird sich z. B. die Länge der Fugenverschraubung, Bruttofläche der BSP-Bauteile usw. in einer bestimmten Arbeitszeit ergeben. Die Leistung der geräteintensiven Tätigkeiten hängt von der Anzahl der Geräte ab. Die tägliche Leistung wird auch von der Arbeitszeit und der Anzahl an Arbeitskräften für die jeweiligen Vorgänge beeinflusst.²¹⁰

Der Leistungswert wird berechnet aus dem Quotienten von Arbeitszeit und dem Aufwandswert, multipliziert mit der Anzahl an Arbeitskräften.

$L = \frac{AZ}{AW} \cdot AK$	$L \text{ [VE/ZE]} \dots$	Leistungswert
	$AZ \text{ [h/ZE]} \dots$	Arbeitszeit
	$AK \text{ [Std/h]} \dots$	AK-Anzahl
	$AW \text{ [Std/VE]} \dots$	Aufwandswert
	$VE \text{ [Einheit z. B. m}^3, m^2, lfm]} \dots$	Verrechnungseinheit
	$ZE \text{ [Zeiteinheit z. B. h, d, Wo]} \dots$	Zeiteinheit

Formel 2.5 Berechnung des Leistungswertes²¹¹

Die Leistungswerte für einzelne Tätigkeiten, Baumaschinen oder Prozesse müssen dem Unternehmer bekannt sein, um seine Leistung, Bauverfahren, Bauzeit und Baukosten festlegen zu können. Im Bauwesen verwendete Einheiten sind für die Mengen z. B. m³, m², m, t, Stück und für die Arbeitszeit: Stunden, Tage, Wochen und Monate.

Leistung wird von Ressourceneinsatz, d. h. von den eingesetzten Geräten, Arbeitskräften und von der Arbeitszeit beeinflusst. Die Leistungswerte besitzen begrenzte Genauigkeit und können, sowie andere Kalkulationsansätze, in Abhängigkeit von den Ausführungsbedingungen eines Projektes, wie z. B. Witterung, Bodenverhältnisse, Lage der Baustelle und den gewählten Ausführungsmethoden oder Prozessabläufen stark

²⁰⁹ Vgl. GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. S. 161

²¹⁰ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 91, 93

²¹¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalarbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. S. 301f

variieren. Eine Vielzahl der Einflüsse auf die Leistung ist im nachstehenden Bild zu sehen.



Bild 2.41 Einflussfaktoren auf die Leistung (in Anlehnung an Hofstadler)²¹²

Die Grundlage für die Ermittlung der Kosten einzelner Bau- und Hilfsgeräte sind in der Regel unternehmenseigene Leistungsansätze aus der Nachkalkulation bereits fertig gestellter Bauleistungen. Außerdem können geeignete Ansätze aus der Literatur entnommen werden. Aufgrund der Vielfalt oben genannter Einflussparameter, die die Leistung und somit den Leistungswert direkt beeinflussen, empfehlen sich wiederkehrende Überprüfungen der verwendeten Werte, z. B. mittels einer Zeitaufnahme.

Bei der Zeitaufnahme während Arbeitsstudien stellt sich häufig die Frage, wann ist der Anfang und das Ende des betrachteten Zeitraums und ob zwischen Beginn und Ende der gesamte Zeitraum oder nur bestimmte Teile zu erfassen sind. Antworten für diese Fragen liefert die Methode der Zeitermittlung nach REFA.

2.3.5 Beobachtungsmethode – REFA

Die infolge dieser Arbeit durchgeführte Baustellenanalyse basiert auf der REFA-Methode. REFA ist die Bezeichnung für eine Methode zur Datenerfassung, wie z. B. Zeitaufnahmen und liefert ein Gliederungsschema zur Analyse von Arbeitstätigkeiten, welche sowohl bei Beobachtungen

²¹² Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung - Interaktionsdiagramm für Bewehrungsarbeiten. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 1/2005. S. 55

als auch bei Arbeitsgestaltung herangezogen wird. Diese Methodenlehre verwendet vor allem vorbestimmte Gliederungssysteme bezogen z. B. auf Menschen oder Zeitarten.

Die primäre Gliederungsebene betrifft Menschen, die eine Arbeit ausführen. Diese Personen werden als Arbeitspersonen bezeichnet. Die primäre Gliederungsebene unterscheidet die Arbeitsperson:²¹³

- **im Einsatz** – die Arbeitsperson ist im Arbeitssystem bei der Erfüllung einer Arbeitsaufgabe tätig
- **außer Einsatz** – die Arbeitsperson hat die Tätigkeit aufgrund einer Ursache unterbrochen
- **Betriebsruhe** – die Tätigkeit, welche aufgrund einer gesetzlichen, betrieblichen oder tariflichen Pause, einem Feiertag usw. unterbrochen ist
- **nicht erkennbar** – die Tätigkeit der Arbeitsperson kann keinem der drei anderen Aktivitäten zugeordnet werden oder über diese kann keine genaue Aussage gemacht werden.

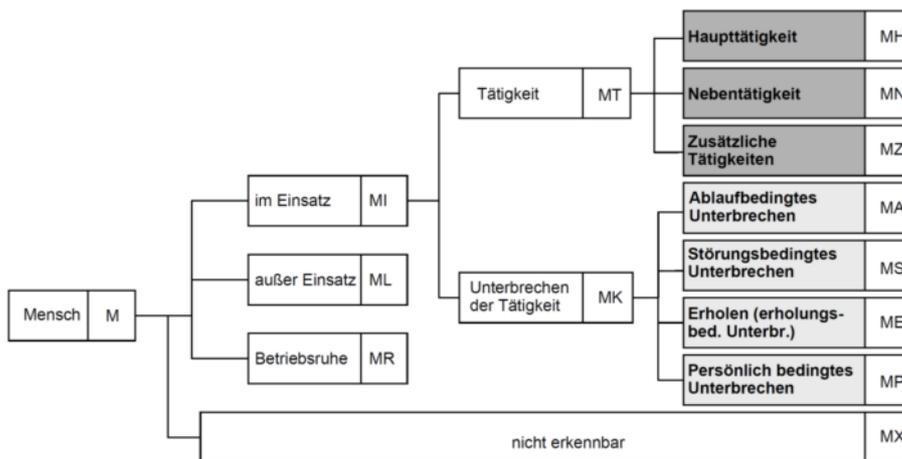


Bild 2.42 Primäre Gliederungsebene bezogen auf den Menschen - Ablaufgliederung nach REFA²¹⁴

Personen im Einsatz sind mit einer Tätigkeit beschäftigt. Die Tätigkeit wird gliedert in:^{215 216}

²¹³ Vgl. REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 2 Datenermittlung.

²¹⁴ LEHRSTUHL UND INSTITUT FÜR ARBEITSWISSENSCHAFT DER RWTH AACHEN: Zeitwirtschaft. http://www.iaw.rwth-aachen.de/download/lehre/vorlesungen/2005-ws-aw1/aw1bo_04_ws2005.pdf. Datum des Zugriffs: 06.12.2014

²¹⁵ Vgl. REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung.

²¹⁶ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. Doktorarbeit. S. 49

- **Haupttätigkeit** – die Arbeitsperson führt die Arbeitstätigkeit aus, welche der Leistungserbringung einer direkt abrechenbaren Position dient, d. h. bei der Arbeitsaufgabe „Montieren“, wenn die Arbeitsperson montiert, oder Arbeitsaufgabe „Fugen Verkleben“ wenn die Arbeitsperson die Fugen verklebt.
- **Nebentätigkeit** – die Arbeitsperson führt nicht direkt die Arbeitsaufgabe aus, die abgerechnet wird, sondern eine, die zur Erbringung der direkt abrechenbaren Position notwendig ist d. h. bei der Arbeitsaufgabe „Montieren“, greift die Arbeitsperson nach einem Schraubendreher oder Material.
- **Zusätzliche Tätigkeit** – Tätigkeit, die eine Arbeitsperson zusätzlich zu Haupt- und Nebentätigkeiten ausführt und nicht dem eigentlichen Bauauftrag entspricht, beispielsweise wenn der Monteur eine Arbeit des Kranführers ausführt.

Zwischen dem Beginn und dem Ende des gesamten Zeitraums wird nicht nur die Arbeit geleistet, sondern es finden auch Arbeitsunterbrechungen statt. Die Unterbrechungen der Tätigkeit gliedern sich in vier mögliche Unterbrechungsarten:^{217 218}

- **Ablaufbedingtes Unterbrechen** – tritt auf, wenn der Arbeitsablauf im Arbeitssystem eine Unterbrechung unvermeidlich macht, z. B. wenn die Arbeitsperson darauf wartet, dass ein Ablauf abgeschlossen wird.
- **Störungsbedingtes Unterbrechen** – liegt vor, wenn der Arbeitsablauf aufgrund einer Störung z. B. gebrochener Bohrer, verschmutztes Werkzeug u. Ä. bzw. äußere Einwirkung unterbrochen wird. Hierzu zählen auch Störungen durch den Vorgesetzten, der eine Frage stellt.
- **Erholungsbedingtes Unterbrechen** – liegt vor, wenn die Arbeitsperson eine erholungsbedingte Pause selbstständig einlegt
- **Persönlich bedingtes Unterbrechen** – bezeichnet alle sonstigen Unterbrechungen der Arbeitstätigkeit wie z. B. der Gang zur Toilette, Rauchen, Trinken oder Essen während der Arbeitszeit.

Die oben genannten Zeitanteile der Tätigkeit und Unterbrechung werden in weiterer Folge entsprechenden Zeitgruppen zugeordnet. Auf diese Weise stellt die REFA-Methodenlehre ein zusätzliches Gliederungssystem zur Verfügung, die sogenannten Zeitarten.

²¹⁷ REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung.

²¹⁸ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. Doktorarbeit. S. 49

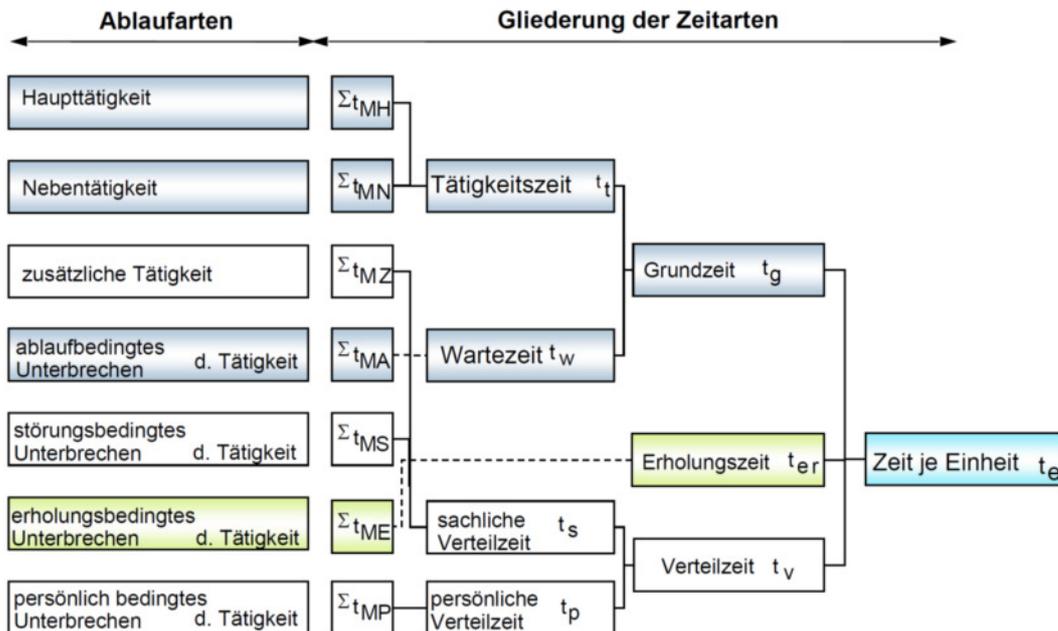


Bild 2.43 Gliederung der Ablaufarten und der Zeitartern nach REFA ^{219 220}

Die REFA-Methodenlehre unterscheidet die folgenden Zeitartern:

- **Grundzeit** mit Unterteilung nach Tätigkeits- und Wartezeit

Grundzeit beschreibt die Summe alle Arbeitszeiten für Haupttätigkeit, Nebentätigkeit sowie der ablaufbedingten Unterbrechungen d. h. Wartezeiten bis ein Ablauf abgeschlossen wird.
- **Erholungszeit**

Die Erholungszeit soll es dem Beschäftigten möglich machen, eine Ermüdung infolge der Tätigkeit abzubauen und sich zu regenerieren. Zeiten für das Warten wegen Störungen, z. B. von Baumaschinen, und fehlenden Stoffen u.a. wird nach REFA mit in der Verteilzeit berücksichtigt. ²²¹
- **Verteilzeit** mit Unterteilung nach sachlicher Verteilzeit (z. B. für zusätzliche Tätigkeit) und persönlicher Verteilzeit (für persönlich bedingtes Unterbrechen)

Unter Verteilzeiten werden jene Zeitanteile verstanden, die nicht der direkten Fertigung oder dem konkreten Rüsten von Maschinen zuge-

²¹⁹ Vgl. REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 2 Datenermittlung. S. 47

²²⁰ LEHRSTUHL UND INSTITUT FÜR ARBEITSWISSENSCHAFT DER RWTH AACHEN: Zeitwirtschaft. http://www.iaw.rwth-aachen.de/download/lehre/vorlesungen/2005-ws-aw1/aw1bo_04_ws2005.pdf. Datum des Zugriffs: 06.12.2014

²²¹ Vgl. BAUPROFESSOR: SUCHMASCHINE FÜR BAUFACHINFORMATIONEN: Zeitartern (nach REFA). [http://www.bauprofessor.de/Zeitartern%20\(nach%20REFA\)/e5fcd9f-5bfe-467d-b8f3-a301d5c0e8fa](http://www.bauprofessor.de/Zeitartern%20(nach%20REFA)/e5fcd9f-5bfe-467d-b8f3-a301d5c0e8fa). Datum des Zugriffs: 10.07.2014

ordnet werden können. Darunter fallen Suchvorgänge, Transporte und Informationsgespräche. Diese Zeitanteile können im Handwerk außerordentlich hoch sein.²²² Dabei handelt es sich beispielsweise auch um Zeiten für zu späten Beginn der eigentlichen Tätigkeit oder Untätigkeiten, die nicht begründbar sind.

Die REFA-Zeitstudien sind für Produktionsprozesse und Arbeitsvorgänge anwendbar. Bei jenen Arbeitsaufgaben, welche von mehreren Arbeitskräften, wie Mannschaften verrichtet werden, stellt REFA zwei grundsätzliche Aufnahmemethoden zu Verfügung:

- die Einzelzeitaufnahme (kurz: EZA) als Zeitmessmethode
- die Multimomentaufnahme (kurz: MMA) als Zählmethode.

Die REFA-Methode teilt die Arbeit in Makro- und Mikroablaufabschnitte ein und unterscheidet diese folgendermaßen:²²³

- Makroablaufabschnitte
 - Gesamtablauf
 - Teilablauf
 - Ablaufstufe
 - Vorgang (= Ablaufelement)
- Mikroablaufabschnitte
 - Vorgang → z. B. Wandmontage
 - Teilvorgang → z. B. Wand anhängen, Schrauben eindrehen
 - Vorgangsstufe
 - Vorgangselement.

Bei der Einzelzeitaufnahme EZA wird die Zeit üblicherweise für einen „Vorgang“ oder „Teilvorgang“ mittels Zeitmessgerät, wie z. B. Stoppuhr gemessen und festgehalten.

„Mit Vorgang wird der Abschnitt eines Arbeitsablaufes bezeichnet, der in der Ausführung an einer Mengeneinheit eines Arbeitsauftrages besteht. Der Vorgang wiederholt sich bei der Ausführung eines Auftrags n-mal. Ein Vorgang besteht im Allgemeinen aus mehreren Teilvorgängen, manchmal aber auch nur aus einer oder mehrerer Vorgangsstufen.“²²⁴

²²² Vgl. BETRIEBLICHER UMWELTSCHUTZ IN BADEN-WÜRTTEMBERG: Verteilzeit. <http://www.umweltschutz-bw.de/?l=2553>. Datum des Zugriffs: 12.07.2014

²²³ Vgl. REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. S. 13f

²²⁴ REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. S. 15

„Teilvorgänge bestehen aus mehreren Vorgangsstufen, die wegen der besseren Überschaubarkeit als Teil der Arbeitsaufgabe zusammengefasst werden.“²²⁵

Eine Abbildung des gesamten Beobachtungszeitraums entsteht demnach durch das Zusammenfügen aller Einzelaufnahmen. Dabei kann jeder Arbeitsabschnitt gesondert betrachtet werden.

EZA stellt jedoch im Bauwesen ein sehr selten verwendetes Verfahren dar. Der Grund ist die Arbeit, die zumeist in Gruppen erfolgt und die Bauabläufe oft parallel an mehreren Arbeitsstellen, die nicht immer gleichzeitig in Sichtweite des Beobachters sind, verlaufen.

Die MMA stellt ein Zählverfahren dar. Vor dem Aufzeichnungsbeginn eines Arbeitsablaufes wird ein bestimmtes Intervall gewählt, oder es werden Zeitpunkte für die Beobachtung festgelegt. Zum Zeitpunkt der Beobachtung wird der ausgewählte (Teil-) Vorgang festgehalten. Es wird dabei keine Erfassung der Dauer des jeweiligen Vorgangs vorgenommen. Ein Vorteil der MMA ist die gleichzeitige Aufnahme mehrerer Arbeiter, ohne den Aufwand für die Datenaufzeichnung wesentlich zu erhöhen.²²⁶

Die Auswahl der Beobachtungszeitpunkte kann:

- zufällig erfolgen, z. B. mit Hilfe der Stunden-Minuten-Zufallstafeln von REFA (die klassische MMA, die vor allem bei zyklischen Arbeitstätigkeiten zum Einsatz kommen sollte), oder
- periodisch (bei einem nicht zyklischen Arbeitsablauf) festgelegt werden – da ist es möglich, ein fixes Beobachtungsintervall (bis zu 10 Minuten) zu wählen.

2.3.6 Anwendung im Holzbau

Die Prozesse auf Baustellen, wie z. B. Montagearbeiten werden viel stärker als in Betrieben der stationären Industrie von Unbestimmtheiten beeinflusst, da jedes Bauwerk individuell geplant und ausgeführt wird. Seriennahes Arbeiten ist selten. Die Ausführung der Bauleistungen wird in der Regel durch mehrere Einflüsse und Unsicherheiten belastet.

Holzbau bietet die unterschiedlichsten Vorfertigungsstufen von Bauteilen, die in Werkstätten hergestellt und auf der Baustelle montiert werden. Die Montage von vorgefertigten Bauteilen wird nach einem Montageplan ausgeführt. Die Verwendung vorgefertigter Bauelemente erspart lange

²²⁵ REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. S. 14f

²²⁶ Vgl. SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. Doktorarbeit. S. 47

Bauzeiten vor Ort und kann zu weniger Störungen der Betriebsabläufe führen.

Für die Zeitanalyse dienen Aufnahmen der einzelnen Montageprozesse direkt auf der Baustelle. Im Holzbau maßgeblich ist die Beobachtungstiefe „Vorgang“ und „Teilvorgang“, weil bei Gruppenzeitaufnahmen der „Teilvorgang“ die kleinste Einheit die erfasst werden kann ist. Weiters werden die Montagearbeiten im Holzbau sehr oft in Gruppen durchgeführt und deshalb ist die Aufzeichnung von „Teilvorgängen“ das am häufigsten verwendete Beobachtungskriterium. Die Vorgangsgliederung ist für eine grobe Zeitaufnahme gut verwendbar, da ein Arbeitsablauf ausreichend genau beschrieben wird.

Die Arbeitsstudie betrifft Menschen, die nach der primären Gliederungsebene im Einsatz, d. h. bei der Erfüllung einer Arbeitsaufgabe tätig sind. Tätig sein bedeutet mit Tätigkeiten wie Haupttätigkeit, Nebentätigkeit und zusätzliche Tätigkeit beschäftigt zu werden. Während der Montagearbeiten können auch verschiedene Unterbrechungen der Arbeitstätigkeit wie ablaufbedingte, störungsbedingte, erholungsbedingte und persönlich bedingte Unterbrechungen eintreten.

In der nachstehenden Tabelle befindet sich die Auflistung der Zeitanteile der Grund-, Erholungs- und Verteilzeit.

Tabelle 2.4 Unterteilung der Arbeitszeit nach Zeitarbeit

Grundzeit	+	Erholungszeit	+	Verteilzeit
Haupttätigkeit Nebentätigkeit ablaufbedingte Unterbrechung		erholungsbedingte Unterbrechung		zusätzliche Tätigkeit störungsbedingte Unterbrechung persönlich bedingte Unterbrechung

Die einzelnen Zeitanteile werden prozentuell zum gesamten Ablauf bzw. zur gesamten Bauzeit ermittelt. Der Anteil der Erholungszeit sollte laut REFA²²⁷ bis zu 5 % und nach Lang²²⁸ bis zu 10 % der gesamten Arbeitszeit betragen. Die Verteilzeit erreicht nach Lang einen Wert von bis zu 25 %. Aus diesen prozentuellen Anteilen an Erholungs- und Verteilzeit resultiert der Anteil an Grundzeit von ca. 70 %.

In den nachstehenden Tabellen sind die Ablaufarten d. h. Haupttätigkeiten und Unterbrechungen des untersuchten Objektes in Brettsperrholzbauweise aufgelistet. Die Summe aller Tätigkeiten und Unterbrechungen ergibt die gesamte Arbeitszeit der Arbeitsabläufe einer Baustelle.

²²⁷ RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 10

²²⁸ LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. S. 109

Tabelle 2.5 Unterteilung der Tätigkeit am untersuchten Objekt

Haupttätigkeit	+	Nebentätigkeit	+	Zusätzliche Tätigkeit
Baustelleneinrichtung		Arbeitsvorbereitung zusammenräumen Airbags aufblasen Transport entladen Holzplattenverkleidung Boden 2.OG Hilfskonstruktion DOKA-Plattform montieren Lüftungszentrale hinaufbringen Zaun, Sicherungen montieren DOKA-Plattform demontieren zwischenlagern von Paletten mit Gipskarton und Profilen Rechnung für Kleinteile bezahlen Arbeitsvorbereitung zweite Baustelle		Fundamentplatte AG - Unebenheiten bereinigen Kran aufstellen Tätigkeit für andere Baustelle
Site Induction				
Montage Schwelle EG				
Montage Wand EG				
Montage Stützen EG				
Montage Unterzüge EG				
Verschraubung AW-IW EG				
Verlegen Decke über EG				
Montage Easi Edge Decke über EG				
Verschraubung Decke über EG				
Demontage Easi Edge Decke über EG				
Montage Schwelle OG				
Montage Wand OG				
Montage Stützen OG				
Montage Unterzüge OG				
Verschraubung AW-IW OG				
Verlegen Decke über OG				
Montage Easi Edge Verschraubung Decke über EG				
Demontage Easi Edge				
Montage Sparren Dach				
Montage Stützen Dach				
Montage Grat Dach				
Verlegen Dachplatte CLT				
Montage Easi Edge				
Verschraubung Dachplatte				
Demontage Easi Edge				

Tabelle 2.6 Unterteilung der Unterbrechungen am untersuchten Objekt

Ablaufbedingte Unterbrechung Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG Kontrolle der Verkabelung, Baubegehung Vorbereitung des AG, Kranstezeit, LKW Ankunft	+	Störungsbedingte Unterbrechung Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung ungenaue Ausführung der Vorarbeiten, zu enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden	+
Erholungsbedingte Unterbrechung Wartezeit Teambesprechung ü. Hindernisse Wasser trinken	+	Persönlich bedingte Unterbrechung eigene Pause vorgegebene Pause Abwesenheit	

Die REFA-Zeitstudie wurde im Rahmen dieser Arbeit für die Montagearbeitsvorgänge angewendet. Die durchgeführte Zeitanalyse erfolgte nach REFA grundsätzlich in drei Schritten:

- Festlegung des Verwendungszwecks, Ausgangsdaten, Vorbereitung der Aufnahme d. h. die Bestimmung der Aufnahmedauer und der Anzahl an notwendigen Messungen, die Auswahl der Aufnahmebögen, sowie die Weiterleitung der hinreichenden Informationen an die Beteiligten
- Durchführen der Zeitaufnahme
- Auswerten d. h. die Prüfung der Richtigkeit und der Vollständigkeit der Aufnahme, die Berechnung der Ist-Einzelzeiten, sowie die Bestimmung der Zeit je Einheit.

Außer den Zeitaufzeichnungen wurden Bezugsmengen, auf welche sich die ermittelten Zeiten beziehen und alle Ereignisse auf der Baustelle die die Arbeitsaufgabe beeinflussten, festgehalten. Eine Bewertung der Arbeitsbedingungen und Einflussgrößen sollen die Reproduzierbarkeit der Studienergebnisse sichern. Dabei wurde auf die erforderliche Anzahl an Beobachtungen geachtet um die statistische Sicherheit der ermittelten Werte zu gewährleisten.

2.3.7 Grundlagen für die Kalkulation

Der Begriff Kalkulation bezieht sich in der Regel auf die Kostenermittlung für eine Leistungseinheit oder eine Leistungsgruppe.²²⁹ Die Kosten dienen in weiterer Folge als Basis für die Preisbildung der einzelnen Güter und Dienstleistungen.

Die Kalkulation beschäftigt sich mit:

- der Vorkalkulation d. h. mit der Kostenerfassung der zu erstellenden Leistungen und der Kosten für Projekte
- der Nachkalkulation d. h. mit der Ermittlung und Auswertung von Ist-Daten.

Die Kalkulation von Bauleistungen umfasst, in Abhängigkeit vom Abwicklungsstadium des Bauauftrages, folgende Kalkulationsarten:

- vor der Auftragserteilung
- nach der Auftragserteilung.

Die Arten der Kostenermittlung, die vor der eigentlichen Bauausführung durchgeführt werden sind:

²²⁹ Vgl. KALVERAM, W.: Industrielles Rechnungswesen. S. 335

- Angebotskalkulation
- Auftragskalkulation
- Arbeitskalkulation
- Nachtragskalkulation.

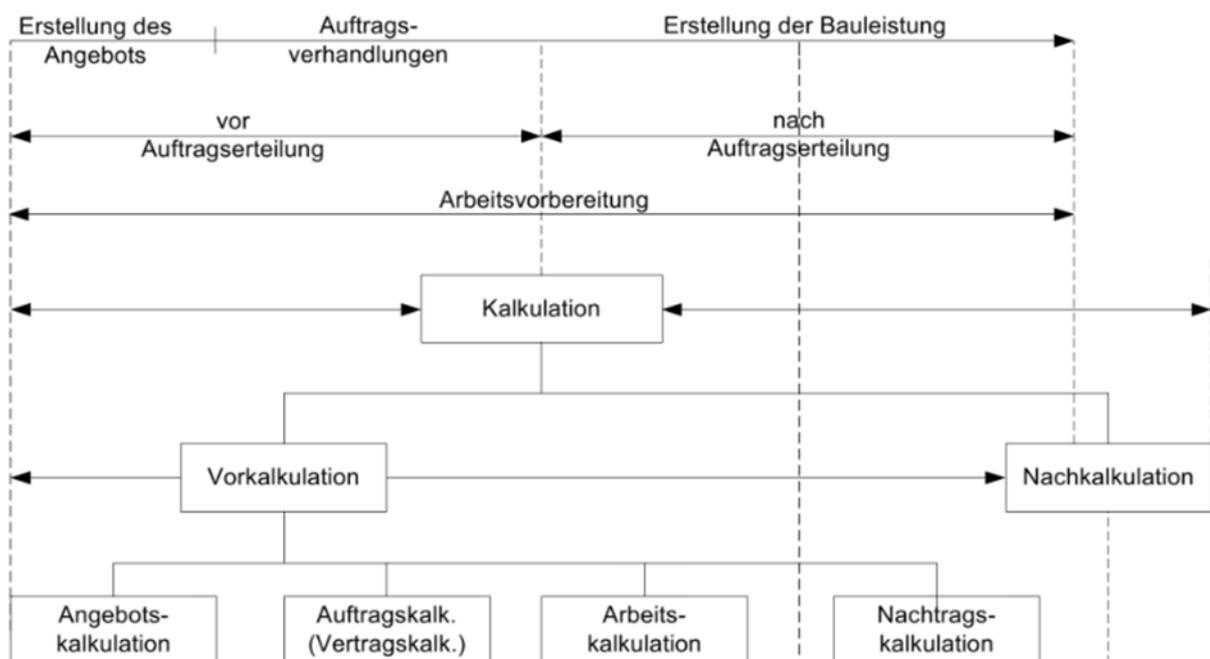


Bild 2.44 Arten der Kalkulation in Abhängigkeit vom Stand der Auftragsabwicklung ²³⁰

Diese Kalkulationsarten werden in der Literatur meist als Vorkalkulation zusammengefasst. Vorkalkulation wird auch als eine Vorform der Angebotskalkulation auf Basis der standardisierten Leistungsverzeichnisse (kurz: LV) genannt. Diese LV dienen als Vorlagen für die Angebotskalkulationen und sind nicht objektbezogene, sondern spartenbezogene Vorlagen wie z. B. jene für den Hochbau oder Straßenbau. Diese Kalkulation beruht meistens auf durchschnittlich nachkalkulierten Leistungsansätzen. ²³¹

Bei der Vorkalkulation handelt es sich um eine Berechnung der Kosten der zukünftig zu erstellenden Leistung, also um vorausschauende Ermittlung, während bei der Nachkalkulation die echten, tatsächlich angefallenen Kosten, sog. IST-Kosten, bereits erstellter Leistungen ermittelt werden.

²³⁰ DREES, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 20

²³¹ Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 17

Aus der nachstehender Auflistung wird ersichtlich, was unter den Begriffen der einzelnen Kalkulationsarten zu verstehen ist.

Tabelle 2.7 Arten der Kalkulation in Abhängigkeit vom Stand der Auftragsabwicklung (in Anlehnung an Hofstadler ²³²)

Art der Kalkulation	Funktion
Vorkalkulation	Im Rahmen der Vorkalkulation werden kosten-deckende Preise für die später zu erbringenden Bauleistungen ermittelt, d. h. es werden Vollkosten berechnet.
Angebotskalkulation	In der Angebotskalkulation werden die vorkalkulierten Kosten verändert, um ein wettbewerbsfähiges Angebot zu erreichen.
Auftragskalkulation	Während den Auftragsverhandlungen werden verbindliche Preise für das Bauvorhaben vereinbart.
Arbeitskalkulation	Im Zuge der Arbeitskalkulation wird eine betriebsintern wirtschaftlich optimale Herstellung des Bauwerks geplant und die Vorgaben für die Ausführung werden formuliert.
Nachtragskalkulation	Nachtragskalkulation ist für Bauleistungen, die nicht im Vertrag enthalten sind, jedoch für zur Ausführung der vertraglichen Leistung notwendig sind oder für welche sich die Preisgrundlagen geändert haben, erforderlich.
Nachkalkulation	Nachkalkulation dient der Ermittlung von Aufwandswerten der erbrachten Leistung als Basis für künftige Vorkalkulationen und zum Vergleich mit Vorgaben aus der Arbeitskalkulation.

Hinweise für den Aufbau der Kalkulation gibt die ÖNORM B 2061: 1999-09-01 – Preisermittlung von Bauleistungen. Sie enthält Richtlinien für die Ermittlung der Preise aller durch das Bauhauptgewerbe und die Bauindustrie auszuführenden Bauleistungen. Die ermittelten Preise sollen die Selbstkosten und das jeweilige Wagnis abdecken und einen angemessenen Gewinn festlegen. Für die Berechnung der Baupreise sieht

²³² Vgl. HOFSTADLER, C.; FRANZL, G.: Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb. S. 200-202

die ÖNORM B 2061 verschiedene Kalkulationsformblätter, die sogenannte K-Blätter vor. Durch diese K-Blätter erfolgt die Bekanntgabe der Kalkulationsgrundlagen des Bieters.²³³

Tabelle 2.8 Aufbau der Kosten- und Preisermittlung nach ÖNORM B 2061:
1999-09-01^{234 235}

Einzelkosten der Leistungen	Baustellengemeinkosten	Gesamtzuschlag	
- Lohnkosten - Materialkosten - Gerätekosten	- einmalige - zeitgebundene - Geräte - sonstige	Gliederung nach Zuschlags-träger: - Lohnkosten - Gehaltskosten - Materialkosten - Gerätekosten - Kosten für Fremdleistungen	
Herstellkosten		Bauzinsen Sonstige Gemeinkosten Geschäftsgemeinkosten	
Selbstkosten			Wagnis Gewinn
= Gesamtpreis			
+ Umsatzsteuer			
= Angebotspreis			

Zur Ermittlung der Kosten und in weiterer Folge der Preise wird im Bauwesen im Regelfall die Zuschlagskalkulation d. h. Kalkulation mit vorberechneten Zuschlägen verwendet.

In der Brettsperrholzbauweise findet die Fertigung der Bauteile im stationären Werk statt. Dabei bleiben die Herstellungsbedingungen meistens gleich, was die Kostenerfassung und die Zuweisung der Kosten zu den Kostenstellen vereinfacht. Nach dem Prinzip der Zuschlagskalkulation wird den bei der Fertigung und Montage entstehenden Lohnkosten und den gesammelten Fertigungsgemeinkosten ein Zuschlag dazugerechnet.²³⁶

Aus den Einzelkosten je Kostenart werden unter Verwendung der Kalkulationsformblätter die Kostenkomponenten des Angebotes gebildet. Durch Aufrechnung des jeweiligen Gesamtzuschlages auf die Kostenkomponenten entstehen die Preiskomponenten des Angebotes. Die Ein-

²³³ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 173

²³⁴ Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 27

²³⁵ Vgl. KROPIK, A.: Die Bedeutung von K-Blättern. In: ZVB, 05/2014. S. 215

²³⁶ Vgl. DREES, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 265

heits- und Pauschalpreise können zusätzlich in die Preisanteile „Lohn“ und „Sonstiges“ aufgliedert werden.²³⁷

Das Produkt aus Einheitspreis und ausgeschriebener Menge ist der Positionspreis. Die Summe der Positionspreise ist der Gesamtpreis. Der Angebotspreis ist der Gesamtpreis zuzüglich der Umsatzsteuer.²³⁸

Voraussetzung einer richtigen Preisbildung ist der korrekte Aufbau des Leistungsverzeichnisses und die genaue Angabe der auszuführenden Leistungen.

Die Unternehmen d. h. die Auftragnehmer (kurz: AN) werden vom Auftraggeber (kurz: AG) durch eine Ausschreibung d. h. eine schriftliche Leistungszusammenstellung aufgefordert ihre Angebote abzugeben. Für Bauausschreibungen in Österreich werden standardisierte Leistungsbeschreibungen für Hochbau (kurz: LB-HB) für die Erstellung von Leistungsverzeichnissen (kurz: LV) herangezogen.

Die derzeit verwendete standardisierte Leistungsbeschreibung im Hochbau, die Version 019 enthält für den Holzbau die Leistungsgruppe (kurz: LG) 36 für Zimmermeisterarbeiten. In diesem Abschnitt der LB-HB fehlen Ausschreibungstexte für neue Holzprodukte wie z. B. Brettsper Holz und für Bau mit vorgefertigten Holzelementen. Um dem konstruktiven Holzbau und Holzmassivbauweise gleiche Chancen, wie dem Bauen mit mineralischen Baustoffen, auf dem Markt zu geben, wird eine Aktualisierung der bestehenden Texte in LB-HB erfolgen.²³⁹

Derzeit erstellen Unternehmen ihre Leistungsverzeichnisse speziell für die im eigenen Betrieb hergestellten Produkte. Weil die Produzenten der Holzprodukte Roh Elemente in verschiedenen maximalen Abmessungen und Stärken der einzelnen Lamellen liefern, entsprechen diese unternehmensintern ausgearbeiteten Leistungsverzeichnisse nicht dem Grundsatz eines standardisierten Ausschreibungstexten.

Diese geplante Überarbeitung der Ausschreibung von Holzbauprojekten aufgrund der bisherigen Erfahrungen soll für den Planer und für die ausführenden Holzbaufirmen eine Grundlage für Standardkalkulation schaffen. Dank geplanten neuen Leistungsverzeichnissen sollen sich der Aufwand beim Erstellen der Angebote für den Auftragnehmer und der Vergleich der angebotenen Leistung für Auftraggeber vereinfachen. Dabei wird eine herstellerneutrale Beschreibung der Bauleistung gefordert. Zudem ist die Rechtssicherheit der standardisierten Ausschreibung größer als bei jenen, die jedes Mal durch Unternehmen neu erstellt werden.

²³⁷ Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 32

²³⁸ Vgl. WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. S. 33

²³⁹ Vgl. HOLZBAU AUSTRIA. FACHMAGAZIN FÜR HOLZBAU UND NACHHALTIGE ARCHITEKTUR: Standardleistungsbeschreibung für den Holzbau .
http://www.holzbaustaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=5002&cHash=6fb8c039606f3ce202da7d8be114083. Datum des Zugriffs: 12.02.2015

Im Massivholzbau mit vorgefertigten Brettsperrholzprodukten erfolgt das Erstellen eines Bauobjektes durch die Montage der Bauelemente. Deswegen wird diese Bauweise im Gegensatz zur Baustellenfertigung, z. B. der Objekte des Mauerwerkbaus, dem sogenannten Montagebau zugeordnet. Die massiven BSP-Platten werden in stationären Holzbaubetrieben, ebenso wie die Betonfertigteile im Betonwerk und Stahlbauteile in Stahlwerk hergestellt. Infolge eines hohen Vorfertigungsgrades der Bauteile wird die Montagezeit verkürzt und dem ausführenden Unternehmen werden niedrigere Kosten auf der Baustelle entstehen. Unter den Montagekosten werden vor allem die Montagelöhne, sowie Kosten für Kran und Hebezeuge verstanden. Die Baustellengemeinkosten bleiben dadurch auf Grund der kurzen Bauzeit gering, da die Montagepartie nur kurze Zeit auf der Baustelle im Einsatz ist.²⁴⁰

Genaueres Studium aller Ausschreibungsunterlagen und ausreichende Überlegungen zum Bauablauf sind die Hauptanforderungen an den Kalkulanten. Gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten gewinnen die Kalkulation und wirtschaftliche Strategien an Bedeutung, um im Wettbewerb zu bestehen. Die Realisierung der Projekte muss durch die Planung, Arbeitsvorbereitung und Controlling unterstützt werden.²⁴¹

²⁴⁰ Vgl. DREES, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. S. 265

²⁴¹ Vgl. STUHR, C.; JAKOB, D.; CH., W.: Kalkulieren im Ingenieurbau. S. 1

2.4 Personalansätze im Holzbau

Die Effizienz der Holzbaumontage wird von einer Vielzahl an Faktoren, wie z. B. Anzahl der beschäftigten Personen, Arbeitsaufgaben, Arbeitsmittel, Arbeitsraum und Arbeitsumgebung beeinflusst. Die Aufträge differieren in der Größe und in den Bedingungen. Der richtige Personaleinsatz ist eine wichtige Aufgabe und beeinflusst den Erfolg einer Baustelle.

Die Montagearbeiten im Holzbau werden in Teams ausgeführt. Durch eine sorgfältige Zusammensetzung bzw. eine gezielte Entwicklung des Teams können die Vorteile gestärkt und die Nachteile der Gruppenarbeit vermieden werden.

Bei der Kalkulation von Lohnkosten für eine Tätigkeit werden alle Kosten erfasst, die durch den Einsatz von Arbeitnehmern im Montageprozess entstehen. Diese Kosten werden im Rechnungswesen Personalkosten oder Personalaufwand genannt.²⁴²

Grundlage für die Personalkosten sind gemäß der ÖNORM B 2061: 1999-09-01 *die Löhne und Gehälter, deren Höhe von kollektivvertraglichen und betrieblichen Vereinbarungen sowie gesetzlichen Bestimmungen abhängig sind. Darüber hinausgehende verbindliche Festsetzungen auf kollektivvertraglicher oder gesetzlicher Basis sind sinngemäß einzuordnen.*²⁴³ Die Zusammensetzung der Lohn- und Gehaltskosten entspricht der ÖNORM B 2061.

2.4.1 Personalaufwand im Holzbau bei den Montagearbeiten

Der notwendige Personalaufwand im Holzbau ändert sich nach der Objektgröße d. h. die Menge der Montagearbeiten und angestrebten Bauzeit. Die Personalstruktur und Montagepartien müssen nicht konstant bleiben. Je nach zur Verfügung stehender Bauzeit und Umfang der zu leistenden Montagearbeiten wird der Personaleinsatz angepasst.

Unter Personaleinsatz ist *die quantitative, qualitative, örtliche und zeitliche Zuordnung der Mitarbeiter zu den einzelnen Arbeitsplätzen zu verstehen. Ziel des Personaleinsatzes ist die optimale Eingliederung der dem Unternehmen zur Verfügung stehenden Mitarbeiter in den Produktionsprozess und Ausschöpfung ihrer Qualifikationen.*²⁴⁴

²⁴² Vgl. GUTENBERG, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. S. 3

²⁴³ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE/ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen - Verfahrensnorm. Pkt.4.1, S. 7

²⁴⁴ BÜHNER, R.: Der Mitarbeiter im Total Quality Management. S. 79

Die Personaleinsatzplanung nimmt im Holzbauunternehmen eine wichtige Funktion ein, weil die vorhandenen Aufträge mit geeigneten Monteuren, die die geforderten Fähigkeiten besitzen, zu besetzen sind.

Eine optimale Anzahl der Arbeitskräfte d. h. die Ermittlung wie viele Personen eine Mannschaft tatsächlich umfasst wird von folgenden Einflussgrößen beeinflusst:

- der Umfang der zu leistenden Montage d. h. die Menge der Leistung
- die tägliche Arbeitszeit
- die zur Verfügung stehende Bauzeit
- die Aufwands- bzw. Leistungswerte
- der Montageablauf
- die Anzahl der Geräte, besonders Hebeeinrichtungen, wie Krane und mobile Hebebühnen
- der verfügbare Arbeitsraum
- die Anzahl der zur Verfügung stehenden geeigneten Mitarbeiter
- die Kosten.²⁴⁵

Bei jeder Arbeit wird eine gewisse Zeit verbraucht. Dieser Zeitverbrauch für eine Tätigkeit wird im Bauwesen als Aufwandswert definiert. Für das Brettsperrholz sind die Aufwands- und Leistungswerte bis dato in der Fachliteratur noch nicht erfasst. Es bestehen derzeit firmeninterne Aufzeichnungen, die nicht der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden. Diese Werte wurden abhängig von innerbetrieblichen Bedingungen und in der Regel aus Erfahrung oder auf Grund der gesammelten Unterlagen, wie Aufschreiben und Tagesberichte nachkalkuliert. Für immer wieder auszuführende Arbeiten lässt sich ein Mittelwert für den Zeitaufwand erkennen. Bei größeren Holzbauunternehmen werden Aufwandszeiten mittels individuellen Zeitaufnahmen ermittelt.

In der mehrgeschossigen Brettsperrholzbauweise wird die Größe des Objektes d. h. die Produktionsmenge meist mittels Bruttoflächen der Wänd-, Decken- und Dachelemente abgeschätzt. Diese Bruttoflächen d. h. die Menge der Teilleistung wird als Unterlage für die erste grobe Berechnung der erforderlichen Mannschaftsgröße bzw. des Personalbedarfs verwendet. Bei der Annahme der Montagedauer und der täglichen Arbeitszeit und mit Hilfe der bekannten Aufwandswerte, wird die erforderliche Anzahl an Arbeitskräften wie folgt ermittelt:

²⁴⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 57

$$AK = \frac{AW \cdot Menge\ TL}{D \cdot AZ}$$

<i>AK [Std/h] ...</i>	Erforderliche AK-Anzahl
<i>Menge TL [m²] ...</i>	Menge Teilleistung
<i>AW [Std/m²] ...</i>	Aufandswert
<i>D [d] ...</i>	Dauer der Tätigkeit
<i>AZ [h/d] ...</i>	Tägliche Arbeitszeit

Formel 2.6 Berechnung der erforderlichen Anzahl an Arbeitskräften (in Anlehnung an Hofstadler ²⁴⁶) für die Plattenelemente

Diese Formel gilt auch für die Berechnung des Personalbedarfs bei der Montage der Holzbauteile, wie z. B. Wandschwellen, Stützen, Treppen usw. In diesen Fällen werden andere entsprechende Mengeneinheiten wie Laufmeter (kurz: lfm), Stückzahl (kurz: Stk) und Kubikmeter (kurz: m³) angewendet. Dabei ist auf die Angabe der Aufandswerte in der richtigen Bezugsgröße zu achten.

In der nächsten Tabelle werden die üblichen Teilleistungen während der Montage eines Objektes in BSP-Bauweise aufgelistet. Unter Anwendung der vorstehenden Formel kann der Personalbedarf für die Montagearbeiten der BSP-Bauelemente abgeschätzt werden.

Tabelle 2.9 Montagearbeiten im Brettsperrholzbau – Aufzählung der Haupttätigkeiten

Tätigkeiten [Einheit]
Nivellierschwelle[m]
Wand [m] bzw. [m ²]
Stützen [m]
Unterzüge [m]
Verschraubung AW-IW [m]
Decke [m ²]
Montage Absturzsicherungen Decke [m ²]
Verschraubung Decke [m ²]
Demontage Absturzsicherungen Decke [m ²]
Sparren Dach [m]
Stützen Dach [m]
Grat Dach [m]
Dachplatte CLT [m ²]
Montage Absturzsicherungen Dachplatte [m ²]
Verschraubung Dachplatte [m ²]
Demontage Absturzsicherungen Dachplatte [m ²]
Ableben [m]
Stiegenloch / Einnetzen [Stück]
Vormontage Stufen / Laufplatte [Stück.]
Montage Stiege / Podest [Stück]
Löcher verschließen (ausschäumen) [m ²]

²⁴⁶ HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 60

Da die Holzbaumontage in direktem Zusammenhang mit dem notwendigen Personal steht, kann über einen gewissen Zeitraum oder bei gewissen Baustellenbedingungen eine Bauzeitverkürzung mit einer Erhöhung der benötigten Zahl an Arbeitskräften erzeugt werden. Eine Erhöhung des Ressourceneinsatzes bedeutet aber keinen verhältnismäßig linearen Leistungszuwachs, der ab bestimmten Grenzen nicht mehr gegeben ist. Eine kleiner werdende Arbeitsfläche bzw. ein engerer Arbeitsraum je Arbeiter führen meistens zu einer degressiv steigenden Leistungskurve bis dahin, dass keine Leistungssteigerung mehr möglich ist.²⁴⁷

In der Regel lassen sich nicht alle potenziellen Projekte eines Holzbaunternehmens mit dem vorhandenen Personal realisieren, da dieses oft knapp gehalten wird.²⁴⁸ Es liegt im Interesse des einzelnen Betriebes, dass die vorhandenen Reserven an Arbeitskräften intensiv genutzt werden.²⁴⁹

Zur Ermittlung des Zeitaufwandes, d. h. der Summe der Lohnstunden, wird die Menge der voraussichtlichen Teilleistung mit dem Aufwandswert multipliziert:²⁵⁰

$\text{Zeitaufwand} = AW \cdot \text{Menge TL}$	$AW [Std/m^2] \dots$	Aufwandswert
	$\text{Menge TL} [m^2] \dots$	Menge Teilleistung

Formel 2.7 Berechnung des Zeitaufwandes

Eine Arbeitskraft (kurz: AK) leistet in einer Zeitstunde [h] eine Lohnstunde [Std]. Die Anzahl der Lohnstunden kann berechnet werden aus der Anzahl der Arbeitskräfte und der Arbeitsstunden=Zeitstunden. Umgekehrt kann eine Zeitstunde eine oder mehrere Lohnstunden beinhalten, wenn z. B. 10 AK mit der Ausführung von Arbeiten beschäftigt sind, ergeben sich daraus 10 Lohnstunden je Zeitstunde [Std/h].²⁵¹ *Eine Zeitstunde [h] bezeichnet den vierundzwanzigsten Teil eines Tages.*²⁵²

Durch die Multiplikation des Zeitaufwandes mit dem Mittellohn werden die Lohnkosten für eine bestimmte Arbeit wie z. B. für die Montage der Deckenplatten berechnet. Der planmäßige Einsatz aller zur Verfügung stehenden Personalressourcen ist die notwendige Voraussetzung zur Erreichung eines positiven Baustellenergebnisses.²⁵³ Dabei geht es immer darum, dass das Personal in der erforderlichen Anzahl mit der

²⁴⁷ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 156

²⁴⁸ Vgl. a.a.O., S. 149

²⁴⁹ Vgl. DACHRODT, H.-G. et al.: Praxishandbuch Human Resources. S. 1156

²⁵⁰ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 184

²⁵¹ Vgl. HOFSTADLER, C.: Produktivität im Baubetrieb. Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste. S. 523

²⁵² a.a.O., S. 526

²⁵³ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 156

erforderlichen Qualifikation zum notwendigen Zeitpunkt und am jeweiligen Einsatzort verfügbar ist.²⁵⁴

Die Ablaufplanung der Holzbaumontage baut auf der Detailkenntnis der auszuführenden Leistungen, wie Montage der Schwellen, Montage der Wandelemente oder Montage der Stiegen usw. auf. Dieses Wissen führt dann zur Abfolge und Dauer der Einzelvorgänge. Die Massenermittlung und die Verwendung von Kalkulationsansätzen führen dann direkt zur Ressourcenplanung.

Während einer Montage der BSP-Bauelemente wiederholen sich die gleichen Vorgänge mehrfach und somit verringert sich die Ausführungszeit je Arbeitsabschnitt. Dieser Effekt wird als Serieneffekt oder Einarbeitung bezeichnet und durch die Überwindung von Anlaufwiderständen bei bestimmten Tätigkeiten auf der Baustelle verursacht. Diese Widerstände kommen durch folgende Einwirkungen zustande:²⁵⁵

- organisatorische Randbedingungen
- Zusammensetzung der Mannschaft
- Eignung und Geschicklichkeit der Arbeitskräfte
- Anzahl der Wiederholung gleicher Arbeitszyklen
- Schwierigkeitsgrad der Arbeiten
- Komplexität der gestellten Aufgabe
- Qualität der Arbeitsvorbereitung
- Witterungseinflüsse
- örtliche Gegebenheiten
- Art der Entlohnung, z. B. Leistungslohn.

Die Anpassung auf den Einarbeitungseffekt kann erfolgen durch die Anzahl an Arbeitskräften oder über die Steuerung der täglichen Arbeitszeit. Dabei sind die gesetzlichen Arbeitszeitbestimmungen und baustellen-spezifische Festlegungen zu beachten.

Die Montagearbeiten an den Baustellen erfordern Flexibilität, weil es während der Ausführung aus verschiedensten Ursachen zu Abweichungen vom geplanten Montageablauf kommen kann. Demzufolge ist eine ständige Koordination von Personal gefordert.

²⁵⁴ Vgl. TIEDTKE, J.: Allgemeine BWL. S. 387

²⁵⁵ Vgl. HOFSTADLER, C.: Schalungs- und Rüsttechnik WS2004/2005. Skriptum. S. 39

2.4.2 Teamzusammensetzung für die Montage

In den Holzbauunternehmen wird eine Montagearbeit in Gruppen bevorzugt. Eine Gruppe bzw. Team ist eine Anzahl von Personen, die über längere Zeit in direktem Kontakt stehen, wobei sich Rollen ausdifferenzieren, gemeinsame Normen und ein „Wir-Gefühl“ entwickeln.²⁵⁶ Das Team erfüllt gemeinsam eine Aufgabe auf der Baustelle. Teammitglieder sind meistens untereinander bekannt und mehr oder weniger vertraut. Vertrauen schafft eine Basis für eine erfolgreiche Zusammenarbeit.

In der BSP-Holzbauweise ist die Montage der Holzbauteile und das Erstellen des Objektes die Aufgabe des Teams. Ein Team für Holzbau montage wird entsprechend der erforderlichen Qualifikation für die Montagearbeiten eines konkreten Objekts zusammengestellt. Jedes Mitglied übernimmt eine bestimmte Rolle innerhalb der Gruppe. Die Mannschaft besteht aus Vorarbeiter und Arbeiter.

Die Mitgliederzahl darf nicht zu hoch sein, denn dann sinkt die Kontaktfähigkeit untereinander und die Effektivität der Zusammenarbeit. Ein zu großes Team spaltet sich in Teilgruppen auf.

Um in einer Gruppe erfolgreich zu arbeiten, ist eine sozial-kommunikative Kompetenz erforderlich, die sog. Teamfähigkeit. Teamfähigkeit ist die Fähigkeit, sich einer Gruppe anzuschließen, und sozial zu agieren um ein gemeinsam verfolgtes Ziel zu erreichen.²⁵⁷

Wie gut eine Zusammenarbeit funktioniert, hängt von der Stärke der Verbindungen zwischen den Personen und deren Eigenmotivation ab. Motivation wird zur Erfüllung einer konkreten Aufgabe initiiert. Es wird zwischen zielorientierten und beziehungsorientierten Motivationsfaktoren unterschieden. Die zielorientierten Motivationsfaktoren sind abhängig von der Aufgabe selbst. Da sich die Teammitglieder persönlich kennen, gibt es außerdem zusätzlich immer beziehungsorientierte Motivationsfaktoren, die Antrieb für eine Zusammenarbeit sind.²⁵⁸

Motivationsprobleme tauchen auf, wenn die Personen sich untereinander teilweise oder gar nicht kennen. Zusätzlich, auf den internationalen Baustellen, kommt es oft vor, dass die Teammitglieder aus verschiedenen Ländern kommen und verschiedene Sprache sprechen. Die Teilnehmer sind in diesem Fall zwangsläufig miteinander, meistens nur für kurze Zeit, bekannt. Dann sind die beziehungsorientierten Motivationsfaktoren deutlich schwächer. Stärkster Motivationsfaktor ist in diesem Fall die

²⁵⁶ Vgl. NERDINGER, F.; BLICKLE, G.; SCHAPER, N.: Arbeits- und Organisationspsychologie. S. 104

²⁵⁷ Vgl. EHOLD, S.: Teamfähigkeit als Social Skill – Zusammenarbeit in der Gruppe . <http://www.enjoyliving.at/gesund-und-fit-magazin/gesunde-seele/persoenelichkeit/soziale-kompetenz/teamfaehigkeit-als-social-skill-zusammenarbeit-in-der-gruppe.html>. Datum des Zugriffs: 14.07.2014

²⁵⁸ Vgl. HAPP, S.: Soziale Gruppen im Unternehmen: Warum Netzwerke so oft nicht funktionieren?. <http://besser20.de/soziale-gruppen-im-unternehmenwarum-netzwerke-so-oft-nicht-funktionieren/2318/>. Datum des Zugriffs: 26.06.2014

persönliche Reputation. Kooperationsbereitschaft ist eine persönliche Einstellung, die durch die Gestaltung des Umfeldes gefördert werden kann.²⁵⁹

Wie schnell die Arbeiten vorankommen, hängt außer von den Baustellenbedingungen und Qualifikationen der Arbeiter, auch von deren Motivation und vom Vertrauen im Team ab. Die Zuordnung einer konkreten Aufgabe erhöht die Motivation der Arbeitskräfte. Als Erfolgskriterium gilt hier die individuelle Motivation, die Aufgabe zu erfüllen. Abhängig von den einzelnen Bauteilgrößen und den Gerätekapazitäten werden bestimmte Arbeiten einzeln oder in kleineren Gruppen durchgeführt.

Auf der untersuchten Baustelle in VK haben zwei bis sieben Personen gleichzeitig gearbeitet. Für die Montage wurde ein gemischtes Team, das auch zum Teil während des Montageablaufs neu besetzt wurde, eingesetzt. Es wurden insgesamt 10 Monteure eingestellt. Die mehrmalige Änderung der Teamzusammensetzung beeinflusste die Dauer des Einarbeitungseffektes für Montagearbeiten.

Während der Arbeitsvorbereitung sollte sich ein Unternehmen überlegen, welche Barrieren bei der Zusammenarbeit auftreten können und wie sie zu lösen sind. Im Team passierten während der Arbeit oft Teilungen in kleinere Gruppen, vor allem auf Grund der Nationalitäten. Die Mitglieder dieser Partie aus drei Ländern haben sich vorher nicht gekannt.

Eine gute Mannschaft verbindet Personen mit gleichen Interessen, gemeinsamen Erfahrungen, ähnlichen Fähigkeiten oder gemeinsamen Zielen. Zudem soll eine bestimmte Zahl von Arbeitskräften im Team nicht überschritten werden. Bei möglicher Arbeitsteilung ab einem gewissen Bauvolumen wird die Mannschaft in zwei oder mehrere Montagekolonnen geteilt.

2.4.3 Kriterien für die richtige Personalauswahl im Holzbau

Der Personalbereich des Unternehmens hat qualitativ und quantitativ ausreichendes Personal zur richtigen Zeit am richtigen Ort sicherzustellen. *Qualität in allen Bereichen erfordert Qualität in der Personalarbeit selbst!*²⁶⁰

In der Baubranche und bei Montagearbeiten sind die Arbeitsbedingungen wie folgt:

²⁵⁹ Vgl. HAPP, S.: Soziale Gruppen im Unternehmen: Warum Netzwerke so oft nicht funktionieren?. <http://besser20.de/soziale-gruppen-im-unternehmenwarum-netzwerke-so-oft-nicht-funktionieren/2318/>. Datum des Zugriffs: 26.06.2014

²⁶⁰ BÜHNER, R.: Der Mitarbeiter im Total Quality Management. S. 89

Die Arbeitsaufgaben sind anspruchsvoll und die Arbeitsanforderungen werden als hoch empfunden.

Belastungen resultieren in erster Linie aus der physikalischen Arbeitsumwelt und einem gewissen Zeitdruck bei der Arbeit.

Arbeitskollegen wie auch Vorgesetzte leisten einen wichtigen Beitrag, um den Arbeitsalltag erträglich und Gesundheit möglich zu machen.

Die zu verrichtenden Tätigkeiten im Holzbau verlangen eine handwerkliche Ausbildung und eine gute körperliche Konstitution.

Voraussetzungen für das Personal im Holzbau sind:

- hohe Einsatzbereitschaft
- genaues, sorgfältiges und selbstständiges Arbeiten
- Teamfähigkeit und gute kommunikative Fähigkeiten
- handwerkliches Geschick
- gutes technisches Verständnis
- räumliches Vorstellungsvermögen
- Bereitschaft zum Arbeiten im Freien und Schwindelfreiheit
- Verantwortungsbewusstsein und zuverlässige Arbeitsweise.

In der Brettsperrholzbauweise kann die Montageleistung von einer einzelnen Person nicht erbracht werden. Daher wird die Aufgabe auf mehrere Personen, die ein Team bilden, aufgeteilt.

Die geplanten Arbeiten werden in der Mannschaft vorher erklärt und besprochen und falls erforderlich, schriftlich festgehalten. Der Vorarbeiter teilt die Arbeit ein, gibt den Monteuren Anweisungen und kontrolliert die Ausführung. Bei Zuordnung einer konkreten Aufgabe wird der Ausbildungsstand der Monteure berücksichtigt. Pläne, Bilder, Tabellen und weitere visuelle Informationen erleichtern die Umsetzung auch für fremdsprachige Mitarbeiter.

In einer Gruppe ergänzen sich verschieden ausgeprägte Fähigkeiten. In gemeinsamen Diskussionen kommt es zum Austausch von mehreren Sichtweisen eines Problems. Ein Teamwork, das gut organisiert ist, reduziert den Gesamtaufwand des Einzelnen und bringt einen positiven Mehrwert mit sich. Auf der anderen Seite ermöglichen Teams Mitläufern, sich zu verstecken. Deshalb ist eine Arbeit im Team nicht für alle gleich gut geeignet.

Die Mannschaft ist dafür verantwortlich, dass die Arbeiten entsprechend den vorliegenden Plänen fachgerecht und effizient ausgeführt werden.

2.5 Sicherheitstechnik im Holzbau

Beschäftigte im Baubereich sind einem besonders hohen Unfall- und Gesundheitsrisiko ausgesetzt. Gefahrensituationen ergeben sich auf der Baustelle am häufigsten bei Arbeiten auf erhöhten Standorten und bei gleichzeitiger Arbeit mehrerer Arbeitskräfte verschiedener Unternehmer. Deswegen werden im folgenden Kapitel Themen betreffend der Arbeitssicherheit auf Baustellen genauer besprochen.

Um geeignete Sicherheitsmaßnahmen festzulegen, sind Kenntnisse über die Grundlagen der Montagetechnik im Holzbau und sicherheitstechnische Vorschriften notwendig.

2.5.1 Grundlagen Montagetechnik

Das Versetzen der Holzbaulemente erfolgt mittels Hebewerkzeug. Für die Montage werden fertige Montagehilfen vom Werk oder eigens angefertigte Hilfen aus Holz oder Stahl verwendet. Bei der Entladung sind die BSP-Wandplatten in der Regel mit zwei bzw. bei Deckenbauteilen mit vier Anschlagpunkten zu versehen. Die Anschlagpunkte sind auf das jeweilige Plattengewicht und die Transportlage abzustimmen. Nur unbeschädigte Gehänge, Ketten oder Anschlagmittel mit ausreichender Tragkraft sowie Lasthaken mit Lasthakensicherung dürfen verwendet werden. Beim Gebrauch der Hebevorrichtungen müssen Vorsichts- und Sicherheitsmaßnahmen angewendet werden.

Im Holzbau wird die gesamte Verbindungstechnik entweder in zimmermannsmäßige oder in ingenieurmäßige Ausführungsmöglichkeiten unterteilt. Als Verbindungsmittel können Nägel, Klammern, Holzbauschrauben (vorwiegend selbstbohrende Holzbauschrauben), Bolzen, Stabdübel und Dübel besonderer Bauart gemäß den Zulassungen verwendet werden.

Die Plattenstöße sind wind- und luftdicht auszuführen z. B. durch Verwendung von Kompribändern, Moosgummibändern, Butylbändern usw. Im Übergang zu Beton, Ziegelmauerwerk usw. sind Holzbauteile vor aufsteigender Feuchtigkeit zu schützen.

Eventuelle Unebenheiten in der Bodenplatte müssen vor Baubeginn nach entsprechender Nivellierung durch Unterlegplatten sog. Unterfütterung oder entsprechende Bodenschwellen ausgeglichen werden. Falls keine durchgehende Auflage der Platten erreicht wird, ist ein sattes Ausfüllen, z. B. mittels Fließmörtel, der Sockelfugen erforderlich.

Über die Montage der BSP-Elemente und Verbindungsdetails wurde detaillierter im Kapitel 2.2.4 angegangen.

Während des Hebens, des Transports, der Montage und Verschrauben der Holzbauteile sind sicherheitstechnische Vorschriften einzuhalten. In der Holzbauweise besonders wichtig ist die Vermeidung von Absturzunfällen. Die Montage der Holzbaulemente findet meist an hoch gelege-

nen Arbeitsplätzen statt. Der Zugang zu diesen Arbeitsstellen erfolgt mittels Arbeitsgerüsten, Leitern und fahrbaren Standgerüsten.

2.5.2 Sicherheitstechnische Vorschriften in Österreich

Gesetzliche Grundlagen des Arbeitsschutzsystems in Österreich sind vor allem das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz ²⁶¹ (kurz: ASchG), das Arbeitsinspektionsgesetz ²⁶² (kurz: ArbIG) und das Allgemeine Sozialversicherungsgesetz ²⁶³ (kurz: ASVG). Auf dem Gebiet der Sicherheit und des Arbeitsschutzes sind Behörden, öffentlich-rechtliche Institutionen und private Organisationen tätig.

Mit dem Schutz und der Erhaltung der Gesundheit der Arbeiter und Angestellten in Österreich sind die Arbeitsinspektion ²⁶⁴ (kurz: AI) und die Allgemeine Unfallversicherung ²⁶⁵ (kurz: AUVA) beauftragt.

Mindestvorschriften für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz auf zeitlich begrenzten oder ortsveränderlichen Baustellen beinhaltet die EU-Richtlinie 92/57/EWG ²⁶⁶. Entsprechend den EU-Richtlinien und dem ArbeitnehmerInnenschutzgesetz ist eine arbeitsmedizinische und sicherheitstechnische Betreuung für alle Beschäftigten notwendig.

Die Baustellenrichtlinie der Europäischen Union wurde in Österreich durch das Bauarbeitenkoordinationsgesetz ²⁶⁷ (kurz: BauKG), BGBl. I Nr. 37/1999 umgesetzt. Die aktuelle Fassung des BauKG ergab sich durch mehrere gesetzliche Änderungen. Die letzte Änderung wurde im BGBl. I Nr. 35/2012 erfasst. Der Geltungsbereich ist in Artikel II, §1 definiert:

(1) Dieses Bundesgesetz soll Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer auf Baustellen durch die Koordinierung bei der Vorbereitung und Durchführung von Bauarbeiten gewährleisten.

²⁶¹ BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: ArbeitnehmerInnenschutzgesetz.
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008910>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

²⁶² BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Arbeitsinspektionsgesetz .
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008840>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

²⁶³ BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Allgemeines Sozialversicherungsgesetz.
<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008147>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

²⁶⁴ SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION
<http://www.sozialministerium.at/site/Arbeit/Arbeitsschutz/Arbeitsinspektion/>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

²⁶⁵ ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNG
<http://www.auva.at/portal27/portal/auvaportal/content/contentWindow?contentid=10007.670874&action=2&viewmode=contententent>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

²⁶⁶ Vgl. BAUSICHERHEIT
<http://www.bausicherheit.at/faq/eu-richtlinie-9257ewg-baustellenrichtlinie/>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

²⁶⁷ BAUKG; Fassung vom 07.01.2015
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009146>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

Ziel des BauKG ist es, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer auf Baustellen durch die Koordination der Tätigkeiten und der Schutzmaßnahmen zu sichern.

Die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten auf Baustellen soll z. B. durch gemeinsame Sicherheitseinrichtungen, wie Gerüste oder Geländer erreicht werden. Diese Sicherheitseinrichtungen sind, neben anderen Maßnahmen, im Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan²⁶⁸ (kurz: SiGePlan) festzulegen.

Der Mindestinhalt des SiGePlanes ist im BauKG geregelt und lässt viel Raum für eigene Gestaltung. Genauer beschrieben ist der Inhalt des SiGePlanes und der Unterlagen für spätere Arbeiten in der ÖNORM B 2107-2: 2014-08-01²⁶⁹.

Die Kenntnis der Gefährdungen, welchen die Arbeitnehmer bei ihrer Tätigkeit ausgesetzt sind, ist die Voraussetzung des präventiven Arbeitsschutzes. Die bauausführenden Unternehmen haben die Gefahrenermittlung und -beurteilung, sowie die Festlegung der Schutzmaßnahmen, die sog. Evaluierung, für die eigenen Arbeiten durchzuführen. Zu diesen Aufgaben ist der Arbeitgeber durch das ArbeitnehmerInnenschutzgesetz und eine Reihe anderer Gesetze verpflichtet.²⁷⁰

Im Folgenden befindet sich die Auflistung verschiedener Gesetze²⁷¹, deren Anwendung mehr Sicherheit und Arbeitsschutz auf österreichische Baustellen mit sich bringen:

Technischer und arbeitshygienischer Arbeitnehmerschutz

- Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – ASchG);
StF: BGBl. Nr. 450/1994 idF BGBl. Nr. 457/1995²⁷²
- Bundesgesetz über die Koordination bei Bauarbeiten (Bauarbeitenkoordinationsgesetz – BauKG), BGBl. I Nr. 37/1999²⁷³
- Verordnung des Bundesministers für soziale Verwaltung vom 11. März 1983 über allgemeine Vorschriften zum Schutz des Lebens, der Gesundheit und der Sittlichkeit der Arbeitnehmer (Allge-

²⁶⁸ Vgl. BAUSICHERHEIT
<http://www.bausicherheit.at/faq/sicherheits-und-gesundheitsschutzplan-sigeplan/>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015

²⁶⁹ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE/ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2107-2 Umsetzung des Bauarbeitenkoordinationsgesetzes (BauKG) - Teil: 2: Verfahren zur Erstellung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzplänen sowie von Unterlagen für spätere Arbeiten.

²⁷⁰ Vgl. SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION
<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/All/Arbeitsschutz/Evaluierung/default.htm>. Datum des Zugriffs: 07.02.2015

²⁷¹ SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION. RECHTSVORSCHRIFTEN.
<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/All/Service/Vorschriften/default.htm>. Zugriff am: 21.09.2014.

²⁷² BGBl. Nr. 457/1995; Fassung vom 01.12.2014.

²⁷³ BGBl. I Nr. 37/1999; Fassung vom 01.12.2014.

meine Arbeitnehmerschutzverordnung – AAV);
StF: BGBl. Nr. 218/1983 idF BGBl. Nr. 486/1983²⁷⁴

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. 77/2014²⁷⁵
- Verordnung des Bundesministers für Arbeit und Soziales über die Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumente (DOK-VO); idF: BGBl. II Nr. 53/1997²⁷⁶
- Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz 2014 (VGÜ 2014); idF: BGBl. II Nr. 26/2014 (VGÜ-Novelle)²⁷⁷
- 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. 77/2014²⁷⁸

Verwendungsschutz

- Bundesgesetz vom 11. Dezember 1969 über die Regelung der Arbeitszeit (Arbeitszeitgesetz) (AZG) idF: BGBl. I Nr. 71/2013²⁷⁹
- Bundesgesetz vom 3. Februar 1983 über die wöchentliche Ruhezeit und die Arbeitsruhe an Feiertagen (Arbeitsruhegesetz – ARG) idF: BGBl. I Nr. 71/2013²⁸⁰
- 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. 100/2014²⁸¹
- 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. 76/2014²⁸²

²⁷⁴ BGBl. Nr. 486/1983; Fassung vom 01.12.2014.

²⁷⁵ BGBl. II Nr. 77/2014; Fassung vom 01.12.2014.

²⁷⁶ BGBl. II Nr. 53/1997; Fassung vom 01.12.2014.

²⁷⁷ BGBl. II Nr. 26/2014; Fassung vom 01.12.2014.

²⁷⁸ BGBl. II Nr. 77/2014; Fassung vom 11.04.2014.

²⁷⁹ BGBl. I Nr. 71/2013; Fassung vom 01.12.2014.

²⁸⁰ BGBl. I Nr. 71/2013; Fassung vom 01.12.2014.

²⁸¹ BGBl. II Nr. 100/2014; Fassung vom 01.12.2014.

²⁸² BGBl. I Nr. 76/2014; Fassung vom 01.12.2014.

- Bundesgesetz über die Beschäftigung von Kindern und Jugendlichen 1987 (Kinder- und Jugendlichen-Beschäftigungsgesetz 1987 – KJBG); idF: BGBl. I Nr. 138/2013²⁸³
- 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. 221/2010²⁸⁴

Die ständig wechselnden Arbeits- und Umgebungsbedingungen bei Bau- und Montagestellen legen eine arbeitsplatzbezogene Vorgehensweise nahe: Es wird für jeden Arbeitsplatz, bei der Verwendung von einer bestimmten Maschine oder eines bestimmten Arbeitsstoffs durch die ausführenden Unternehmen geprüft, welche Gefahren auftreten können. Folgende Bereiche werden untersucht:

- Arbeitsstätte d. h. die Baustelleneinrichtung
- Arbeitsvorgänge
- Arbeitsplätze
- Arbeitsmittel
- Arbeitsstoffe d. h. Baustoffe, Gefahrenstoffe, Abfälle.

Im Holzbau unterliegt Holz als Baustoff einem besonderen Untersuchungskriterium, nämlich dem Brandschutz, der ein sehr breit diskutiertes Thema ist. Für vorgefertigte Holzbauelemente wurden Brandschutzkonzepte und Methoden der Verbesserung des Brandverhaltens entwickelt bzw. erarbeitet.

Die nationalen Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten in Abhängigkeit der neuen europäischen Klassen gemäß ÖNORM EN 13501-1: 2009-12-01²⁸⁵ regelt in Österreich die ÖNORM B 3806: 2012-10-01²⁸⁶. Im Sinne der Harmonisierung der europäischen Normung erfolgt über die Richtlinie 2 – Brandschutz des Österreichischen Institutes für Bautechnik (kurz: OIB) die Überführung in die Landesbauordnungen.

Der Unternehmer hat grundsätzlich die Gefahrenbeseitigung zu organisieren und zu verantworten. Seine Mitarbeiter setzen die Schutzbestim-

²⁸³ BGBl. I Nr. 138/2013; Fassung vom 01.12.2014.

²⁸⁴ BGBl. II Nr. 221/2010; Fassung vom 01.12.2014.

²⁸⁵ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE/ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM EN 13501-1: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten. Norm. S.

²⁸⁶ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE/ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 3806: Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten (Baustoffen) für Luft führende Schächte und Lüftungsleitungen, Gebäudetrennfugen, Doppel- und Hohlraumböden. Norm. S.

mungen um und informieren über neue auftretende Gefahren. Die Einrichtung einer neuen Baustelle bedarf der Durchführung, Anpassung und Optimierung der Gefahrenverhütung.

2.5.3 Sicherheitstechnische Vorschriften im Vereinigten Königreich und Irland

Die Einrichtung einer neuen Betriebsstätte im Ausland ist für ein Unternehmen ein Anlass zur Überprüfung und ggf. Anpassung der Gefahrreuevaluierung an andere gesetzlichen Bestimmungen oder Normen.

Mit den Verordnungen, den Normen und Regeln der Technik ist in der EU ein hoher Sicherheitsstandard vorgegeben. Durch den unterschiedlichen Ausbildungsstand und die unterschiedlichen Fähigkeiten der Mitarbeiter aus verschiedenen Ländern sind entsprechend gesetzlichen Vorgaben weitere Ausbildungsmaßnahmen zu treffen.

Der Arbeitsschutz, engl.: Occupational Safety and Health (kurz engl.: OSH) bedeutet die Summe aller Vorkehrungen und Aktivitäten, welche dem Schutz der Gesundheit und des Lebens der Arbeiter bei ihrer beruflichen Tätigkeit dienen.

Als gesetzliche Grundlagen gelten im Vereinigten Königreich (kurz: VK) und Irland vor allem:

- das Gesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit usw. von 1974: The Health & Safety at Work etc. Act 1974 (kurz: HSWA bzw. HASAWA) im Vereinigten Königreich²⁸⁷
- das Gesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz und Wohlergehen bei der Arbeit 2005: The Safety, Health and Welfare at Work Act 2005 (kurz: SHW) in Irland²⁸⁸.

Die Gewerbeaufsichtsbehörde im VK ist Health & Safety Executive (kurz: HSE)²⁸⁹ und die Behörde für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Irland ist Health and Safety Authority (kurz: HSA)²⁹⁰.

In diesen Gesetzen HASAWA (im VK) und SHWW (in Irland) spiegeln sich die von der Europäischen Union festgesetzten Verpflichtungen des Unternehmens wider. Die Regelungen betreffen die Personen welche regelmäßig für das Unternehmen im Vereinigten Königreich oder für die Republik Irland tätig sind.

²⁸⁷ HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: Health and Safety at Work etc Act 1974. <http://www.hse.gov.uk/legislation/hswa.htm>. Datum des Zugriffs: 08.01.2015

²⁸⁸ IRISH STATUTE BOOK: Safety, Health and Welfare at Work Act 2005. <http://www.irishstatutebook.ie/2005/en/act/pub/0010/>. Datum des Zugriffs: 08.01.2015

²⁸⁹ HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: HSE. <http://www.hse.gov.uk/legislation/enforced.htm>. Datum des Zugriffs: 08.01.2015

²⁹⁰ HEALTH AND SAFETY AUTHORITY: HSA. http://www.hsa.ie/eng/About_Us/. Datum des Zugriffs: 08.01.2015

Die Montage in der Holzbauweise erfolgt mittels Kran und wird durch weitere Hebegeräte wie z. B. fahrbare Hebebühnen unterstützt. Dabei sind folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Wo Vorrichtungen wie Autokräne verwendet werden, wird eine fachspezifische Ausbildung durchgeführt z. B. von Prefabricated Access Suppliers' & Manufacturers' Association (engl. kurz: PASMA)²⁹¹, Construction Industry Training Board (engl. kurz: CITB)²⁹² usw.
- Bei der Planung der Hebearbeiten werden die gültigen Bestimmungen berücksichtigt und ein sicheres Arbeitssystem sog. Safe System of Work²⁹³ (kurz: SSW) erstellt.
- Für Benutzer von Hebevorrichtungen d. h. Personen, die Lasten an den Hebegurten befestigen und Monteure, ist eine Schulung durchzuführen. Diese Ausbildung muss in Übereinstimmung mit Guidance Note GS39 (Training of Crane Drivers and Slings) ²⁹⁴ sein. Es werden nur Personen zugelassen, die ein Zertifikat besitzen, welches von Federation of Civil Engineering Contractors (engl. kurz: FCEC) / Construction Industry Training Board (engl. kurz: CITB)²⁹⁵ Plant Operator's ²⁹⁶ Registration Scheme ausgestellt wurde. Mit diesem Zertifikat erhalten die Arbeitskräfte die Erlaubnis eine Hebevorrichtung zu bedienen.
- Alle Arbeiten in der Höhe sind in den Work at Height Regulations 2005²⁹⁷ (kurz: WAH) geregelt. In Übereinstimmung mit den Bestimmungen der Richtlinien für das Arbeiten in der Höhe, ist es zu gewährleisten, angemessene Zugangsmöglichkeiten bereitzustellen.
- Arbeiten an hochgelegenen Arbeitsplätzen müssen von sicheren Positionen auf einem Gebäude oder von einem Baugerüst bzw. von einer am besten geeigneten Anlage durchgeführt werden. Alle verwendete Leitern und Treppen werden einer Risikoanalyse unterzogen und nur mit einer „permit to work“²⁹⁸, einer Arbeitserlaubnis mit Zu-

²⁹¹ PREFABRICATED ACCESS SUPPLIERS' & MANUFACTURERS' ASSOCIATION: PASMA. <http://www.pasma.co.uk/>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

²⁹² CITB: Health, safety and environment test. <http://www.citb.co.uk/cards-testing/health-safety-environment-test/>. Datum des Zugriffs: 10.07.2014

²⁹³ COMPLIANCE HEALTH & SAFETY: Safe Systems of Work. <http://www.compliancehealthandsafety.co.uk/consultancy-services/safe-systems-of-work.asp>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

²⁹⁴ OCCUPATIONAL HEALTH & SAFETY INFORMATION SERVICE: GS 39. <http://products.ohs.com/Ohsis-SEO/111095.html>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

²⁹⁵ CITB: CITB. <https://www.citb.co.uk/>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

²⁹⁶ CITB: Plant Operator. <http://qa.cskills.org/supportbusiness/routes/jobprofiles/plantoperator.aspx>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

²⁹⁷ THE NATIONAL ARCHIVES: The Work at Height Regulations 2005. <http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2005/735/contents/made>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

²⁹⁸ HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: Permit to Work Systems. <http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeaspermit.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

stimmung vom Sicherheitskoordinator, dürfen diese verwendet werden.

- Um mobile Hebebühnen d. h. Mobile elevating work platforms (kurz: MEWPs)²⁹⁹ zu bedienen, werden Arbeiter und ihren Vorgesetzten engl. Supervisor³⁰⁰ im Gebrauch, der Wartung und Kontrolle dieser Anlagen ausgebildet und schriftlich dazu berechtigt. Die Arbeiter müssen in Übereinstimmung mit der Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998³⁰¹ im VK / Safety, Health and Welfare at Work (General Application) Regulations 2007 (eng. kurz: SHWW)³⁰² d. h. Vorschriften von allgemeiner Geltung in Irland und HSE Guidance - The Approved Code of Practice (engl. kurz: AcoP)³⁰³ für den verwendeten Maschinentyp ausgebildet werden.

Das britische und irische Gesetz zum Schutz der Gesundheit und Unfallverhütung am Arbeitsplatz erfordern hohe Maßnahmen für ein sicheres Arbeitssystem in allen Tätigkeitsbereichen im Bau- und Montagegewerbe. Die durchschnittliche Zahl an Sicherheitsmaßnahmen muss so früh wie möglich geplant werden und ausreichende Materialien müssen verfügbar sein. Alle für das Unternehmen tätige Mitarbeiter, sowohl Angestellte, als auch freie Mitarbeiter oder durch Agenturen vermitteltes Montagepersonal haben eine Reihe von Pflichten, die in den Richtlinien für Sicherheit und Gesundheitsschutz festgehalten sind.

2.5.4 Umsetzung Sicherheitstechnischer Vorschriften im Holzbau

Unternehmen setzen detaillierte spezifische Vorkehrungen und Verfahrensabläufe fest, um zu gewährleisten, dass im Maße des Möglichen die gesetzlichen Bestimmungen der Richtlinien eingehalten werden. Um Unfälle und Zwischenfälle bei den ausgeführten Arbeiten zu reduzieren, ist die Ablauforganisation für Montagemannschaft und Fremdpersonal bindend. Weil auf der Baustelle meistens gleichzeitig Arbeiter mehrerer Unternehmen arbeiten ist die Koordination und Kommunikation zwischen ihnen und dem Bauherrn bzw. dessen Vertretung notwendig.

²⁹⁹ HEATH AND SAFETY EXECUTIVE: Mobile elevating work platforms (MEWPs).
<http://www.hse.gov.uk/construction/safetytopics/mewp.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

³⁰⁰ CITB: Construction Site Supervisor.
http://cskills.org/supportbusiness/construction_training_courses/leadership_and_management/construction_site_supervisor.aspx. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

³⁰¹ THE NATIONAL ARCHIVES: The Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998.
<http://www.legislation.gov.uk/ukxi/1998/2306/introduction/made>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

³⁰² HEALTH AND SAFETY AUTHORITY: Safety, Health and Welfare at Work (General Application) Regulations 2007 .
http://www.hsa.ie/eng/Legislation/Acts/Safety_Health_and_Welfare_at_Work/General_Application_Regulations_2007/. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

³⁰³ HEATH AND SAFETY EXECUTIVE: The Approved Code of Practice (ACOP).
<http://www.hse.gov.uk/construction/cdm/acop.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

Vor der Montage muss auf der Baustelle eine Montageanweisung in schriftlicher Form der Sicherheitskraft zur Überprüfung vorgelegt werden. In der Montageanweisung sind geplante Abläufe und sicherheitstechnische Angaben zur Montage zu beschreiben. Auf der Baustelle sorgt der Vorarbeiter dafür, dass die Vorschriften zur Unfallverhütung eingehalten werden und löst einfachere Probleme selbstständig. Bei größeren Herausforderungen ist eine Unterstützung bei Vorgesetzten zu holen.

Die Umsetzung der Montageanweisungen obliegt dem Montageteam. Der technischen Kommunikation dienen Montagepläne und Ausführungszeichnungen. Von großer Bedeutung sind Informationen über die Größe der Holzbauelemente, die Höhe des Bauwerks und die Öffnungen in Decken- und Dachelementen. Damit können bestehende Absturzgefahren abgeschätzt und entsprechende Schutzvorkehrungen durchgeführt werden.

Eine Beurteilung von Gefährdungen stellt die Grundlage der wichtigsten Entscheidungen hinsichtlich des Arbeitsschutzes dar. Montagearbeiten in der Holzbaubranche gehören zu Arbeiten mit besonderen Gefahren. Im Folgenden sind wesentliche Bereiche der Sicherheitsmaßnahmen aufgelistet.

- Baustellenordnung

Die Allgemeine Baustellenordnung ist ein Dokument und gilt für alle Unternehmen und deren Mitarbeiter während ihrer Tätigkeit auf der Baustelle. Im Rahmen dieses Dokumentes werden die Baustellenorganisation, die Sicherheitsvorkehrungen, der Brandschutz, der Personaleinsatz, die Arbeitszeit, die Baustelleneinrichtung, Versorgungseinrichtungen, Lieferung und Lagerung vom Material, sowie Bau- und Montageausführung festgelegt.

- Zugangs-ausrüstung

Der Baustellenkoordinator plant vor Beginn der Baumaßnahme im Rahmen des Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes die erforderlichen Zugänge zum Arbeitsplatz durch Gerüste oder vorhandene Gebäudetreppen bzw. separate Treppentürme.

- Manuelle Tätigkeiten wie z. B. das Heben und Bewegen

In der Holzbauweise ist auf Baustellen Lastentransport von Hand, trotz der zur Verfügung stehenden Hilfsmittel, oft unvermeidbar. Hohe Gewichte und ungünstige Körperhaltungen können Rückenbeschwerden bis hin zu Schäden der Wirbelsäule verursachen. Um dies zu vermeiden sollten zumutbare Lasten beim Heben nicht überschritten werden. Vor allem sollte auf die Nutzung von Hilfsmitteln, die den Rücken der Mitarbeiter entlasten, wie z. B. Hebehilfe, Tragegurte, Lastenaufzüge, nicht verzichtet werden.

- Maschinen und Anlagen, Holzbearbeitungsmaschinen

In der Brettschichtholzbauweise werden die Bauteile im Werk hergestellt. Während der Fertigung passieren jedoch Fehler oder Ungenauigkeiten. Die fehlerhaften Bauelemente müssen auf der Baustelle durch Sägen, Fräsen, Stemmen, Bohren und Hobeln bearbeitet werden. Dies kann von Hand oder mit Hilfe von Maschinen erfolgen. Eine Verwendung von Maschinen ist dann möglich, wenn die Stromversorgung mit entsprechender Spannung (in VK 100 VAC) oder mittels Akkus und korrekter Verkabelung gewährleistet sind. Eine gute technische Ausrüstung der Mannschaft d. h. des Werkzeugcontainers spielt für eine störungsfreie Ausführung eine wichtige Rolle.

- Arbeiten mit Elektrogeräten

Arbeiten mit Elektrogeräten gehört zu Arbeiten mit besonderen Gefahren. Nur elektrische Anlagen, Maschinen, Geräte, die nach den geltenden elektrotechnischen Regeln geprüft sind, werden verwendet. Der Sicherheitsbeauftragte der Baustelle führte im VK eine gründliche Überprüfung aller Geräte, mobiler Stromerzeuger, Elektrokabel und Akkumulatoren, inklusive Akkus von Laptops und Mobiltelefonen durch. Jedes geprüfte Gerät erhielt danach einen Aufkleber mit Prüfungsdatum und Datum der nächsten Untersuchung.

- Hebeeinrichtungen und Hebearbeiten

Bei der Montage von Holzbauteilen werden Lasten und teilweise auch Personen gehoben. Für Arbeitsmittel zum Heben von Lasten wie z. B. Krane und für die dazugehörigen Lastaufnahmeeinrichtungen und Anschlagmittel sind wiederkehrende Prüfungen und Abnahmeprüfungen durchzuführen. Im Holzbau zu beachten sind Detailregelungen für die Arbeitsmittel zum Heben von Lasten wie Krane, Fahrzeughebebühne, Hubtische, Hubarbeitsbühne und Arbeitskörbe.

- Mobile Hebebühnen

Die Montage von Holzwandelementen wird oft von temporären Arbeitsplätzen, wie z. B. fahrbare Arbeitsbühnen, Hubarbeitsbühnen, Arbeitsgerüsten und Leitern durchgeführt. Beim Aufbau von diesen Arbeitshilfsmitteln sollte die Bodenbeschaffenheit des Untergrundes und die Aufbauhöhe beachtet werden. Bauteile müssen gegen unbeabsichtigtes Ausheben gesichert werden. Die zulässige Gesamtbelastung darf nicht überschritten werden. Für die Benutzung sollte die Betriebsanleitung beachtet und nur qualifiziertes, unterwiesenes Personal eingesetzt werden.

- Kranarbeiten

Kräne werden in der Regel mit einem eigenen Kranfahrer angemietet. Anschläger sind meist eigene Monteure. Zwischen dem Kranführer und dem Anschläger muss die Verständigung durch Handzeichen und Sprache, z. B. mittels Funkgerät, sichergestellt werden.

Eine Montage mit Kran ist nur bei passendem Wetter möglich. Gerade bei Kranarbeiten dürfen die Windverhältnisse nicht unterschätzt werden. Die maximal zulässige Windgeschwindigkeit für Kranbetrieb ist 20 m/s (Windstärke 8). Aber schon bei 12 bis 13 m/s Windgeschwindigkeit (Windstärke 6) können Böen bis zu 20 m/s auftreten. Daher gilt: ab 13 m/s: Kranbetrieb einstellen. Bei Gewitter ist die Arbeit einzustellen.³⁰⁴ Betriebs- und Wartungsvorschriften für Kräne enthält die ÖNORM M 9601: 2012-03-01.³⁰⁵

- Arbeiten an hoch gelegenen Arbeitsplätzen oder Arbeiten auf geneigten Dachflächen

Im Holzbau ist das Risiko eines Absturzes von Konstruktionsteilen wie Wände, Decken und Dächer besonders groß. Der Schutz gegen Absturz wird durch die Verwendung entsprechender technischer Einrichtungen wie z. B. Gerüsten oder Sicherheitssystemen gewährleistet. Das Arbeits- und Schutzgerüst muss die Belastung durch die Arbeitskräfte, Werkzeug und Baustoffe aufnehmen und dient auch gleichzeitig als Absturzsicherung. Durch die Verwendung von Schutzgerüsten sollen sowohl die Arbeitskräfte auf der Baustelle als auch Unbeteiligte vor herabfallenden Teilen geschützt werden.³⁰⁶

- Persönliche Ausrüstung (kurz: PSA)

Die kollektiven Schutzmaßnahmen haben Vorrang gegenüber individuellen Maßnahmen. Falls technische Einrichtungen nicht vorhanden und der Einsatz temporärer technischer Einrichtungen aus betriebs-technischen Gründen nicht sinnvoll sind, kann eine persönliche Schutzausrüstung verwendet werden. Das Arbeiten mit der PSA gegen Absturz wie z. B. mit dem Sicherheitsseil ist nur zulässig, wenn technisch keine andere Lösung möglich ist.

Während der Montage der Holzbauteile direkt aus dem LKW wurde das Auffangsystem d. h. Auffanggurt mit Falldämpfer bzw. Airbags verwendet. Nur das Personal, welches ihre Ausbildung d. h. Schulungen absolviert hatte, durfte die Arbeit mit Anseilschutz übernehmen. Entsprechenden genauen Kontrollen unterliegen alle für die Absturz-sicherung verwendeten Sicherungen: Sicherheitsgeschirr, Höhensicherungsgerät, Falldämpfer usw.

- Explosive Stoffe und Ladestationen für Akkumulatoren

Geräte mit Verbrennungsmotor dürfen nicht im Baucontainer, sondern in separaten Räumen mit ausreichender Belüftung aufgestellt werden.

³⁰⁴ Vgl. EVAL: Betriebsanweisung Krane. http://www.eval.at/Files/Infosammlung/Betriebsanw_Kran.pdf. Datum des Zugriffs: 12.07.2014

³⁰⁵ AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE/ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM M 9601 - Krane und Hebezeuge - Betriebs- und Wartungsvorschriften.

³⁰⁶ Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 233-234

Akkus für Bohrmaschinen dürften auch nur in separaten Räumen aufgeladen werden. Die Versorgung mit vollen Akkus gehört zur Organisation des Montageablaufs.

- Bauholzreste

Im Holzbau bleiben viele Bauholzreste übrig. Beim Sägen, Hobeln usw. entstehen viele Holzreste, die die Gefahr einer Augenverletzung darstellen. Gemäß der Baurestmassentrennungsverordnung ist eine Trennung von Baurestmassen auf der Baustelle in einzelne Stoffgruppen vorgeschrieben. Holzabfälle wurden durch Monteure von der Baustelle entfernt und im Sammelcontainer entsorgt.

- Beschäftigung von Jugendlichen

Besonderen Belastungen und Gefahren am Bau sind Jugendliche ausgesetzt. Jugendliche im Arbeitnehmerschutzrecht sind Personen, die das 15. Lebensjahr vollendet haben und der allgemeinen Schulpflicht nicht mehr unterliegen, bis zu Vollendung des 18. Lebensjahres.³⁰⁷ Jugendliche am Bau stehen zusätzlich in einem Dienst-, Ausbildungs- oder Lehrverhältnis.³⁰⁸ Die Beschäftigung von Jugendlichen regeln in Österreich das Kinder- und Jugendbeschäftigungsgesetz 1987³⁰⁹ (kurz: KJBG) und die Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche³¹⁰ (kurz: KJBG-VO).

Im mehrgeschossigen Holzbau werden großvolumige Brettsperrholzprodukte als Wand-, Decken- und Dachbauteile verwendet. Um die Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bei Montage dieser Elemente zu gewährleisten, werden im Holzbau Hilfsmittel und Sicherheitsausrüstungen verwendet.

Im nachstehenden Bild sind die Schutzmaßnahmen bei Arbeiten auf Dächern d. h. die Dachfanggerüste und Schutzblenden dargestellt.

³⁰⁷ Vgl. SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION : Jugendliche.
<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/Al/Personengruppen/Jugendliche/default.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

³⁰⁸ Vgl. SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Jugendliche am Bau.
<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/Al/Bauarbeiten/Jugendliche/default.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

³⁰⁹ BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Rechtsvorschrift für Kinder- und Jugendlichen-Beschäftigungsgesetz 1987.
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008632>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

³¹⁰ BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Rechtsvorschrift für Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche.
<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009096>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015

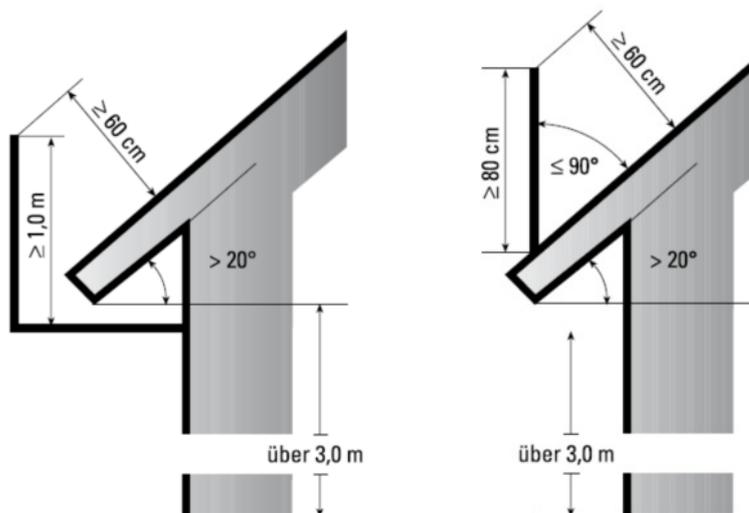


Bild 2.45 Schutzmaßnahmen bei Arbeiten auf Dächern: Dachfanggerüste und Schutzblenden³¹¹

Für die Sicherung der Arbeiter gegen Absturz in VK wurde das britische System Easi-Edge verwendet.³¹² Easi-Edge stellt ein System von Umwehungen und Dachschutzblenden zur Verfügung. Die ganze Konstruktion besteht aus mehreren Stahlteilen, die in verschiedenen Varianten zusammengestellt werden können. Um eine Dachschutzblende am Element zu befestigen, werden Stahlstützen auf der Stirnseite bzw. an der Oberfläche des Deckenelementes mit Schrauben montiert.

Das System Easi-Edge sollte hohe Flexibilität, sowie eine leichte und schnelle Montage sicherstellen. Das war leider hier nicht der Fall. Die Montage der vielen Einzelteile hat sehr viel Zeit in Anspruch genommen. Die Monteure hatten viele Probleme mit der Montage auf Grund nicht zusammenpassender Teile: z. B. waren die Bohrungen in Stahlplatten für die mitgelieferten Schrauben zu klein. Zusätzlich war das Team nicht mit dem System vertraut.

Im nachstehenden Bild ist das Schutzsystem gegen Absturz Easi-Edge zu sehen.

³¹¹ ARBEITSGEMEINSCHAFT BUNDESINNUNG BAU, AUVA, BUAK: Mappe: Sicherheit am Bau. S. D 14.2-14.3

³¹² EASI-EDGE: Easi-Edge protection barriers and safety equipment. <http://www.easi-edge.co.uk/>. Datum des Zugriffs: 31.05.2014

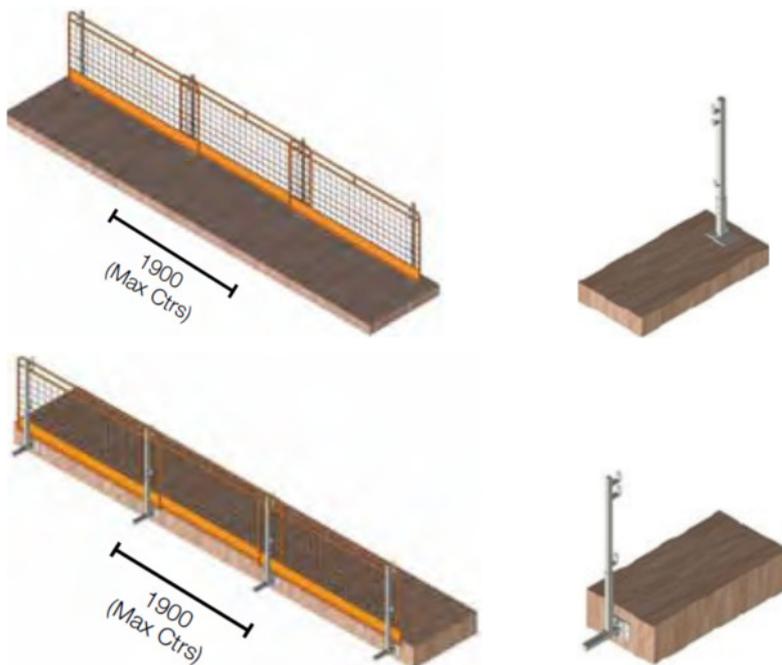


Bild 2.46 Easi-Edge: Montage auf der Plattenoberfläche und an der Stirnseite ³¹³

Die Mitarbeiter sollen baustellenspezifisch unterwiesen werden, damit sie die mit der Arbeit verbundenen Gefährdungen und Belastungen erkennen. Um entsprechend handeln zu können, benötigen sie konkrete Informationen, Erläuterungen und Anweisungen, die von allen, besonders von ausländischen Arbeitnehmern verstanden werden.

Für den Bauherrn, für den Unternehmer und seinen Mitarbeitern ist es wichtig zu wissen, welche Pflichten, Verantwortung und letztendlich Konsequenzen nach Bestimmungen des Arbeitsschutzes zu tragen sind.

Der Bauherr ist für die Planung und Ausführung der Arbeiten verantwortlich, aber er kann einen Koordinator zu beauftragen. Der bestellte Baustellenkoordinator trägt bezüglich der Baustellensicherheit große Verantwortung und muss korrekt bestellt werden. Die Benennung einer Person reicht nicht aus um eine verwaltungsstrafrechtliche Verantwortlichkeit d. h. die Einhaltung der arbeitsrechtlichen Schutzvorschriften zu übergeben. Die Tätigkeit des Baustellenkoordinators und somit seine Verantwortung ist mit Abschluss der Bauarbeiten d. h. mit der Räumung der Baustelle und Übergabe des Bauwerks zur Nutzung an den Bauherrn, abgeschlossen. ³¹⁴

³¹³ EASI EDGE SAFETY SOLUTION: Timber edge protection brochure. <http://www.easi-edge.co.uk/getattachment/01d7331c-6f67-42a6-ae07-148e5ed68fef/easi-edge-timber-edge-protection-brochure.aspx>. Datum des Zugriffs: 31.05.2014

³¹⁴ PICCOLURAZ, P.: Haftung als Baukoordinator. <http://www.pm-anwaelte.at/de/publikationen/paragrafen-mehr/nr-1-juni-2009/haftung-als-baukoordinator.aspx>. Datum des Zugriffs: 08.02.2015

3 Datenerfassung auf der Baustelle

Dieses Kapitel beschreibt die Grundlagen des untersuchten Bauprojektes in Form einer Projektbeschreibung und der planerischen Darstellung. Des Weiteren werden die Methodik der Datenerfassung auf der Baustelle und die damit verbundene baustellenspezifische Problematik dargestellt.

3.1 Grundlagen der Baustelle

Das betrachtete Objekt wurde im Jahr 2013 im Vereinigten Königreich realisiert. Die Erfassung der Daten auf der Baustelle begann am 13. Mai 2013 und endete am 24. Juni 2013.

Die Studie der Arbeitsprozesse im Holzbau und die dafür nötigen Zeitaufnahmen, welche in weiterer Folge die Grundlage für die Aufwandswertermittlung darstellt, wurden im Rahmen des Projektes in Brettsperrholzbauweise erarbeitet. Das untersuchte Bauobjekt wurde an der Ostküste Englands, in Lowestoft, Kirkley Rise durchgeführt. Beim Objekt handelt es sich um ein Gesundheitszentrum (Health Center), welches drei Geschosse aufweist und mit zwei Treppenhäusern sowie einem Aufzug erschlossen wird.

3.1.1 Projektbeschreibung

Das Gebäude besteht aus dem Erdgeschoss (kurz: EG) und dem Obergeschoss (kurz: OG) und weiters aus dem Dachgeschoss (kurz: DG), welches allerdings nur über einem Teil des OGs errichtet wurde. Die oberen Geschosse sind über zwei Treppenhäuser und einen Liftschacht erreichbar.

Insgesamt wurden in diesem Objekt rund 560 m³ Brettsperrholz (kurz: BSP), 20 m³ Brettschichtholz (kurz: BSH) und rund 10 m³ Konstruktionsvollholz (kurz: KVH) verbaut.

Die Firma Wiehag aus Oberösterreich hatte sämtliche Holzbauarbeiten des Gebäudes in ihren Auftrag, die Massivbauarbeiten wurden durch die englische Baufirma Kier Limited als Generalunternehmen durchgeführt. Die Generalplanung übernahm das englische Architekturbüro Chaplin Farrant Limited³¹⁵.

³¹⁵ Chaplin Farrant Limited zu finden unter: <http://chaplinfarrant.com/>

Für die Erstellung der Holzbaupläne war die KW-Holz Ingenieurgesellschaft mbH ³¹⁶ aus Bad Orb Deutschland als Subplaner der Fa. Wiehag zuständig.

Die BSP-Bauteile für die Holzkonstruktion wurden von der österreichischen Stora Enso Timber AG ³¹⁷ als Zukaufmaterial geliefert und BSH-Bauteile von der Wiehag ³¹⁸ GmbH selbst produziert. Das Konstruktionsvollholz wurde bei Schwellen, Pfetten, Laschen und als Füllholz eingesetzt.

Die tragende und aussteifende Konstruktion besteht grundsätzlich aus BSP-Wänden, BSP-Deckenplatten, BSP-Dachplatten, BSP-Laufplatten mit angeschraubten Keilstufen für die Treppen und BSH-Stützen, BSH-Unterzügen, BSH-Dachträgern, BSH-Pfetten, BSH-Grat- und BSH-Kehlsparren.

Um die Schwellen im EG vor aufsteigender Feuchtigkeit zu schützen, wurden auf deren Unterseite Bitumenbahnen befestigt. Die Verbindung zwischen der Betonplatte und den Schwellen wurde mit Betondübeln realisiert. Die Verbindungen zwischen den Holzelementen wurden mit speziell für den Holzbau zugelassenen Schraubverbindungen aus selbstschneidenden Holzschrauben hergestellt, wobei die einzelnen Wandelemente direkt auf die vorher versetzten Schwellen montiert wurden.

Der Niveaueausgleich auf der Stahlbetonbodenplatte wurde mit Kunststoffeinlagen und einer nachträglichen Mörtelfüllung bewerkstelligt. Durch die vorher erwähnte Verwendung der Bitumenbahn wird das Holzelement vor aufsteigender Feuchtigkeit des Mörtels geschützt.

Die Verbindungen zwischen Betonplatte und Holzstützen wurden mit speziellen Winkelprofilen und die Anschlüsse zwischen BSH-Unterzügen und Stützen mit teilweise eingeschlitzten Stahlplatten realisiert. Auf den Auflagerflächen für die Unterzüge bzw. auf den Holzstützen wurden als Unterlage Platten aus Stahl und teilweise Elastomerlagen eingesetzt.

Die nachfolgende Tabelle stellt eine Zusammenfassung aller im Gebäude verbauten Holzelemente dar.

³¹⁶ KW-Holz Ingenieurgesellschaft mbH zu finden unter: <http://www.kw-holz.de/>

³¹⁷ Die Standorten der Stora Enso Timber AG in Österreich: Brand (NÖ), Bad St.Leonhard (Kärnten), Sollenau (NÖ) und Ybbs an der Donau (NÖ)

³¹⁸ Der Standort des Wiehag GmbH: Altheim (OÖ)

Tabelle 3.1 Massen des Bauwerks

EG	Schwelle EG	309,1			6,0		1,0 %	52,6 %
	Stützen EG	28,3	388,6	[m]	1,0		0,2 %	
	Unterzüge EG	51,2			5,8	[m ³]	1,0 %	
	Wand EG	942,2			99,9		17,1 %	
	Turm EG	33,7	1776,0	[m ²]	3,4		0,6 %	
	Decke über EG	800,1			190,4		32,7 %	
OG	Schwelle OG	194,6			2,8		0,5 %	25,7 %
	Stützen OG	18,2	233,7	[m]	1,4		0,2 %	
	Unterzüge OG+DG	20,9			1,8		0,3 %	
	Wand OG	941,5			101,7	[m ³]	17,4 %	
	Turm OG	14,3	1250,3		1,4		0,2 %	
	Wand DG (Technik)	169,5		[m ²]	23,4		4,0 %	
	Decke über OG (Technik)	125,1			17,5		3,0 %	
Dach	Sparren Dach	211,0			7,8		1,3 %	21,7 %
	Stützen Dach	6,8	242,5	[m]	0,3		0,1 %	
	Grat Kehl Dach	24,7			2,0	[m ³]	0,3 %	
	Dachplatte CLT	1061,7	1061,7	[m ²]	116,4		20,0 %	
					583,0	[m ³]	100 %	100 %

Die BSP-Elemente wurden als Nicht-Sichtbarqualität ausgeführt. Die Bauteil- und Anschlussfugen wurden mit speziell im Holzbau Verwendung findenden Luft- und Winddichtungsbändern abgeklebt, um die bauphysikalisch erforderliche Gebäudedichtheit zu erreichen.

Unmittelbar nach der Montage der Holzkonstruktion im Erdgeschoss wurde mit dem Ausbau desselben begonnen, was zu diesem Zeitpunkt eine deutliche Steigerung der Anzahl der gleichzeitig auf der Baustelle beschäftigten Bauarbeiter verschiedener Unternehmen mit sich brachte.

3.1.2 Planliche Darstellung des untersuchten Objektes

Die nachfolgenden Pläne stellen die Grundrisse und Schnitte, sowie die einzelnen Positionspläne der zu versetzenden BSH-Bauteile und BSP-Elemente sowie die Axonometrie des Objektes dar.

Im Folgenden sind zur Veranschaulichung des untersuchten Bauobjektes unterschiedliche Seitenansichten und einige planliche Darstellungen vom Objekt zu finden.

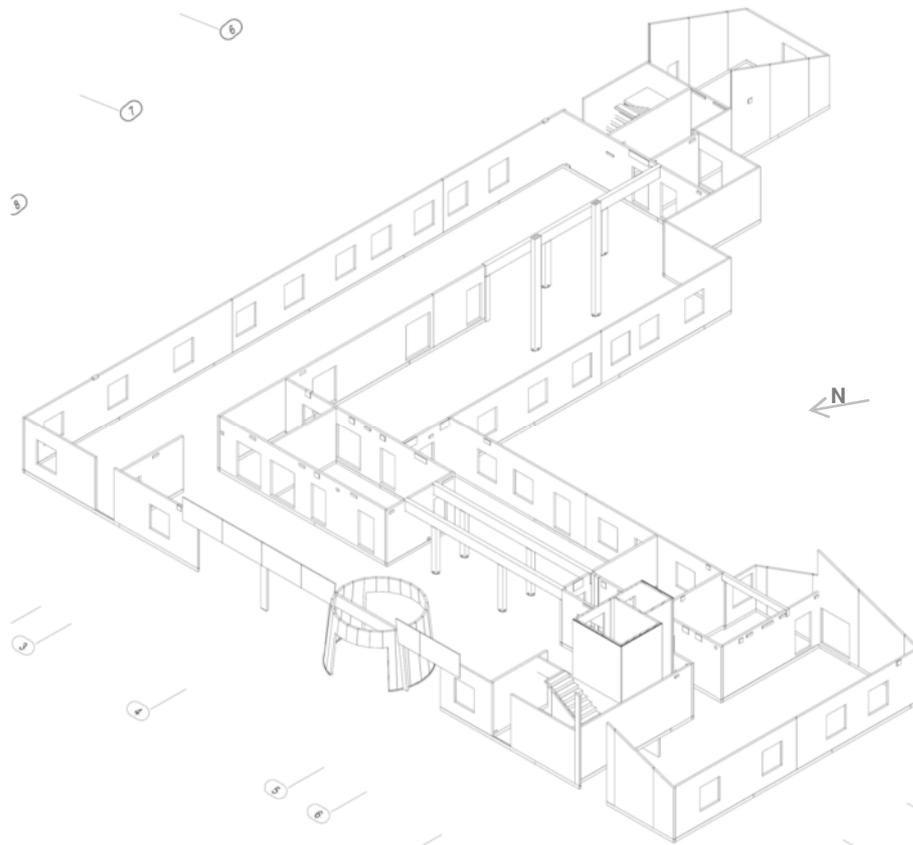


Bild 3.1 Axonometrie-Darstellung des Erdgeschosses

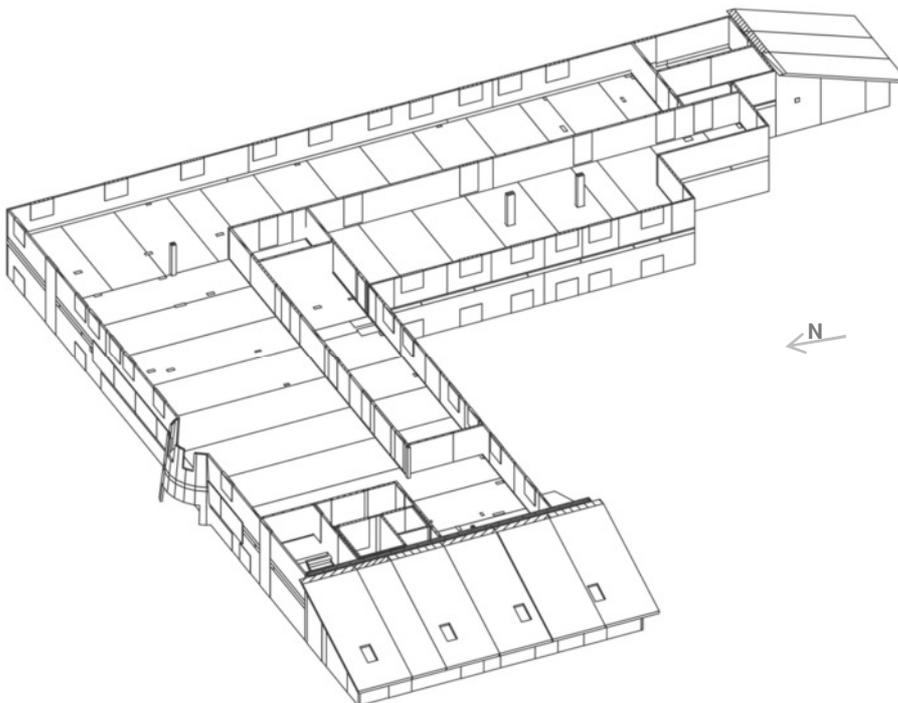


Bild 3.2 Axonometrie-Darstellung des Obergeschosses

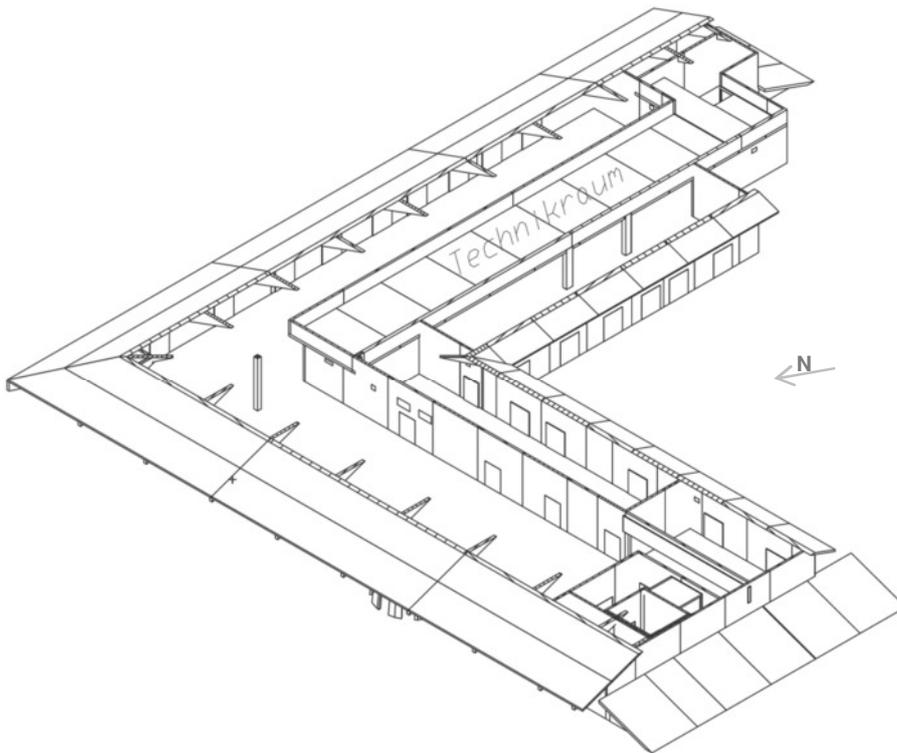


Bild 3.3 Axonometrie-Darstellung des Dachgeschosses (inkl. Technikraum)

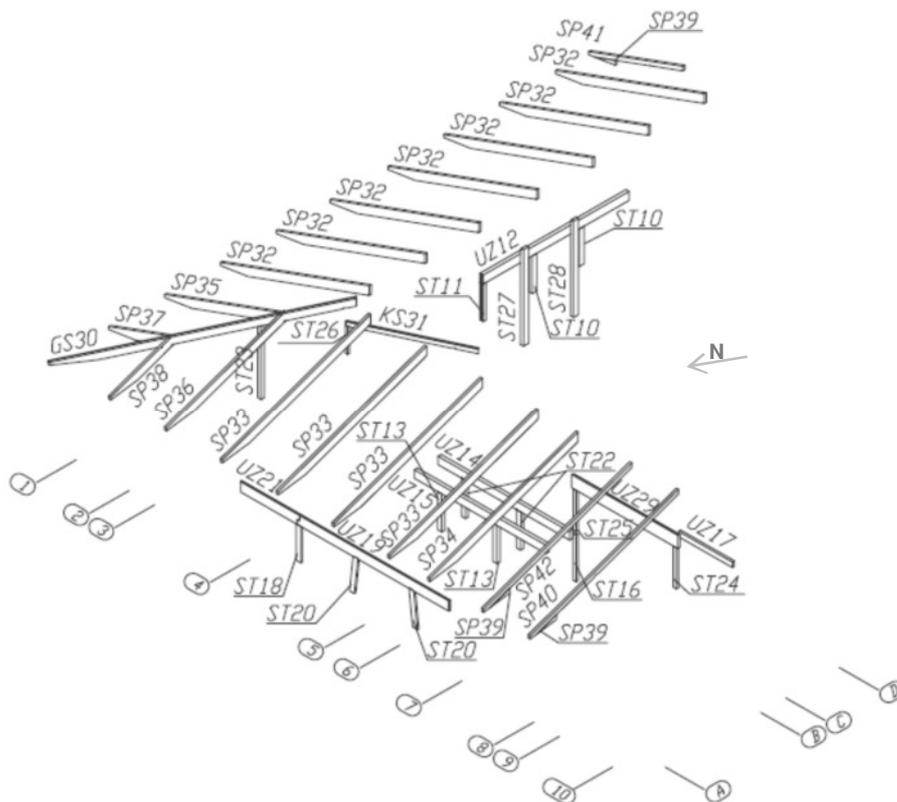


Bild 3.4 Axonometrie-Darstellung der Dachkonstruktion aus Dachträgern, Dachsparren, Stützen und Unterzügen mit zugehörigen Positionsnummern

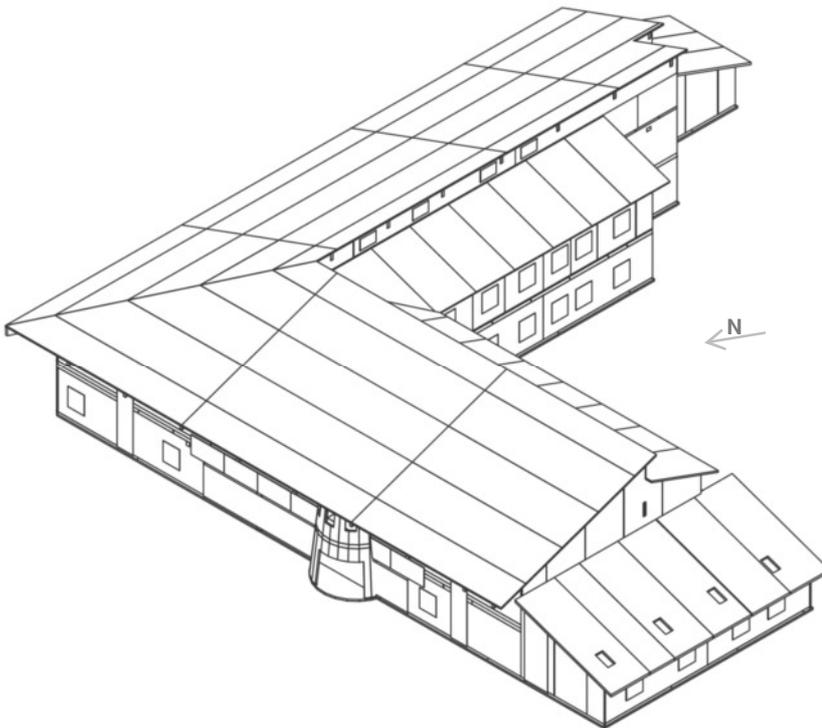


Bild 3.5 Axonometrie-Darstellung des gesamten Gebäudes

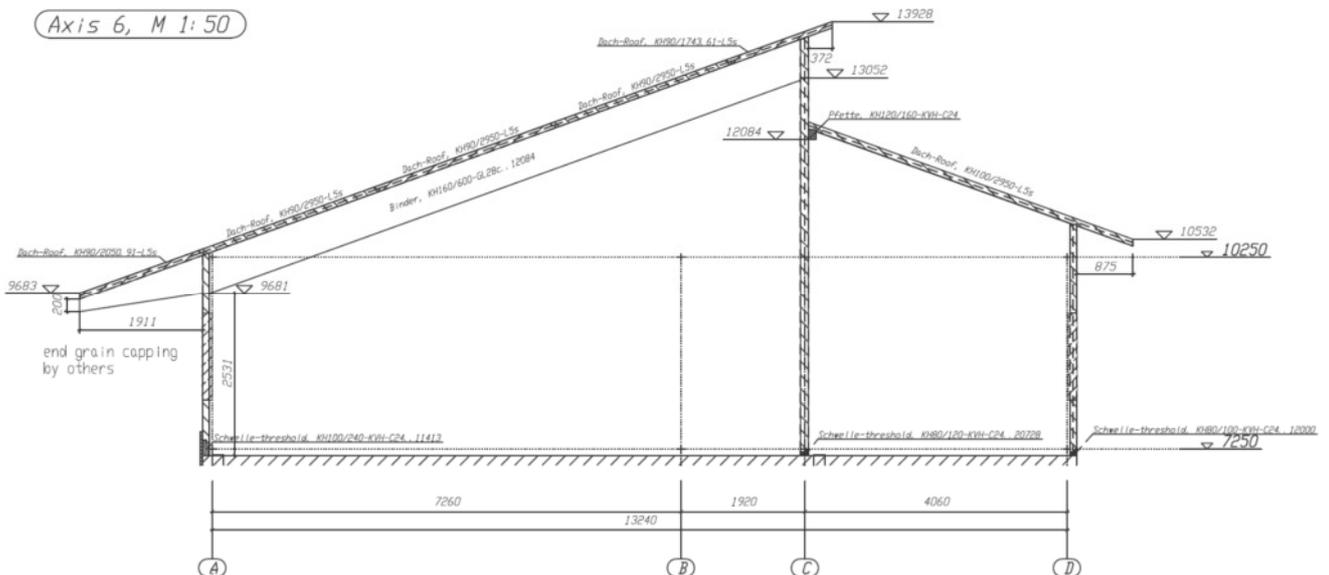


Bild 3.6 Schnitt durch das Gebäude

Die planliche Darstellung mit allen zugehörigen Details, Positionsplänen zur Montage des Objektes war zu Beginn der Montage nicht abgeschlossen bzw. befand sich zu diesem Zeitpunkt in Arbeit. Infolgedessen verfügte die Montagemannschaft vor Ort nicht über alle aktuellen Pläne. Zudem wurden die Pläne in Papierversion teilweise in zu kleinem Maßstab auf die Baustelle mitgeliefert, sodass die Lesbarkeit während der Montage erschwert wurde. Dies konnte durch eine erhöhte Arbeitsvorbe-

reitung auf der Baustelle seitens des Vorbereiters mit elektronischer Unterstützung kompensiert werden.

3.1.3 Beschreibung – Umsetzung des Holzbaus

Der Baubeginn war im Frühjahr 2013, wobei die Monteure am 13. Mai 2013 die Arbeit aufgenommen haben. Vor dem Beginn der eigentlichen Holzbaumontagearbeiten wurde nach den englischen Sicherheitsvorschriften und Gesetzgebungen vor Ort eine Sicherheitsunterweisung (engl. site induction) vorgenommen.

Im Folgenden werden die Ausgangslage und der Montageablauf des Bauobjektes näher beschrieben.

Ausgangslage für die Baustellenuntersuchung:

- Die Betonbauarbeiten der Fundamentplatte wurden teilweise im Vorfeld fertiggestellt.
- Die Fundamentplatte im Bereich des Aufzugsschachtes wurde gerade bewehrt und betoniert.
- Mit den Montagearbeiten wurde auf der Nord-Ost-Seite begonnen.
- Die Versorgung der Baustelle mit elektrischer Energie war sichergestellt.
- Zu Baubeginn waren die Wandachsen seitens des Vermessungstechnikers auf der Betonplatte nicht gekennzeichnet.
- Die Betondecke war nicht restlos von Betonresten gesäubert.
- Die Erdarbeiten rundum des Bauobjektes waren zu Montagebeginn noch nicht abgeschlossen, was wiederum zu Behinderungen der Zugänglichkeit zum Einbauort führte.
- Aufstellflächen für Container und Gerät, welche in der Arbeitsvorbereitung lukriert würden, konnten aufgrund unzureichender Bodenverdichtungsmaßnahmen nicht genützt werden.
- Sanitäre Einrichtungen für die am Bau beteiligten Arbeitskräfte waren nicht installiert.



Bild 3.7 Situation auf der Baustelle vor dem Beginn der Montage

Holzbaumontage der Wände im Erdgeschoss:

1. Vermessung der Achsen der Außenwände (kurz: AW) auf der Bodenplatte.
2. Ausrichtung und Verschraubung der Fußschwelle für die Außenwände beginnend bei Achse 1 / A.
3. Vermessung der Achsen der Innenwände (kurz: IW).
4. Ausrichtung und Verschraubung der Schwelle für die Innenwände im Anschluss an die fixierten Schwelle, unter den Außenwänden.
5. Einheben, Stellen und Fixieren der AW beginnend in der Achse 1. Die vertikale Ausrichtung und Positionierung der Wände erfolgt mit Hilfe von sog. Schrägstützen.
6. Stellen und Fixieren der IW im Anschluss an die fertig montierten Außenwände. Die Verschraubung zwischen Innenwand und Außenwand erfolgte zumeist mit eigenen wenigen Holzbauschrauben. Die statisch erforderliche Gesamtverschraubung erfolgte zu einem späteren Zeitpunkt.
7. Vermessung der Achsen auf der Bodenplatte für die Montage der Wände im Bereich des Aufzugschachtes.
8. Verlegung und Verschraubung der Schwelle im Schachtbereich des Aufzuges.
9. Stellen und Verschrauben der Wände des Aufzuges. Die Wände des Aufzuges reichen jeweils über ein Geschoss.
10. Vermessung, Ausrichtung, Positionierung und Fixierung der Holzstützen mit speziell für den Holzbau zugelassenen Montagewinkeln.
11. Montage aller Unterzüge im EG.

12. Endgültige Verschraubung der Wandanschlüsse AW-AW, AW-IW, IW-IW.
13. Ausrichtung und Verschraubung der Wände im Eingangsbereich im Bereich des sog. Turms.
14. Laufende Kontrollmessungen aller Höhen sowie der Vertikalausrichtung der Wände.
15. Temporäre Fixierung der Absturzsicherungen (engl. Easi-Edge) an den Deckenplatten in den gekennzeichneten Lagerflächen vor der Montage der Deckenplatten.



Bild 3.8 Montage der Schwellen im EG

Holzbaumontage der Decken über dem EG:

1. Verlegung und Fixierung mit Holzbauschrauben der ersten Deckenplatte im Bereich des Aufzugsschachtes.
2. Verlegung und Fixierung der zweiten Deckenplatte im Bereich des Aufzugsschachtes mit gleichzeitiger Demontage des Easi-Edge-Absturzsicherung zwischen den beiden Deckenplatten. Verschraubung der Deckenplatten mit den darunterliegenden Außen- bzw. Innenwänden sowie untereinander im Bereich des Falzes.
3. Legen und Fixierung der restlichen Deckenplatten in selbiger Vorgehensweise wie unter Punkt 1 und 2 beschrieben.
4. Abdeckung aller Aussparungen bzw. Absturzsicherung der Öffnungen im Bereich des Aufzugsschachtes und in den Treppenhäusern.



Bild 3.9 Vormontage des sog. Easi-Edge an den Rändern der Deckenplatten



Bild 3.10 Montage Decke über EG

Nach der Fertigstellung der Decke über dem EG wurde bereits mit den Ausbauarbeiten durch Subunternehmern, wie HKLS, Elektrik, Trockenbau, Fensterbau usw. begonnen. Die Fuge zwischen der durchlaufenden Fußschwelle und der Betonplatte wurde mit Mörtel geschlossen, um eine statisch erforderliche durchgängige Aufstandsfläche sowie die Dichtheit des Anschlusses zu gewährleisten. Die Montage des Obergeschosses erfolgte in derselben Art und Weise wie jene im Erdgeschoss.

Holzbaumontage des Treppenaufganges, des Technikraumes und des Dachgeschosses:

1. Vermessung der Achsen der Wände.
2. Verlegung und Verschraubung der Wandschwellen direkt auf den BSP-Decken.
3. Stellen und Verschrauben der Außen- und Innenwände.
4. Abkleben aller Stoßfugen zwischen den Decken- sowie Wandelementen mit speziellen Dichtbändern für den Holzbau.
5. Vormontage der einzelnen Stufen auf den Treppenlaufplatten im Bereich der Lagerflächen.
6. Montage der Auflagerbalken für die Treppenpodeste auf den Wänden.
7. Montage der Podeste, Einheben der Treppenlaufplatten mit den vormontierten Stufen sowie dem Treppenausgänger im ersten Treppenhaus im Bereich des Aufzugsschachtes. Die Schalltechnische Entkoppelung konnte mit Elastomerlagern gewährleistet werden.
8. Montage des Treppenaufgangs im zweiten Treppenhaus im ostseitigen Bereich des Objektes in gleicher Form.
9. Errichtung der gesamten Hilfskonstruktion für die nachfolgende Montage der Deckenelemente über dem OG im Bereich des Technikraumes.
10. Vormontage der Absturzsicherungen an den zwei kürzeren Rändern der Deckenplatten in den Lagerflächen.
11. Verlegung und Fixierung der Deckenplatten über dem OG im Bereich des Technikraums (Lüftungszentrale).
12. Montage aller Stützen und der Unterzüge im OG.
13. Montage der Außenwand des Technikraumes im DG.
14. Verschraubung der Deckenplatten über OG.
15. Stellen und Verschrauben der Innenwände im DG.
16. Demontage des Easi-Edge im OG.

Das Bauen mit großformatigen BSP-Elementen zeichnet sich durch die geringe Anzahl an Stoßfugen aus, welche mit einem speziellen Klebeband zur Erreichung der Luftdichtheit abgeklebt werden. Bei Bauteilen, welche Löcher für das Anbringen der Hebeschlaufen aufwiesen, wurden diese mit Montageschaum verschlossen, falls sie im künftigen Nicht-Sichtbarbereich des Objektes lagen. Ansonsten wurden diese Bohrungen mit runden Fichtenstoppeln bzw. Scheiben ausgefüllt, um eine gleichmäßige Optik zu erreichen.



Bild 3.11 Montage der Treppenelemente



Bild 3.12 Technikraum im DG

Holzbaumontage der Dachplatten über dem EG in süd- und ostseitigen Bereich des Gebäudes:

Die Montagearbeiten im OG und DG, sowie die Montage der Dachplatten über einem Teil des Erdgeschosses, d. h. in den süd- und ostseitigen Bereichen des Gebäudes verlief folgendermaßen:

1. Montage der Dachfette aus KVH auf der Außenseite der Innenwand.
2. Verlegung und Verschraubung der Dachplatten auf der Außenwand des EGs und auf der vormontierten Dachfette.
3. Vormontage der Absturzsicherung an den Dachplatten.



Bild 3.13 Verlegen Dachplatten über EG



Bild 3.14 Montage des Daches über EG

Holzbaumontage der Dachkonstruktion über dem OG und DG:

1. Montage der Pfette bzw. Auflagerbalken aus KVH auf der Wand in Achse C, sowie Wand zwischen Achse 3 und 4.
2. Nacharbeiten der Aussparungen für die Dachträger.
3. Einheben und Verschraubung der Dachbinder.
4. Montage der Grat- und Kehlsparren.
5. Montage der Stützen im OG.
6. Vormontage des Easi-Edge an den Dachplatten.
7. Verlegung und Fixierung der Dachplatten beginnend im ostseitigen Bereich des Gebäudes.



Bild 3.15 Montage der Dachträger



Bild 3.16 Einheben der Dachplatten

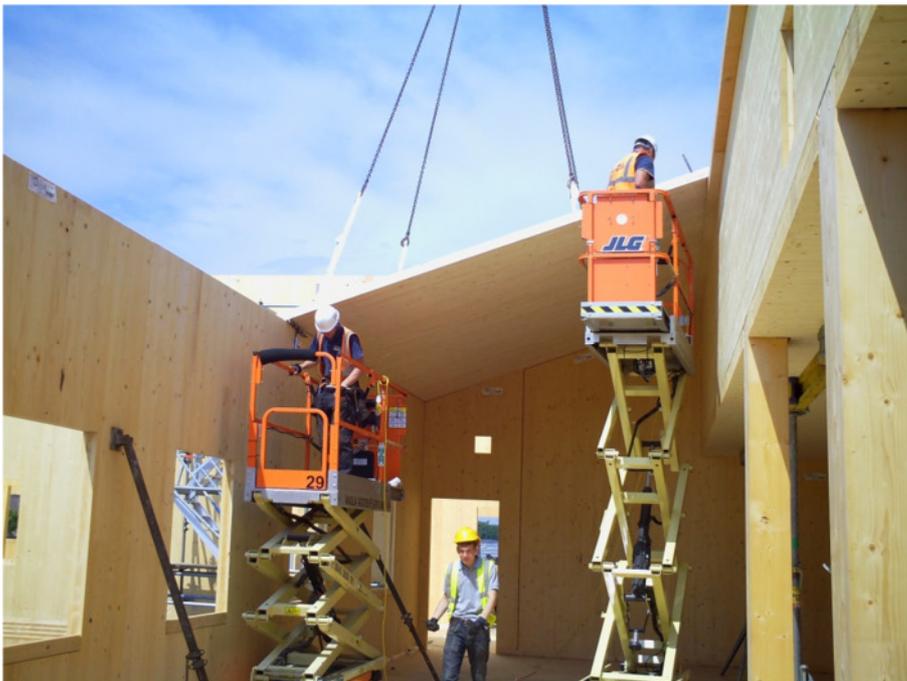


Bild 3.17 Verlegen der Dachplatten

Diese Darstellung der Montage stellt die wesentlichsten Schritte in der Montage des betrachteten BSP-Bauwerks dar. Es sind zur Komplettierung jedoch einige weitere Schritte notwendig, welche an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

Die Datenaufnahme durch die Verfasserin endete am 24.06.2013. Zu diesem Zeitpunkt waren die Montagearbeiten des Holzbauobjektes noch

nicht gänzlich abgeschlossen. Das bedeutet, dass die Dachplatten im Bereich des Aufzugschachtes, zwischen Achsen C und D bzw. zwischen Achsen 4 und 8 noch nicht fertig montiert waren. Ebenso war die gesamte Verschraubung der Dachplatten nicht abgeschlossen.

Die Montage der BSP-Elemente des beschriebenen Objekts wurde in insgesamt acht Wochen realisiert. Die restlichen Montagearbeiten am Bauwerk, Fassade und der gesamte Innenausbau wurden in den folgenden Wochen abgeschlossen.



Bild 3.18 Stand der Baustelle am letzten Tag der Datenaufnahme

3.2 Erfassung für die Aufwandswertermittlung

Aufandswerte sind Eingangsgrößen in eine Kalkulation und können einerseits aus der Literatur entnommen, aus Erfahrung abgeleitet oder aus durchgeführten Zeitstudien ermittelt werden. Die Datenaufnahme, sowie ihre Auswertung, wurde entsprechend der REFA-Methodenlehre durchgeführt. Die theoretischen Grundlagen diesbezüglich wurden bereits im Kapitel 2.3.5 erläutert.

Im Bauwesen werden die zu erwartenden Lohnkosten einzelner Positionen im Vorhinein ermittelt. Dabei folgen Kalkulanten generell der Ermittlung der Kosten pro Stunde in Form der sog. Mittellohnkosten (kurz: MLK) des ÖNORM B 2061 und der Positionskalkulation unter Zuhilfenahme von Aufwands- und Leistungswerten.

Diese Werte müssen individuell für jedes Bauvorhaben abgeschätzt werden, auch wenn das geplante Bauwerk mit einem bereits erstellten identisch erscheint. Eine detaillierte Planung und exakte Arbeitsvorbereitung sorgen für einen reibungslosen Ablauf der Bauarbeiten. Speziell Montagearbeiten im Holzbau werden von zahlreichen Einflüssen, den sog. Baustellenrandbedingungen, beeinflusst.

3.2.1 Allgemeine Beschreibung – Baustellenspezifisches

Der Erfolg einer Studie liegt in der detaillierten Beschreibung der auftretenden Arbeitsvorgänge, da die Arbeitsabläufe von zahlreichen Einflüssen und verschiedenen Randbedingungen abhängen. Das Geschehen auf der Baustelle ist im Regelfall kaum wiederholbar, daher wurden während der Aufnahme zahlreiche Informationen durch den Beobachter festgehalten.

Im Folgenden werden die Baustellenrandbedingungen beschrieben:

- Ort der Baustelle

Da sich die Baustelle direkt in einem Siedlungsgebiet befand, wurde der Baustellenbetrieb von offizieller Seite zwischen 8 und 17 Uhr auf Grund von Lärmbelästigung gegenüber Anrainern genehmigt. Um den Montagevorgang zu beschleunigen, wurden Arbeiten mit geringer Lärmbelästigung zwischen 7 und 8 Uhr morgens durchgeführt, wie beispielsweise die tägliche Baustelleneinrichtung. Ab der dritten Montageweche wurden Arbeiten auch an Samstagen von 8 bis 13 Uhr zugelassen.
- Transport und Baustellenlogistik

Der Transport von allen Holzbauteilen d. h. den BSP-Platten, den BSH-Trägern und sonstigen Hilfsmaterialien wurde unter Zuhilfenahme der Reihenfolge der geplanten Montagearbeiten organisiert. Aufgrund der Tatsache, dass die Montage nicht im ursprünglich geplanten

ten Bereich dem Aufzugsschacht, begonnen wurde, war eine Zwischenlagerung der BSP-Elemente notwendig, da die Logistik und Anlieferung kurzfristig nicht mehr geändert werden konnte.

Die beengten Platzverhältnisse auf der Baustelle stellten beim Bauvorhaben eine besondere Herausforderung dar, wodurch generell wenig Material direkt auf der Baustelle gelagert werden konnte. Der Arbeitsraum für den Mobilkran war aufgrund der dichten Bebauung im Umfeld des Bauplatzes sehr eingeschränkt, wodurch ein oftmaliges Umstellen desselben unausweichlich war.

Die interne Transportwege auf der Baustelle waren zu Beginn der Holzbauarbeiten teilweise verdichtet, wodurch ein rascher Wechsel der Sattelaufleger des LKW's unmöglich wurde.

Materialien, welche in weiterer Folge für den Ausbau des Objektes benötigt wurden, wie beispielsweise Einheiten der Lüftungszentrale etc., wurden während der Holzbaumontage bereits im Objekt im Technikraum gelagert, um zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut zu werden, ohne große Öffnungen zu benötigen.

- Personalzusammensetzung

Die Montagemannschaft war sehr international und bestand aus Monteuren aus England, Irland und Österreich. Je nach Baufortschritt waren bis zu sieben Monteure inklusive Vorarbeiter gleichzeitig mit der Montage der Holzelemente beschäftigt. Aufgrund unzureichender Qualifikation der Arbeitskräfte und teilweise fehlender notwendiger Zertifikate kam es häufig zu Änderungen in der Teamzusammensetzung. Diese Zusammensetzung wurde während des Baufortschritts mehrmals angepasst. Zusätzlich wurde mit der Bestellung des Mobilkrans auch der Kranfahrer und der sog. Anschläger gestellt. Zwischen dem Kranführer und dem Anschläger war die Verständigung durch Handzeichen und Sprache sichergestellt. Auch die Verständigung in der Mannschaft zwischen Monteuren war vorhanden.

- Baugeräte und Werkzeug

Mit Entladung des LKW's bzw. der eigentlichen Montage der einzelnen Bauteile wurde zum überwiegenden Teil ein Mobilkran verwendet. Servicearbeiten am Gerät hatten Stillstand- bzw. Wartezeiten der Monteure zur Folge.

Arbeitspausen vom Kranfahrer und der Mannschaft fanden teilweise nicht gleichzeitig statt und somit waren zusätzliche Wartezeiten die Folge.

Aufgrund der horizontalen Ausdehnung des Baufeldes und um die gesamte Baustelle bedienen zu können, musste der Autokran mehrfach neu positioniert werden.

In den ersten Tagen fehlte eine Anlegeleiter bzw. eine fahrbare Hebebühne in der Ausrüstung der Mannschaft, wodurch Arbeiten auf hochgelegenen Stellen nicht ausgeführt werden konnten.

Für das Verschrauben der Holzelemente untereinander mittels den speziellen Holzbauschrauben sowie mit den angrenzenden Betonteilen wurden die im Holzbau spezifischen Elektroschrauber mit Wechselakkus eingesetzt.

Fehlendes Kleinmaterial, wie beispielsweise Schrauben, wurde vor Ort gekauft.

- Planung und Arbeitsvorbereitung
 - Der Bauablauf wurde zum Teil beeinflusst durch:
 - unfertige Planung und Verzögerungen in der Planlieferung
 - fehlende Einschulung der Monteure bezüglich der Montage der Sicherheitselemente gegen Absturz
 - Lieferung falscher oder fehlerhafter Elemente
 - fehlende Fertigungstoleranzen z. B. im Werk vorgefertigte Aussparungen für Dachholzträger bzw. zum Teil nicht rechtzeitig behobene Abbundfehler.
- Größe der Bauteile

Die Wand- und Deckenelemente wurden in der sog. Liegendverladung auf dem LKW zur Baustelle gebracht. BSP-Platten mit mehreren teils sehr großen Fenster- oder Türöffnungen mussten langsamer als vollflächige Platten aus ihrer Lage gehoben werden, um diese vor Beschädigungen bzw. Bruch der sehr kleinen verbliebenen Querschnitte zu schützen.
- Sicherheitsmaßnahmen

Die Montage von geschosshohen Teilen, von Stützen und Unterzügen sowie grundsätzliche Arbeiten auf der Baustelle an in der Höhe gelegenen Arbeitsplätzen müssen sicher durchgeführt werden. Dazu gehört ein sicherer Umgang bei der Arbeit auf Leitern, Hebebühnen und Gerüsten. Um die fahrbaren Arbeitsbühnen bzw. Hebegeräte bedienen zu dürfen, ist die Eignung durch entsprechende Kurse zu erlernen sowie in Form von Befähigungsnachweisen notwendig.

Nicht alle Monteure verfügten über solche Lizenzen und konnten aus diesem Grund nicht für jede Tätigkeit eingesetzt werden.
- Umwelteinflüsse

Witterungsbedingte Einflüsse erschwerten die Montage der großflächigen Elemente. Starker Wind sowie ergiebige Regenschauer sind Faktoren, mit denen ständig zu rechnen ist. Solche Umstände beein-

flussen in der Regel die Arbeit mit dem Kran und die Motivation der Arbeitskräfte.

3.2.2 Datenerfassungsbögen

Das Grundgerüst für eine Studie nach dem System REFA bildet ein sog. Datenerfassungsbogen (kurz: DEB). Vor Beginn der Datenaufnahme wurde nach Rücksprache mit den Baustellenverantwortlichen der gesamte Bauablauf in einzelne Ablaufarten, sprich Teilvorgänge, nach dem zu erwartenden Baufortschritt und dem zugrundeliegenden Bausystem unterteilt und in einem Datenerfassungsbogen exakt gegliedert. Diese Vorgehensweise lässt eine weitere Gliederung der Ablaufarten in Grund- und Unterkategorien im Zuge der anschließenden Auswertung zu.

In Anlehnung an die von REFA veröffentlichten Aufnahmebögen für die sog. Multimomentaufnahmen (kurz: MMA), wurden die Datenerfassungsbögen speziell für die BSP-Montage dieses Objektes teils 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 in zeitlich regelmäßig wiederkehrenden Abständen festgehalten werden.

Jeder DEB enthält einerseits die Grunddaten, wie die Angaben Baustelle an sich, dem Datum des Beobachtungstages und einem Kürzel für die beobachtete Arbeitskraft. Derartige Kürzel wurden jedem Monteur zugeordnet, somit gibt es für jeden Tag und jede Arbeitskraft zumindest einen DEB.

Des Weiteren wurde in DEB eine Gliederung in zwei Ebenen vorgenommen:

- die erste Ebene, welche die Unterteilung in Tätigkeiten, Unterbrechungen und nicht erkennbare Tätigkeiten beschreibt, und in
- die zweite Ebene, welche eine weitere Unterteilung der Tätigkeiten in Haupt-, Neben- und zusätzliche Tätigkeiten sowie eine Unterteilung der Unterbrechungen in ablaufbedingte, störungsbedingte, erholungsbedingte und persönlich bedingte Unterbrechungen beinhaltet.

Im Folgenden sind die einzutragenden Daten, die bei der Durchführung der Beobachtung erhoben wurden, aufgelistet:

- Tägliche Arbeitszeit
 - Arbeitsbeginn, Arbeitsende, Pausenzeiten (jeweils mit Beginn und Ende)
- Durchgeführte Tätigkeiten

- Verteilung der ausgeführten Arbeitsaufgaben
- Erbrachte Leistung: Leistung der Arbeitspartie bzw. des Arbeiters im Intervall von 5 Minuten
- Hierbei kann auch der Einarbeitungseffekt eine wesentliche Erkenntnis bringen
- Äußere Einflüsse auf die Bauarbeiter
 - Umwelteinflüsse, wie z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit.

Baustelle		Kirkley Rise																														
Datum																																
AN-kürzel				7											8																	
Stunde																																
Minute				0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55					
Multimomentaufnahme	Haupt-tätigkeit	Baustelleneinrichtung																														
		Site Induction																														
		Schwelle EG		EG																												
		Aussenwand EG																														
		Innenwand EG																														
		Stützen EG																														
		Unterzüge EG																														
		Verschraubung AW-IW EG																														
		Decke über EG																														
		Montage Easi Edge Decke 0. EG																														
		Verschraubung Decke über EG																														
		Demontage Easi Edge Decke 0. EG																														
		Schwelle OG		OG																												
		Aussenwand OG																														
		Innenwand OG																														
		Stützen OG																														
		Unterzüge OG																														
		Verschraubung AW-IW OG																														
		Decke über OG																														
		Montage Easi Edge																														
		Verschraubung Decke über EG																														
	Demontage Easi Edge																															
	Sparren Dach		Dach																													
	Stützen Dach																															
	Graf Dach																															
	Dachplatte CLT																															
	Montage Easi Edge																															
	Verschraubung Dachplatte																															
	Demontage Easi Edge																															
	Abkleben Wand																															
	Abkleben Decke																															
	Stiegenloch / Einnetzen																															
	Vormontage Stufen / Laufplatte																															
Montage Stiege / Podest																																
Löcher verschließen (ausschäumen)																																
Snagging																																
Baustelle räumen																																
Neben-tätigkeit	Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen																															
	Transport entladen, Airbags, zwischenlager																															
	Paletten mit Gipskarton und Profile																															
	Holzplattenverkleidung Boden 2.OG																															
	Hilfskonstruktion DOKA Plattform montieren																															
	Lüftungszentrale hinaufbringen																															
	Zaun, Sicherungen montieren																															
	DOKA-Plattform demontieren																															
	Rechnungen für Kleinteile bezahlen																															
	Arbeitsvorbereitung zweite Baustelle																															
zusätzl. Tätigkeit	Fundamentplatte - Unebenheiten bereinigen																															
	Kran aufstellen																															
	Tätigkeit für andere Baustelle																															
Unterbrechung	Ablauf-bedingt	Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsvorschriften abstimmen																														
		Kontrolle Kabel, Baubegehung Kranstezeit, Warten, LKW Ankunft																														
	Störungs-bedingt	fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung																														
		Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, improvisation ungenaue Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen																														
Erholungs-bedingt	Wartezeit																															
	Teambesprechung 0. Hindernisse Wasser trinken																															
Persönlich bedingt	eigene Pause																															
	vorgegebene Pause Abwesenheit																															

Bild 3.19 Ausschnitt eines MMA-Datenerhebungsbogens DEB

Es wurde geplant, dass in einzelnen ausgewählten Fällen die Einzelzeitaufnahmen (kurz: EZA) durchgeführt werden, um Aufwandswerte für spezielle Arbeitsvorgänge im Detail zu ermitteln. Diese händischen Aufzeichnungen wurden jedoch nicht in der geplanten Form auf der Baustelle durchgeführt, sondern anhand der Videomitschnitte während der gesamten Montagezeit durchgängig vorgenommen.

Die MMA-Datenaufnahmen wurden an jedem Arbeitstag für alle an der Montage beteiligten Arbeitskräfte separat durchgeführt.

Aufgrund der unregelmäßigen Arbeitsaufträge der Arbeitskräfte bildeten sich zwei bis drei kleinere Montageteams, wodurch die Datenaufnahme erschwert wurde.

3.2.3 Erfassungsmethodik

Am ersten Tag der Baustellenbeobachtung wurde für alle auf der Baustelle beschäftigten Arbeitskräfte sowie den Beobachter eine Sicherheitstechnische Unterweisung, die sog. site induction durchgeführt. Dem Baustellenkoordinator wurden seitens des Projektleiters die erforderlichen Dokumente, Zulassungen, Zertifikate und Zeugnisse der bezüglich sicherheitsrelevanten Bestimmungen der gesamten Montagemannschaft im Rahmen der Unterweisung vorgelegt. Ebenso musste der Beobachter eine entsprechende Prüfung absolvieren und auch als den sog. Safe-pass, d. h. des Health, safety and environment tests ³¹⁹ vorlegen, da ohne gültige Zugangszertifikate das Betreten der Baustelle im VK und IRL allgemein für alle Personen untersagt ist.

Die Arbeitsvorgänge wurden von Beobachter täglich aufgenommen, wobei zu Montagestart vor allem Arbeiten die Baustelleneinrichtung betreffend, wie z. B. das Aufstellen eines eigenen Baucontainers auf der Baustelle aufgezeichnet wurden.

Die Erfassungsbögen der MMA wurden für jede Arbeitskraft bezüglich der Holzbaumontage vorab erstellt, in welchen auf der Baustelle gleichzeitig mehrere Arbeitskräfte, d. h. zwei bis sieben Monteure, erfasst wurden.

Neben der bereits erläuterten systematischen Erfassung der Beobachtungen in den vorbereiteten DEBs wurden ergänzende Notizen zum Bauablauf sowie diverse Störungen und Ereignisse festgehalten, wie beispielsweise die Anzahl der montierten Holzelemente pro Arbeitstag.

Um in weiterer Folge die ermittelten Eingangswerte für eine Kalkulation auf deren Plausibilität prüfen zu können, wurden die Mengen, in

³¹⁹ CITB: Health, safety and environment test. <http://www.citb.co.uk/cards-testing/health-safety-environment-test/>. Datum des Zugriffs: 10.07.2014

Form von lfm, m², m³ oder Stk, montierter Einheiten pro Zeiteinheit überschlagsmäßig ermittelt und mit den aufgezeichneten Werten während der Auswertung verglichen.

Aufgrund von witterungsbedingten Einflüssen, wie starkem Wind und teils starken Niederschlägen, und der sehr fluktuierenden Anzahl von Arbeitskräften, wurde auf die Notation im DEB verzichtet und in weiterer Folge eine hauptsächlich händische Niederschrift der Tätigkeiten im gleichbleibenden Intervall von 5 Minuten verfasst. Somit wurde pro Arbeitstag nur ein Baustellenprotokoll bezüglich der durchgeführten Arbeiten aller beobachteten Arbeitskräfte anstelle von sieben, eines pro Arbeitskraft, verfasst, wodurch sich der Arbeitsaufwand für den Beobachter wesentlich verringerte und somit die Datenaufnahme erheblich erleichtert wurde. Die während der Beobachtung erstellten digitalen Aufnahmen, welche durchgehend von zwei Videokameras aus durchgeführt wurden, sind im Zuge der Auswertung zur genauen Zuordnung einzelner Tätigkeiten sowie zur Plausibilisierung der Aufzeichnungen herangezogen worden.

Die AK wurden im Vorfeld über den Videomitschnitt auf der Baustelle informiert und unterzeichneten eine Einverständniserklärung, damit der Widerstand gegen eine Aufnahme, welche teils in die Privatsphäre eingreift, entkräftet werden konnte.

3.2.4 Datensammlungen

Die Baustellenaufnahme startete durch die Beobachterin bzw. Verfasserin dieser Abschlussarbeit am 13.05.2013 und endete am 24.06.2013. Dies stellten in Summe 31 Arbeitstage bzw. rund 1253 Arbeitsstunden dar.

Die dabei zusammengetragenen Datenmengen umfassen:

- je AK und Arbeitstag zwei A3-Blätter zur MMA – gesamt 290 Blätter
- ca. 500 GB Bild- und Videomaterial

Diese wurden anschließend gefiltert, ausgewertet und interpretiert.

Alle handschriftlich erfassten Daten wurden nach dem Ende der Baustellenbeobachtungen in ein Tabellenkalkulationsprogramm übertragen, um eventuell fehlende Angaben richtig zu interpretieren und mit den Videomitschnitten vergleichen zu können.

Das nachstehende Bild 3.20 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt eines ausgefüllten DEB einer Arbeitskraft an einem Beobachtungstag.

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 Zeitarten und

Die Datenerhebung wurde wie folgt teilweise stark erschwert:

- großer organisatorischer Aufwand durch die Tatsache einer Auslandsbaustelle
- innenstädtisches Arbeitsumfeld und strenge lokale (englische) Rechtsvorschriften
- hohe Sicherheitsvorkehrungen auf der Baustelle durch britische Sicherheitsbestimmungen
- fremde Arbeitskräfte und häufige Änderungen der Teamzusammensetzung
- Unterteilung der Mannschaft in zwei bis drei kleinere Montageteams mit gleichzeitiger Durchführung von Arbeiten an verschiedenen Arbeitsorten
- ständiger Wechsel der Arbeitspositionen und damit verbundener Positionswechsel des Beobachters
- Fehlen des weiträumigen Überblicks, wodurch die Einsehbarkeit der Arbeitsstellen begrenzt war
- Oft wechselnde witterungsbedingte Einflüsse mit starken Einschränkungen der Bautätigkeiten
- Schwierigkeiten für den Beobachter aufgrund gleichzeitiger Verwendung zahlreicher Ausrüstungsgegenstände, wie elektronische Geräte, Ständer, Papierblätter, Schreib- und Hilfsmaterialien

Die Wahl der richtigen Beobachtungsposition, mit guter Einsicht zu den einzelnen Arbeitsplätzen der Arbeitskräfte, erwies sich oft als schwierig, wodurch die Position des Beobachters oft geändert werden musste. Zudem durften der Beobachter und seine Ausrüstung den Ablauf der Arbeiten nicht stören.

Strenge Sicherheitsmaßnahmen auf der Baustelle erschwerten zusätzlich die Datenaufnahme, da beispielsweise einige Bereiche auf der Baustelle für den Beobachter nicht zugänglich waren.

3.2.6 Holzbauspezifisches bei der Datenerfassung

Das gesamte Holzbaubjekt wurde durch die Montage der teilverfertigten Holzelemente realisiert, wobei alle Massivholzteile ausschließlich mittels Autokran transportiert wurden. Lediglich einzelne kleinere Platten, Balken und Füllhölzer wurden von Hand aufgestellt.

Im Folgenden sind einige Beispiele angeführt:

- Vor dem Beginn der Hubarbeiten wurden alle Anschlagmittel durch die Sicherheitsfachkraft des Generalunternehmens, der Kier Limited, geprüft. Beim Betrieb von Kranen oder sonstigen Hebezeugen auf

Baustelle mussten alle betroffenen Personen, im Besonderen aber Anschläger und Einweiser, über die zu verwendenden Handzeichen unterweisen werden. Es wurde im direkten Anschluss zum den LKW-Aufleger ein Auffangsystem für die Hubarbeiten installiert.

- Für die Decken- und Dachelementmontage wurde eine umlaufende Absturzsicherung (engl. Easi-Edge) mit Umwehungen und Dachschutzblenden eingesetzt. Die Tätigkeiten betreffend die Montage und Demontage der Easi-Edge-Elemente wurden getrennt erfasst.
- Die Verwendung von elektrischen Geräten und Anlagen auf Baustellen in VK unterliegt besonderen Bestimmungen. In VK dürfen ausschließlich Geräte mit 110VAC eingesetzt werden (nicht wie in Mitteleuropa mit 230VAC Nennspannung). Nur elektrische Anlagen, Maschinen, Geräte, Akkus und Elektrokabel, die nach den geltenden Bestimmungen geprüft sind, verwendet werden, wobei jedes Gerät durch Kier Limited geprüft und markiert ausgewiesen wurde.

Am untersuchten Holzbauobjekt konnten einzelne Arbeitsplätze, wie beispielsweise die oberen Dachflächen, nicht immer beobachtet werden, weil die direkte Einsehbarkeit bzw. der Zugang nicht gegeben war. Diese Tatsache stellte einen markanten Unterschied zu Aufnahmen von Arbeitsverläufen bei anderen Beobachtungen, wie z. B. der Bewehrungsarbeiten im Stahlbetonbau dar, bei welchen meistens die Einsicht für die Beobachtungen gegeben ist.

Der häufige Arbeitsplatzwechsel der Arbeitskräfte im Holzbau erschwerte zusätzlich die Datenerfassung. Des Weiteren wurden die einzelnen Arbeiten fast immer von unterschiedlichen Arbeitskräften vorgenommen, bzw. wurden viele Tätigkeiten parallel in mehreren kleinen Gruppen durchgeführt. Die Datenaufnahme im Intervall von fünf Minuten ist ab einer gewissen Mannschaftsgröße für einen Beobachter laut Ansicht der Verfasserin fast nicht mehr durchführbar.

Die Datenerhebung auf der Baustelle, inklusive aller Tätigkeiten und Unterbrechungen, stellt somit die Grundlage für die nachfolgende Ermittlung der Aufwandswerte dar, welche im folgenden Kapitel im Detail eingehend betrachtet und dargestellt wird.

4 Datenauswertung – Analyse

In diesem Kapitel werden die aufgezeichneten Daten analysiert und Ergebnisse der Datenauswertung dargestellt. Zunächst werden die gewonnenen Daten einer statistischen Analyse unterzogen.

Bei der Auswertung wurden die ausgefüllten DEB mit ausführlichen Notizen und die digitalen Videoaufnahmen verwendet.

4.1 Ziel der Erfassung und Auswertung

Die Kalkulation liefert wichtige Hinweise für die Wirtschaftlichkeit des Herstellungs- bzw. Leistungsprozesse. Ein Angebot soll mit großer Genauigkeit den bevorstehenden Bau mit all seinen Randbedingungen und die zu erwartenden Umstände kalkulatorisch richtig einschätzt und möglichst umfassend erfassen. Dass einer ausgeschriebenen Leistung mehrere Angebote unterschiedlicher Unternehmen gegenüberstehen ist der wirtschaftliche Druck, den Auftrag zu erhalten und gleichzeitig den wirtschaftlichen Erfolg zu erreichen, hoch. Dabei muss eine kostendeckende Kalkulation zugrunde liegen.

Ziel der Datenerfassung und seine Auswertung ist die Ermittlung von spezifischen für Holzbaumontage im Brettsperrholzbauweise Aufwandswerte, welche eine Grundlage für Kalkulation künftiger Projekte bilden. Kenndaten aus Beobachtungen sind realistisch, verlässlich und geben wahren Bild des untersuchten Objektes und somit können die Kalkulation ähnliche Bauvorhaben gut unterstützen.

4.1.1 Allgemeine Auswertung im Bauwesen

Datensammlungen und die Ermittlung von Kennwerten für eine Kalkulation aus durchgeführten Projekten sind generell für das wirtschaftliche Handeln eines Unternehmens notwendig. Da immer ein wirtschaftlicher Druck am Markt besteht, ist speziell der Optimierung des gesamten innerbetrieblichen Umfelds wie z. B. Personal, Arbeitsprozesse, Betriebsmittel, Zeit usw. eine besonders Rolle zuzuschreiben.

Für ausführende Unternehmen ist die Kenntnis der gewerkspezifischen Aufwands- und Leistungswerten für die kostendeckende Kalkulation der angebotenen Leistungen Voraussetzung. Kalkulationsansätze werden aus internen Nachkalkulationen bereits durchgeführter Bauaufträge, aus betrieblichen Datenerfassungen verschiedener Bauleistungen oder aus Arbeitsstudien einzelner Gewerke ermittelt.

Die Verwendung von bekannten Ansätzen verringert den Aufwand bei der Angebotserstellung, weshalb Unternehmen in der Kalkulation auf Erfahrungswerte und umfangreiche Datensammlungen zurückgreifen, da

Eingangsparameter in der Kalkulation von Grundlagen, welchen den bevorstehenden Bau mit seinen baustellenspezifischen Bedingungen möglichst genau beschreiben, abgeleitet werden müssen.

4.1.2 Holzbauspezifische Auswertung

Ziel der Datenauswertung in dieser Studie ist die Ermittlung von Aufwandswerten für künftige Kalkulationen von Bauwerken in der Brettsperrholzbauweise und der Vergleich mit Bauvorhaben anderer Bauweisen.

Als Ergebnis wurden Aufwandswerte für folgende Vorgänge im Brettsperrholzbau ermittelt:

- Site Induction (Baustelleneinleitung)
- Baustelle einrichten
- Montage Wandschwelle
- Montage BSP-Wandelemente
- Montage BSP-Deckenelemente
- Montage BSH-Elemente wie Stützen, Unterzüge, Dachsparren
- Montage der Treppen
- Schutzsystem Easi-Edge – Montage
- Schutzsystem Easi-Edge – Demontage
- Abkleben der Stoßfugen

Der Vorgang Montage im Holzbau besteht aus mehreren Teilvorgängen:

- Bauteil anhängen
- Bauteil einheben
- Bauteil justieren
- Bauteil montieren = verschrauben
- Bauteil abkoppeln.

Die Datenauswertung erfolgt nach REFA-Methodenlehre.

4.2 Methode der Auswertung

Zur Analyse der gesammelten Daten wurde ein Gliederungsschema nach REFA angewandt. Diese Methode wurde näher im Kapitel 2.3.5 vorgestellt.

Die Datenauswertung des untersuchten Bauobjektes fand seitens des Beobachters nach den folgenden Schritten statt:

- Analyse der Baustelle nach Zeitarten
- Analyse der Baustelle nach Ablaufarten d. h. nach Tätigkeiten und Unterbrechungen
- Berechnung der Aufwandswerte.

Die Beobachtungen auf der Baustelle und die Auswertung danach, einschließlich der Bezeichnung aufgetretener Störungen wurden von ein und derselben Person durchgeführt, was für die laufende Plausibilitätskontrolle zweckmäßig ist.

Eingangs erfolgt die Gliederung der Beobachtungen in die Kategorien:

- Tätigkeit
- Unterbrechung
- nicht erkennbar
- Die Kategorie Tätigkeit gliedert sich weiter in:
 - Haupttätigkeit
 - Nebentätigkeit
 - zusätzliche Tätigkeit.

Die Kategorie Unterbrechung gliedert sich in folgende vier Gruppen:

- ablaufbedingtes Unterbrechen
- störungsbedingtes Unterbrechen
- erholungsbedingtes Unterbrechen
- persönlich bedingtes Unterbrechen.

Des Weiteren wurde eine Gliederung laut REFA mit folgenden Zeitarten vorgenommen:

- Grundzeit
- Erholungszeit
- Verteilzeit.

Da während der Beobachtungen auf der Baustelle in der Kategorie „nicht erkennbaren Tätigkeiten“ keine Notierungen gemacht worden sind, wurden diese auch nicht weiter beurteilt.

Die Gliederung der Daten erfolgt:

- für einzelne Bauarbeiter und für die ganze Mannschaft
- für jeden Tag, für jede Woche, für die gesamte Bauzeit.

4.2.1 Aufwandswerte

Während der Aufwandswernermittlung wurden die Daten der einzelnen MMA den vorher festgelegten, zu bestimmenden Aufwandswerten zugeteilt, womit die Bestimmung der einzelnen Aufwandswerte auf einer detaillierten Zusammenstellung der Ergebnisse der Multimomentaufnahmen basiert.

Dabei hat folgende Vorgehensweise Anwendung gefunden:

- Eintragung der Daten in Form eines DEB in ein Tabellenkalkulationsprogramm
- Gliederung der Daten in Haupt- und Unterkategorien
- Auswertung der Auftrittshäufigkeiten und Berechnung der Zeiten d. h. das Summieren der geleisteten Arbeitszeiten und Unterbrechungen in Minuten und Stunden
- Berechnung der Produktionsmenge d. h. des Ergebnisses der Montage z. B. in m² eingebauter Deckenelemente
- Bestimmung der Aufwandswerte.

Die Aufwandswerte wurden auf zwei Arten ausgegeben:

- AW Netto, wo der Arbeitsaufwand unter Berücksichtigung der Haupttätigkeit beurteilt wird.

Arbeitsaufwand [Std] ⇔ Haupttätigkeit

- AW Brutto, wo der Arbeitsaufwand unter Berücksichtigung der Haupttätigkeit, Nebentätigkeiten, zusätzlichen Tätigkeiten und Unterbrechungen beurteilt wird.

Arbeitsaufwand [Std] ⇔

$$\underbrace{\text{Haupttätigkeit} + \text{Nebentätigkeit} + \text{zusätzl. Tätigkeit}}_{\text{Tätigkeiten}} + \text{Unterbrechung} =$$

Weiteres sind Aufwandswerte, bei denen die störungsbedingten Unterbrechungen herausgenommen wurden, ermittelt worden, wodurch die Produktivität eines störungsfreien Ablaufes abgebildet werden kann.

4.2.2 Leistungswerte

Leistungswerte werden bei geräteintensiven Bauvorhaben wie z. B. Erdbau verwendet. Im Holzbau ist in der Regel der zur Verfügung stehende Kran jenes Gerät, welches zum überwiegenden Teil zum Einsatz kommt

und die Bauzeit teils stark beeinflussen kann. Neben den Gerätekosten, können speziell die Lohnkosten als Kostentreiber bei Montagearbeiten genannt werden.

In der Auswertung der Baustellendaten wurde auf die Ermittlung von Leistungswerten nicht näher eingegangen.

4.2.3 Holzbauspezifische Auswertung

Die ermittelten Zeiten stellen die Grundlage für erste Aussagen über die Aktivitäten an einzelnen Arbeitstagen und der gesamten Bauzeit dar. Im Zuge der Auswertung wurde die tägliche bzw. die gesamte Arbeitszeit einer Auswertung nach Zeitarten bzw. nach Ablaufarten vorgenommen. Des Weiteren wurde eine Klassifizierung der täglichen bzw. der gesamten Arbeitszeit in die Kategorien „gut“, „mittel“ und „schlecht“ vorgenommen.

Die Auswertung erfolgte dabei einerseits nach den sogenannten

- Zeitarten d. h. Grundzeit, Erholungszeit, Verteilzeit „Z“



und andererseits nach den sogenannten

- Ablaufarten d. h. Tätigkeiten und Unterbrechungen „T+U“.



Im Zuge der Auswertung wurde dabei eine Unterteilung in zwei Optionen wie folgt vorgenommen:

- Option A – Monteure mit Vorarbeiter (die gesamte Mannschaft)
- Option B – Monteure ohne Vorarbeiter (Bauarbeiter)



Im Zuge der Auswertung hat sich die Notwendigkeit einer genaueren Detaillierung nach den sogenannten Ablaufarten als nötig dargestellt, da einerseits die gesamte Arbeitszeit und andererseits nur die tägliche Arbeitszeit, die in Verbindung mit der Haupttätigkeit steht, beurteilt werden.

Aus dieser Gliederung sind folgende Varianten hervorgegangen:

- Variante 1 – alle Tätigkeiten und Unterbrechungen
- Variante 2 – Haupttätigkeiten, Nebentätigkeiten und die Unterbrechungen, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen
 - Variante 2a – die Montage
 - Variante 2b – die Montage + ergänzende Tätigkeiten
- Variante 3 – wie Variante 2, aber exklusive störungsbedingten Unterbrechungen.

Darauf aufbauend wurde eine Datenbeurteilung nach Zeitarten in Klassifizierungsstufen vorgenommen. Dabei konnte die Arbeitszeit als „GUT“, „MITTEL“ und „SCHLECHT“ beurteilt werden. Für die Betrachtung wurden vorweg die prozentuellen Anteile der Grundzeit³²⁰ an der gesamten Arbeitszeit³²¹ errechnet.

Für die Gliederung nach Zeitarten „Z“ sind folgende prozentuelle Grenzwerte³²² angesetzt worden:

- 81 – 100 % für eine Beurteilung „GUT“
- 61 – 80 % für eine Beurteilung „MITTEL“
- 0 – 60 % für eine Beurteilung „SCHLECHT“.

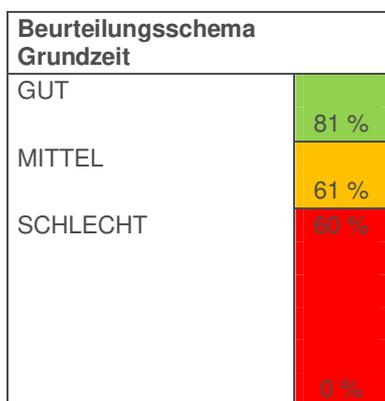


Bild 4.1 Beurteilungsschema nach Grundzeit

Des Weiteren erfolgte eine Datenbeurteilung nach Ablaufarten. Gleich wie bei den Zeitarten wurden entsprechende Klassifizierungsstufen in die Betrachtung einbezogen. Die prozentuellen Anteile der Haupttätigkeit, gemessen an der gesamten Arbeitszeit, konnten als „GUT“, „MITTEL“ und „SCHLECHT“ beurteilt werden.

Für die Gliederung nach Ablaufarten „T+U“ sind folgende prozentuellen Grenzwerte³²³ angenommen worden:

- 41 – 100 % für eine Beurteilung „GUT“
- 31 – 40 % für eine Beurteilung „MITTEL“
- 0 – 30 % für eine Beurteilung „SCHLECHT“.

³²⁰ Die Grundzeit besteht aus Zeiten der Haupttätigkeit, Nebentätigkeit und ablaufbedingten Unterbrechungen.

³²¹ Die Arbeitszeit ist die in den Datenerfassungsbögen erfasste Zeit.

³²² Die folgenden prozentuellen Grenzwerte wurden von der Verfasserin dieser Arbeit bestimmt, wobei sich diese aus facheinschlägiger Literatur ableiten lassen. Es wurde erwartet, dass der Anteil an Grundzeit bei 70 % der Arbeitszeit liegt.

³²³ Die folgenden prozentuellen Grenzwerte der angeführten Klassifizierungen sind wiederum von der Verfasserin dieser Arbeit bestimmt worden, wobei die Haupttätigkeit einen Teil der Grundzeit, welche wie vorher zwischen 70 % und 100 % liegen soll, darstellt.

Beurteilungsschema Haupttätigkeit	
GUT	41 %
MITTEL	31 %
SCHLECHT	30 %
	0 %

Bild 4.2 Beurteilungsschema nach Haupttätigkeit

Die Beurteilung erfolgt in den oben genannten zwei Optionen A und B, in folgender Reihenfolge:

- Analyse der Arbeitszeit über die gesamte Bauzeit nach Zeitarten „Z“ und nach Ablaufarten „T+U“
 - die grobe Verteilung auf erster Ebene (in Kategorien)
 - die detaillierte Verteilung auf zweiter Ebene (in Unterkategorien)
- Beurteilung „Z“ nach prozentuellem Anteil der Grundzeit an der gesamten Arbeitszeit – Einteilung in „gut“, „mittel“, „schlecht“
- Beurteilung „T+U“ nach prozentuellem Anteil der Tätigkeiten an der gesamten Arbeitszeit – Einteilung in „gut“, „mittel“, „schlecht“

Durch die Klassifizierung der Arbeitstage in Option A und Option B ist eine Beurteilung des Montageprozesses möglich, was wiederum eine Beurteilung der verschiedenen Einflüsse, wie Baustellen-, Betriebs- und Bauwerksbedingungen zulässt.

Die Untergliederung nach Tätigkeiten und Unterbrechungen sowie ihre prozentuellen Anteile an der gesamten Arbeitszeit geben Aufschluss über die Gültigkeit bzw. die Anwendbarkeit der ermittelten Aufwandswerte.

In weiterer Folge sind die Aufwandswerte bestimmt worden, wobei die einzelnen Begriffsdefinitionen dem Kapitel 2.3.5 zu entnehmen sind.

Die Darstellung der Tätigkeiten mit Zuordnung der Haupttätigkeiten, Nebentätigkeiten und zusätzlichen Tätigkeiten, sowie der Unterbrechungen, welche in ablaufbedingte, störungsbedingte, erholungsbedingte und persönlich bedingte Unterbrechungen gegliedert sind, sind im Kapitel 2.3.6 dargestellt.

4.3 Ergebnisse – Datenauswertung

In diesem Kapitel werden Ergebnisse der durchgeführten Analyse dargestellt. Diese Datenermittlung besteht aus zwei Teilen:

- Verteilungen der Arbeitszeit nach Zeitarten und nach Ablaufarten, sowie ihre Beurteilung
- Aufwandswertermittlungen in AW Netto und AW Brutto.

Vorweg wurde die erforderliche Anzahl an Beobachtungen kontrolliert.

Dieses Kapitel umfasst ausgewählte Hauptaussagen der Auswertung. Die gesamte ausführliche Auswertung und die Ergebnisse einzelner Betrachtungen sind im Anhang zu finden.

4.3.1 Erforderlicher Beobachtungsumfang

Um eine statistische Aussage über die Eintrittswahrscheinlichkeit der ermittelten Ergebnisse treffen zu können, muss eine ausreichend große Anzahl an Stichproben vorliegen. Die statistische Auswertung ist gemäß REFA-Methode nach dem Variationszahlverfahren durchzuführen.

Die Anzahl aller Beobachtungen wird berechnet aus der gesamten Bauzeit exklusive vorgegebener Pausen und allgemeiner Arbeitsvorbereitung. Als Beobachtungsintervall wurde eine Zeit von fünf Minuten gewählt, was bei einem Arbeitstag von acht Stunden eine Aufnahme von 96 Stichproben pro Arbeitskraft ermöglichte.

Für die gesamte Bauzeit von 7 Wochen, was 31 Arbeitstagen entspricht, wurden insgesamt 13.068 Aufnahmen notiert.

Für die Datenanalyse ist ein Vertrauensbereich³²⁴ von 5 % angestrebt worden. Das bedeutet, dass die Ergebnisse mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % und mit einer Abweichung von ± 5 % zutreffen.

Der notwendige Beobachtungsumfang lässt sich aus folgender Formel berechnen:

$n = \sqrt{\frac{1,96}{f}} \cdot p \cdot (100 - p)$	<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">$f \dots$</td> <td>absoluter Vertrauensbereich</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">$p \dots$</td> <td>prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">$n \dots$</td> <td>Stichprobenumfang</td> </tr> </table>	$f \dots$	absoluter Vertrauensbereich	$p \dots$	prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf	$n \dots$	Stichprobenumfang
$f \dots$	absoluter Vertrauensbereich						
$p \dots$	prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf						
$n \dots$	Stichprobenumfang						

Formel 4.1 Stichprobenumfang nach der Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 %³²⁵

³²⁴ Der Vertrauensbereich ist jener Bereich, der bei unendlicher Wiederholung eines Experimentes mit einer gewissen Häufigkeit die wahre Lage des Parameters angibt.

³²⁵ Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. S. 67

Für die Bestimmung eines Beobachtungsumfangs muss der prozentuelle Anteil einzelner Ablaufarten am Gesamtablauf im Vorfeld bekannt sein. Da vor Beginn der Datenaufnahme der besagte Anteil jedoch meist unbekannt ist, muss der Beobachtungsumfang vom Beobachter angenommen werden.

Die nachfolgende Grafik stellt 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, dar.

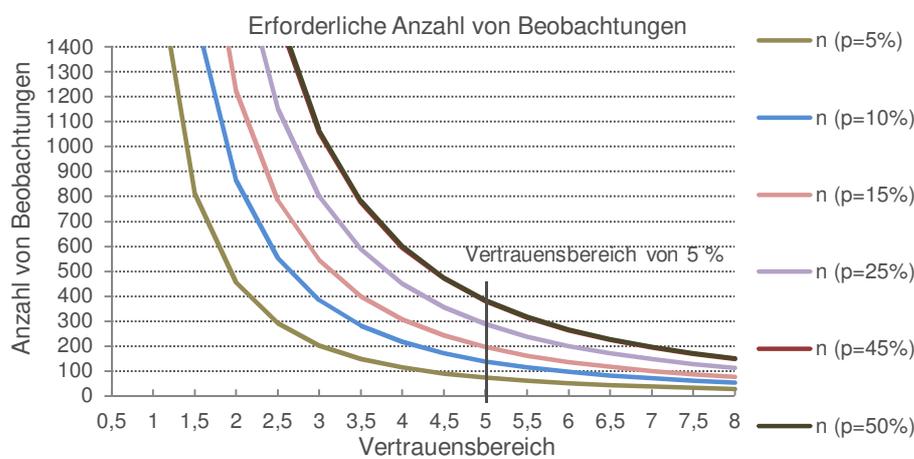


Bild 4.3 Anzahl der Stichproben in Abhängigkeit von dem prozentuellen Anteil der Ablaufart und vom Vertrauensbereich

Die obige Abbildung zeigt, dass bei einem geforderten Vertrauensbereich von rund fünf Prozent zwischen 70 und 400 Beobachtungen je Ablaufart aufgenommen werden müssen, um eine konkrete Aussage treffen zu können.

Die Verteilung der Arbeitszeit erfolgte nach REFA-Vorgaben. Die statistische Sicherheit der Verteilungen errechnet sich nach der Formel:

$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}}$	<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">$f \dots$</td> <td>absoluter Vertrauensbereich</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">$p \dots$</td> <td>prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">$n \dots$</td> <td>Stichprobenumfang</td> </tr> </table>	$f \dots$	absoluter Vertrauensbereich	$p \dots$	prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf	$n \dots$	Stichprobenumfang
$f \dots$	absoluter Vertrauensbereich						
$p \dots$	prozentualer Anteil der Ablaufart am Gesamtablauf						
$n \dots$	Stichprobenumfang						

Formel 4.2 Multimoment Hauptformel für statistische Sicherheit von 95 % ³²⁶

³²⁶ Vgl. GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. S. 67

Der absolute Vertrauensbereich f gibt an, um wieviel Prozent die ermittelten Werte vom wahren Wert abweichen. Für die jeweilige Verteilung werden die statistischen Aussagegenauigkeiten angegeben.

4.3.2 Auswertung der Bauzeit

Im ersten Teil der Datenauswertung wurden folgende Verteilungen der Arbeitszeit und deren Beurteilung durchgeführt:

- Beurteilungen der gesamten Bauzeit
- Beurteilungen der einzelnen Arbeitswochen
- Beurteilungen der Arbeitstage
- Verteilung der Arbeitszeit in der gesamten Bauzeit
- Verteilung der Arbeitszeit pro Woche
- Verteilung der Arbeitszeit pro Tag.

4.3.2.1 Gesamte Arbeitszeit Brutto

In der folgenden Tabelle sind die Anteile einzelner Leistungen gemessen an der gesamten Bauzeit, welche für die Montage der konstruktiven Bauteile aufgezeichnet wurden, gelistet. In die Ermittlung der Positionspreise im Zuge der Kalkulation von einzelnen Tätigkeiten gehen die Bruttoanteile der Arbeitszeit ein.

Tabelle 4.1 Zeitanteile Brutto der gesamten Bauzeit pro Bauelemente

Gesamte Bauzeit: 31 Arbeitstage	100 %	100 %
Site Induction	1 %	67 %
Baustelle einrichten	3 %	
Bodenschwelle EG / OG	16 %	
Wandelemente EG / OG / DG (Technik)	26 %	
Deckenelemente und Dachplatten	16 %	
BSH Elemente	7 %	
Treppe	5 %	20 %
Easi-Edge	10 %	
Ableben der Stoßfugen	2 %	
Bodenverlegen Technikraum	1 %	
Baustelle reinigen	2 %	
Snagging	0 %	
Allg. Arbeitsvorbereitung	4 %	13 %
vorgegebene Pause	8 %	

4.3.2.2 Verteilung der gesamten Bauzeit nach Zeitarten

Die folgenden Bilder zeigen die Verteilung der Zeitarten wie Grund-, Erholungs- und Verteilzeit gemessen an der gesamten Arbeitszeit.

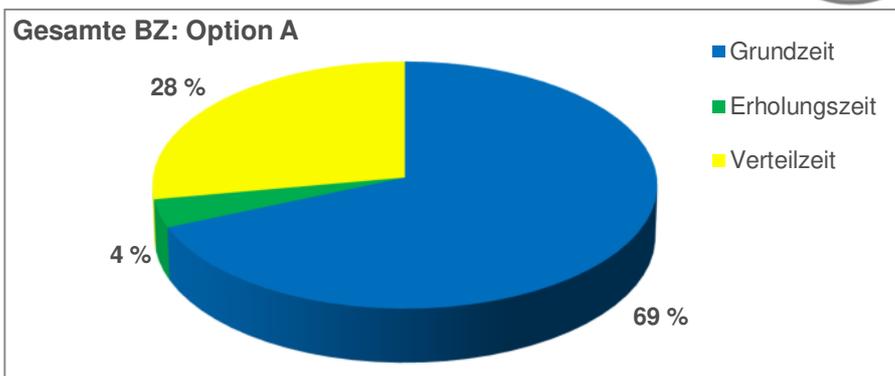


Bild 4.4 Verteilung der gesamten Bauzeit nach Zeitarten: Option A

Die statistische Sicherheit der Verteilungen nach den Zeitarten beträgt:

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{69(100 - 69)}{13068}} = \pm 0,79 \text{ [%]}$$

Das Ergebnis der oben geführten Berechnung von ± 0,79 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Grundzeit zu ± 0,79 % genau bei den errechneten 69 % liegt.

Des Weiteren ist eine Analyse der Verteilung für die Option B durchgeführt worden, bei welcher die Mannschaft ohne Vorarbeiter betrachtet wurde. Das folgende Bild zeigt, dass durch das Streichen der Zeitanteile des Vorarbeiters sich der Anteil der Grundzeit wesentlich erhöht und dem entsprechend der Anteil der Verteilzeit sinkt, sowie der Anteil der Erholungszeit sich nicht verändert.

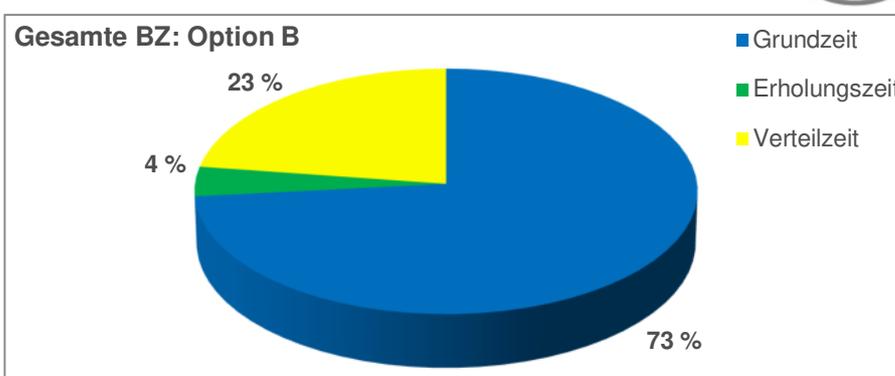


Bild 4.5 Verteilung der gesamten Bauzeit nach Zeitarten: Option B

Statistische Sicherheit der Verteilung:

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{73(100 - 73)}{10356}} = \pm 0,86 \text{ [%]}$$

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von ± 0,86 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Grundzeit zu ± 0,86 % genau bei den errechneten 73 % liegt.

Auf Basis facheinschlägiger Literatur liegen die prozentuellen Anteile bei rund 70 % für die Grundzeit, bei rund 20 % für die Verteilzeit und bei rund 10 % für die Erholungszeit. Im Vergleich dazu liegt der ermittelte Anteil der Verteilzeit um rund 2 % bis 8 % höher. Der ermittelte Anteil der Erholungszeit liegt mit 4 % im anzustrebenden Bereich.

In welcher Höhe die einzelnen Zeiten entstanden sind, wird anhand einer weiteren Auswertung, d. h. Betrachtung der Verteilung der gesamten Bauzeit nach Ablaufarten und der dort einzelnen hinterlegten Vorgänge ermittelt.

4.3.2.3 Verteilung der gesamten Bauzeit nach Ablaufarten

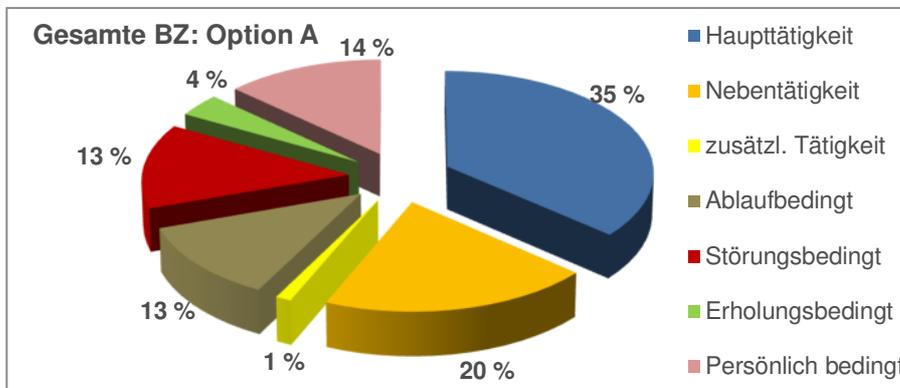


Bild 4.6 Verteilung der gesamten Bauzeit nach Ablaufarten: Option A

Statistische Sicherheit der Verteilung:

$$f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100 - p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{35(100 - 35)}{5232}} = \pm 1,29 \text{ [%]}$$

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von ± 1,29 % sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Anteil der Haupttätigkeit zu ± 1,29 % genau bei den berechneten 35 % liegt.

Die folgende Grafik zeigt eine optional zusätzliche Analyse der Zeitverteilung für die Option B, wobei sich die Anteile der einzelnen Verteilung sich unterschiedlich, besonders jener der störungsbedingten Unterbre-

chungen, ändern. Der Anteil der Haupttätigkeiten erhöhte sich um rund 4 % auf rund 39 % und der Anteil der störungsbedingten Unterbrechungen verringerte sich um rund 6 % auf 7 %.

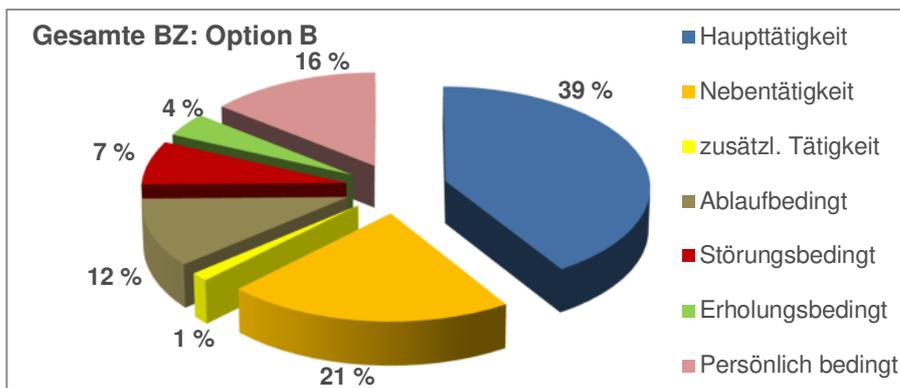


Bild 4.7 Verteilung der Arbeitszeit nach Ablaufarten Option B über die gesamte Bauzeit

Die folgende Tabelle zeigt die prozentuellen Anteile von Tätigkeiten und Unterbrechungen für die Option A und B über den gesamten Arbeitsablauf.

Tabelle 4.2 Prozentuelle Anteile der Tätigkeiten und Unterbrechungen über die gesamte Bauzeit: Option A und Option B

		Option A		Option B	
Baustelleneinrichtung, Site Induction		2 %		3 %	
Montage Bauteile EG		14 %		16 %	
Montage Bauteile OG		6 %		7 %	
Montage Bauteile Dach	Haupttätigkeit	9 %	36 %	10 %	41 %
Stufen, Podest, Stiege		1 %		1 %	
Löcher verschließen, Abkleben		1 %		1 %	
Snagging, Baustelle reinigen		3 %		3 %	
Arbeitsvorbereitung		14 %		14 %	
Transporte	Nebentätigkeit	5 %	20 %	6 %	21 %
weitere Nebentätigkeiten		1 %		1 %	
zusätzliche Tätigkeiten	zusätzl. Tätigkeit	1 %	1 %	1 %	1 %
ablaufbedingt		12 %		11 %	
störungsbedingt	Unterbrechung	13 %	43 %	7 %	37 %
erholungsbedingt		4 %		4 %	
persönlich bedingt		14 %		15 %	

Die folgenden Grafiken zeigen den benannten Sachverhalt einzelner Tätigkeiten bezogen auf die gesamte Bauzeit.

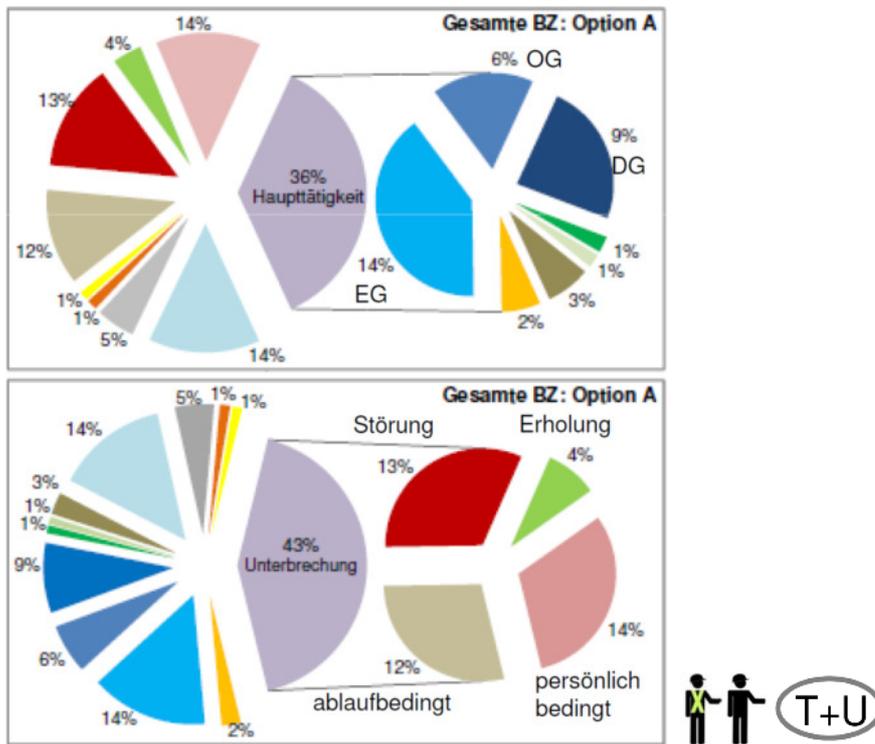


Bild 4.8 Detaillierte Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen: Option A

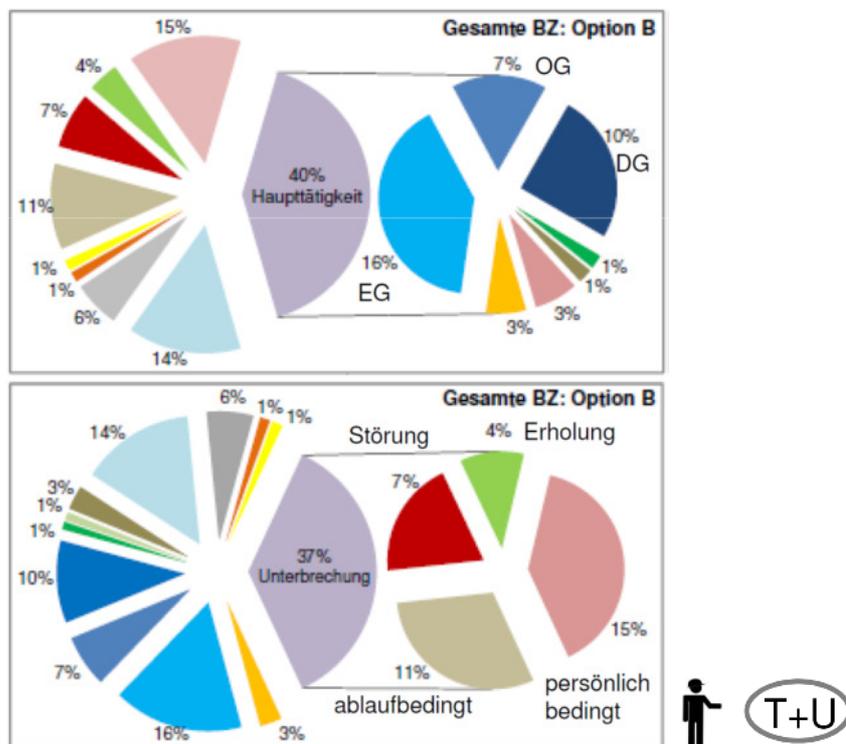


Bild 4.9 Detaillierte Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen: Option B

Wie den einzelnen Grafiken zu entnehmen ist, ergibt die Beurteilung der Arbeitszeit der Montagemannschaft ohne Vorarbeiter einen höheren Anteil an Tätigkeiten von rund 4 % und einen geringeren Anteil an Unterbrechungen von rund 6 % im Vergleich zur Beurteilung der gesamten Mannschaft inklusive des Vorarbeiters. Der Verteilung kann entnommen werden, dass der Vorarbeiter oft von Ereignissen, welche den störungsbedingten Unterbrechungen zuordenbar sind, konfrontiert war und somit seiner eigentlichen Arbeitsaufgabe, welche einzelnen Haupttätigkeiten zuordenbar sind, nicht nachgehen konnte.

4.3.2.4 Beurteilung der Wochen und der gesamten Bauzeit nach Zeitarbeit – Auswertung der ersten Ebene

Die folgenden Abbildungen zeigen den prozentuellen Anteil der Grundzeit gemessen an der täglichen bzw. der gesamten Arbeitszeit.

Die Verteilung nach Zeitarbeit ergibt eine durchschnittliche Verteilung der gesamten betrachteten Bauzeit, mit dem Ergebnis „MITTEL“, was zu einer unzureichenden Beurteilung der Arbeitsleistung führt. Die optionale Beurteilung der Option B führte zum selbigen Ergebnis.

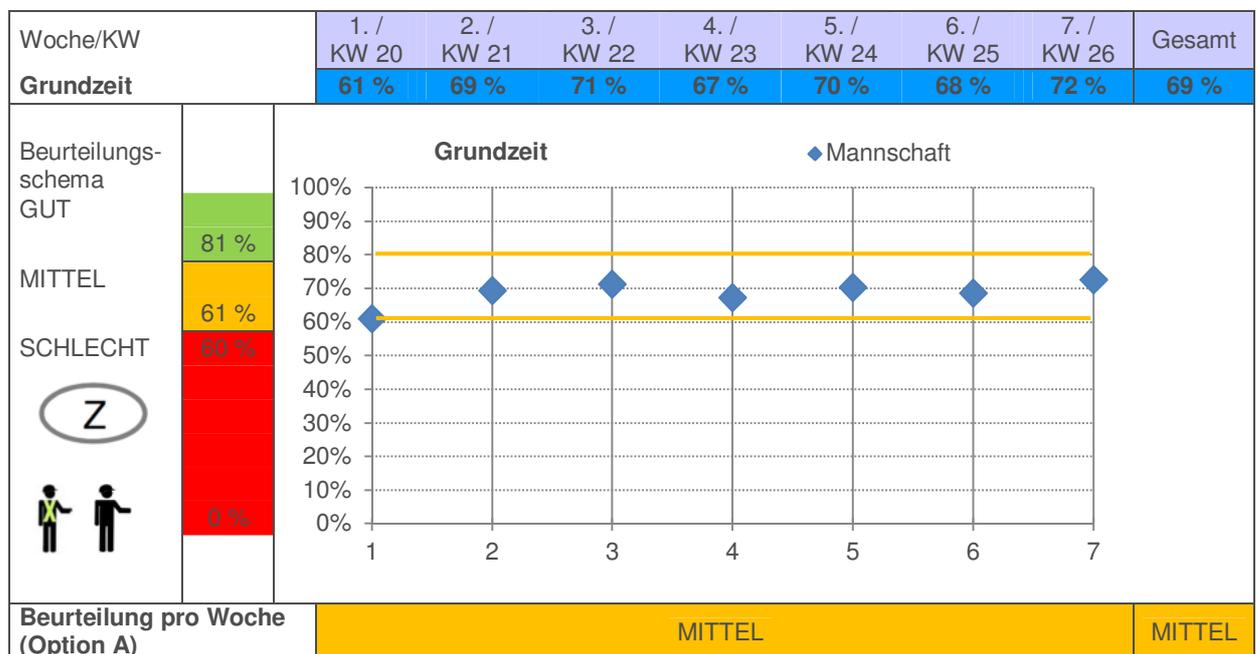


Bild 4.10 Beurteilung der Arbeitswochen nach der Grundzeit: Option A

Um den vorliegenden Sachverhalt näher untersuchen zu können, ist eine weitere Auswertung, d. h. die Beurteilung der täglichen bzw. gesamten Bauzeit bezüglich der Ablaufarten, d. h. nach dem Anteil der Haupttätigkeiten, vorgenommen worden.

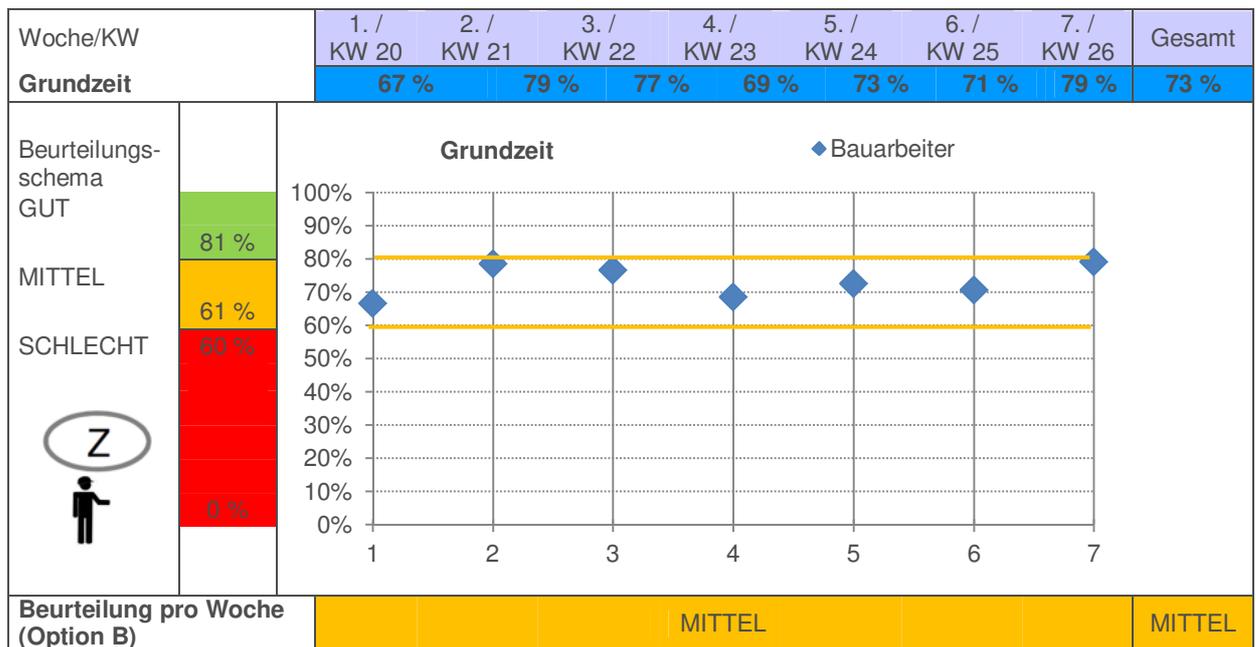


Bild 4.11 Beurteilung der Arbeitswochen nach der Grundzeit: Option B

4.3.2.5 Beurteilung der Wochen und der gesamten Bauzeit nach Ablaufarten – Auswertung der ersten Ebene

Die folgende Abbildung zeigt die prozentuellen Anteile der Haupttätigkeiten für jede einzelne Arbeitswoche. Die Beurteilung erfolgte in den Optionen A und B.

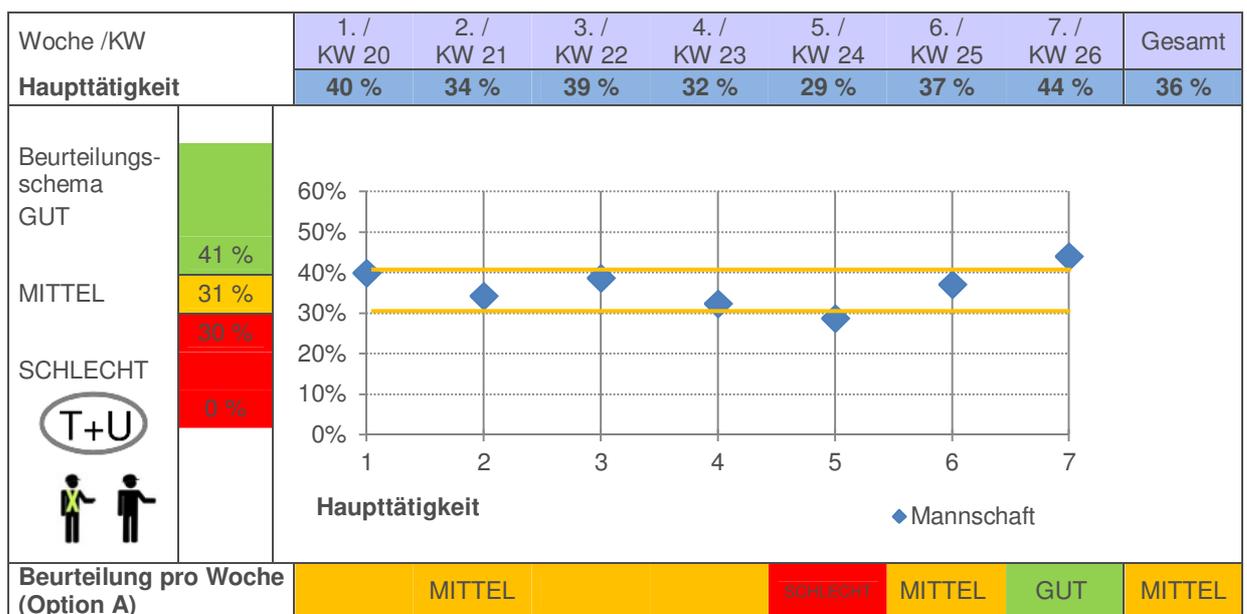


Bild 4.12 Beurteilung der Arbeitswochen nach Tätigkeiten: Option A

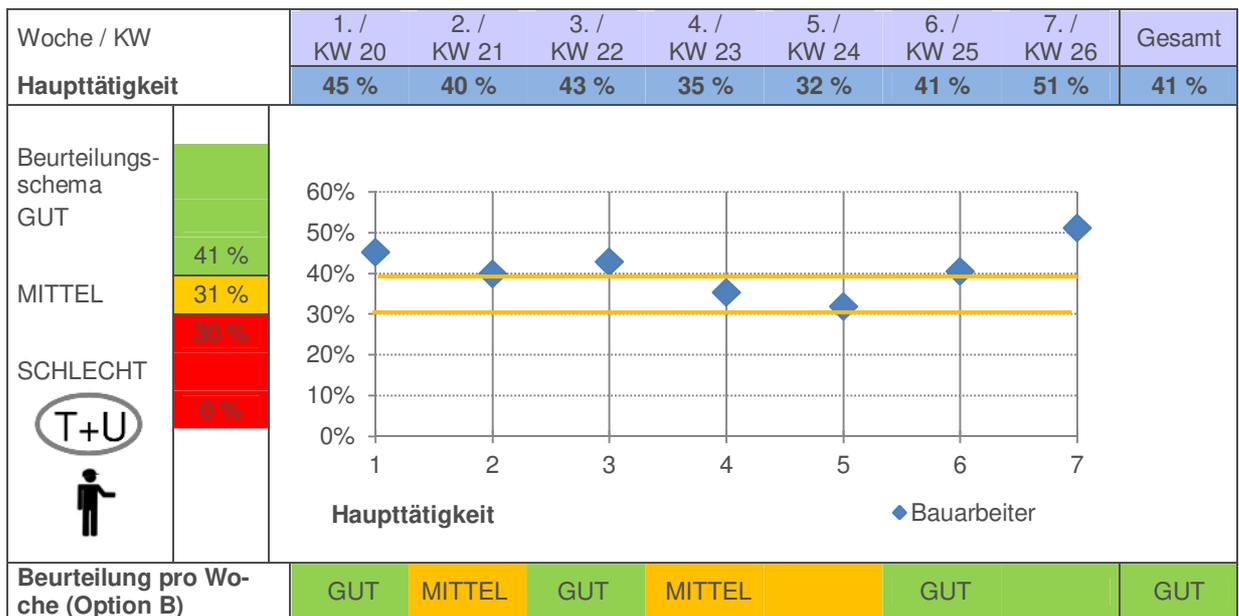


Bild 4.13 Beurteilung der Arbeitswochen nach Tätigkeiten: Option B

Aus den obigen Grafiken geht klar hervor, dass die Betrachtung einzelner Arbeitswochen, bzw. der gesamten Bauzeit unterschiedliche Ergebnisse durch die Zu- oder Wegnahme der Tätigkeiten und Unterbrechungen, welche eindeutig dem Vorarbeiter zuordenbar sind, liefern.

Die Abbildung Option A zeigt, dass durch die Beurteilung der Haupttätigkeiten in den ersten sechs Arbeitswochen eine Beurteilungsstufe „MITTEL“ bzw. „SCHLECHT“ zuordenbar sind und erst die siebte Arbeitswoche kann eine Beurteilung „GUT“ zugeordnet werden kann. Die mäßige Beurteilung der besagten ersten sechs Wochen lässt sich auf die teils sehr hohen Anteile an Unterbrechungen zurückführen.

Die Abbildung Option B zeigt, dass durch die Beurteilung der Haupttätigkeiten, ohne Berücksichtigung der Arbeitszeit des Vorarbeiters, im Schnitt höher ist, als in Option A. Somit kann die gesamte Bauzeit als „GUT“ eingestuft werden, wobei drei Arbeitswochen nur die Beurteilungsstufe „MITTEL“ zuordenbar ist. Dies ist auf den geringeren Einfluss aufgetretener Störungen auf die Montagemannschaft zurückzuführen.

Die Abbildungen im Vergleich zeigen klar den teils starken Einfluss jener Zeitanteile, welche direkt dem Vorarbeiter zuordenbar sind, welcher über die gesamte Montagedauer mit den Folgen aus unzureichender Arbeitsvorbereitung beschäftigt gewesen ist.

4.3.2.6 Verteilung der Wochen und der gesamten Bauzeit nach Zeitarten – Auswertung der ersten Ebene

Die folgende Tabelle zeigt die prozentuellen Anteile der Zeitarten gemessen an der gesamten Bauzeit von sieben Arbeitswochen laut Option A.

Tabelle 4.3 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten: Option A

Woche / KW	1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Gesamt
Grundzeit	61 %	69 %	71 %	67 %	70 %	68 %	72 %	69 %
Erholungszeit	0 %	3 %	4 %	6 %	4 %	6 %	2 %	4 %
Verteilzeit	39 %	28 %	24 %	27 %	25 %	25 %	26 %	28 %
Beurteilung pro Woche (Option A)	MITTEL							MITTEL

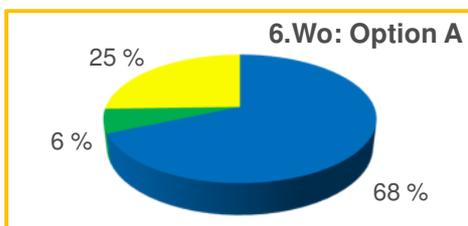


Bild 4.14 Verteilung der Arbeitszeiten in der 6. Woche nach Zeitarten: Option A

Die obige Grafik zeigt exemplarisch die prozentuellen Anteile der Zeitarten gemessen an der gesamten Bauzeit in der sechsten Arbeitswoche laut Option A.

Die folgende Tabelle zeigt die prozentuellen Anteile der Zeitarten gemessen an der gesamten Bauzeit von sieben Arbeitswochen laut Option B.

Tabelle 4.4 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten: Option B

Woche / KW	1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Gesamt
Grundzeit	67 %	79 %	77 %	69 %	73 %	71 %	79 %	73 %
Erholungszeit	0 %	3 %	4 %	7 %	5 %	7 %	2 %	4 %
Verteilzeit	33 %	18 %	20 %	25 %	23 %	22 %	19 %	23 %
Beurteilung pro Woche (Option B)	MITTEL							MITTEL

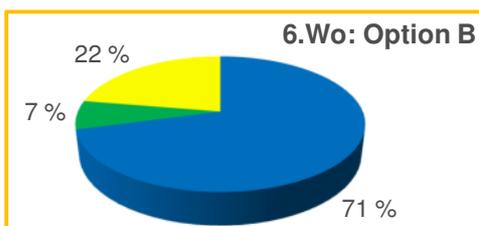


Bild 4.15 Verteilung der Arbeitszeiten in der 6. Woche nach Zeitarten: Option B

Die obige Grafik zeigt exemplarisch die prozentuellen Anteile der Zeitar-ten gemessen an der gesamten Bauzeit in der sechsten Arbeitswoche laut Option B.

Auf Basis facheinschlägiger Literatur liegen die prozentuellen Anteile bei rund 70 % für die Grundzeit, bei rund 20 % für die Verteilzeit und bei rund 10 % für die Erholungszeit gemessen an der Arbeitszeit. Im Ver-gleich dazu liegt bei Betrachtung der sechsten Arbeitswoche der ermittel-te Anteil der Verteilzeit um rund 2 % bis 5 % höher, der ermittelte Anteil der Erholungszeit liegt mit rund 6 % bis 7 % und der ermittelte Anteil der Grundzeit mit rund 68 % bis 71 % im anzustrebenden Bereich.

Die statistische Sicherheit der Verteilungen nach den Zeitar-ten in der sechsten Arbeitswoche liegt dabei:

- für Option A bei: $f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100-p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{68 \cdot (100-68)}{2965}} = \pm 1,68 \text{ [%]}$

und

- für Option B bei: $f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100-p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{71 \cdot (100-71)}{2594}} = \pm 1,75 \text{ [%]}$

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von Option A mit $\pm 1,68 \%$ bzw. Option B mit $\pm 1,75 \%$ sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % die Anteile der Grundzeit zu $\pm 1,68 \%$ bzw. $\pm 1,75 \%$ genau bei den errechneten rund 68 % bzw. rund 71 % liegen.

4.3.2.7 Verteilung der Wochen und der gesamten Bauzeit nach Ablaufarten – Auswertung der ersten Ebene

In den folgenden Tabellen sind die prozentuellen Anteile der Tätigkeiten und Unterbrechungen gemessen an der gesamten Bauzeit nach Ablauf-arten zusammengestellt.

Tabelle 4.5 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten: Option A

Woche / KW	1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Ges.
Tätigkeit	52 %	56 %	61 %	57 %	54 %	58 %	67 %	57 %
Unterbrechung	48 %	44 %	39 %	43 %	46 %	42 %	33 %	43 %
Beurteilung pro Woche (Option A)	MITTEL				SCHLECHT	MITTEL	GUT	MITTEL

Der angeführten Tabelle ist zu entnehmen, dass der Anteil der Tätigkeit zwischen 52 % und 67 % bei Option A liegt, was einem Schwankungsbe-reich von rund 15 % bedeutet.

Tabelle 4.6 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten: Option B

Woche / KW	1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Ges.
Tätigkeit	59 %	66 %	68 %	61 %	57 %	62 %	74 %	63 %
Unterbrechung	41 %	34 %	32 %	39 %	43 %	38 %	26 %	37 %
Beurteilung pro Woche (Option A)	GUT	MITTEL	GUT	MITTEL	GUT	GUT	GUT	GUT

Der angeführten Tabelle ist zu entnehmen, dass der Anteil der Tätigkeit zwischen 57 % und 74 % bei Option B liegt, was wiederum einem Schwankungsbereich von rund 15 % bedeutet.

Die Betrachtung der Verteilung auf erster Ebene lässt keinen Rückschluss auf die Produktivität zu, da keine Schwankung bezüglich der betrachteten Optionen feststellbar ist. Somit ist eine weitere Beurteilung der Verteilung auf zweiter Ebene notwendig.

4.3.2.8 Verteilung der Wochen und der gesamten Bauzeit nach Ablaufarten – Auswertung der zweiten Ebene

Die Auswertung auf zweiter Ebene lässt eine detaillierte Verteilung nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen in vorher definierte Unterkategorien zu. Die folgende Tabelle zeigt die prozentuellen Anteile einzelner Ablaufarten an der gesamten Bauzeit von sieben Arbeitswochen laut Option A.

Tabelle 4.7 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche (in der zweiten Ebene) nach Ablaufarten: Option A

Woche / KW		1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Ges.
Haupttätigkeit	Tätigkeit	40 %	34 %	39 %	32 %	29 %	37 %	44 %	36 %
Nebentätigkeit		11 %	19 %	21 %	23 %	24 %	20 %	23 %	20 %
zusätzl. Tätigkeit		1 %	3 %	1 %	2 %	1 %	1 %	0 %	1 %
ablaufbedingt	Unterbrechung	10 %	16 %	12 %	12 %	18 %	12 %	6 %	12 %
störungsbedingt		25 %	17 %	8 %	11 %	12 %	9 %	12 %	14 %
erholungsbedingt		0 %	3 %	4 %	6 %	4 %	6 %	2 %	4 %
persönlich bedingt		13 %	8 %	15 %	14 %	13 %	16 %	14 %	13 %
Beurteilung pro Woche (Option A)		MITTEL			SCHLECHT	MITTEL	GUT	MITTEL	

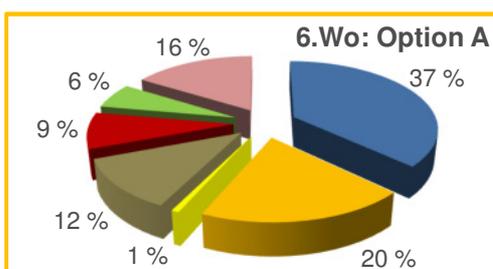


Bild 4.16 Verteilung der Arbeitszeiten in der 6.Woche (in der zweiten Ebene) nach Zeitarbeit: Option A

Die obige Grafik zeigt exemplarisch die prozentuellen Anteile von Haupt-, Nebentätigkeiten und zusätzlichen Tätigkeiten, sowie der Unterbrechungen, wie ablaufbedingte, störungsbedingte, erholungsbedingte und persönlich bedingte Unterbrechungen gemessen an der gesamten Bauzeit in der sechsten Arbeitswoche laut Option A.

Die folgende Tabelle zeigt die prozentuellen Anteile einzelner Ablaufarten an der gesamten Bauzeit von sieben Arbeitswochen laut Option B.

Tabelle 4.8 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche (in der zweiten Ebene) nach Ablaufarten: Option B

Woche / KW		1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Ges.
Haupttätigkeit	Tätigkeit	45 %	40 %	43 %	35 %	32 %	41 %	51 %	41 %
Nebentätigkeit		13 %	22 %	24 %	24 %	24 %	20 %	23 %	21 %
zusätzl. Tätigkeit		1 %	4 %	1 %	2 %	1 %	1 %	0 %	1 %
ablaufbedingt	Unterbrechung	8 %	17 %	9 %	10 %	17 %	11 %	5 %	11 %
störungsbedingt		19 %	5 %	2 %	8 %	8 %	4 %	5 %	7 %
erholungsbedingt		0 %	3 %	4 %	7 %	5 %	7 %	2 %	4 %
persönlich bedingt		14 %	9 %	17 %	15 %	14 %	17 %	14 %	14 %
Beurteilung pro Woche (Option B)		GUT	MITTEL	GUT	MITTEL		GUT		GUT

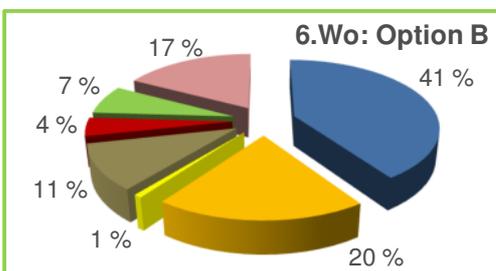


Bild 4.17 Verteilung der Arbeitszeiten in der 6. Woche (in der zweiten Ebene) nach Zeitarten: Option B

Die obige Grafik zeigt exemplarisch die prozentuellen Anteile von Haupt-, Nebentätigkeiten und zusätzlichen Tätigkeiten, sowie der Unterbrechungen, wie ablaufbedingte, störungsbedingte, erholungsbedingte und persönlich bedingte Unterbrechungen gemessen an der gesamten Bauzeit in der sechsten Arbeitswoche laut Option B.

4.3.2.9 Verteilung der täglichen Arbeitszeit nach Ablaufarten – Auswertung der zweiten Ebene

Laut Beurteilungsschema, welches im Kapitel 4.2.3 erläutert ist, stehen jene Grafiken mit grünem Rahmen für eine Beurteilung „GUT“, orange Rahmen für eine Beurteilung „MITTEL“ und Grafiken mit einem roten Rahmen für eine Beurteilung „SCHLECHT“.

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen exemplarisch, für die detaillierte Auswertung im Anhang, die Verteilungen der Ablaufarten eines Arbeitstages am Beispiel des 17.06.2013.

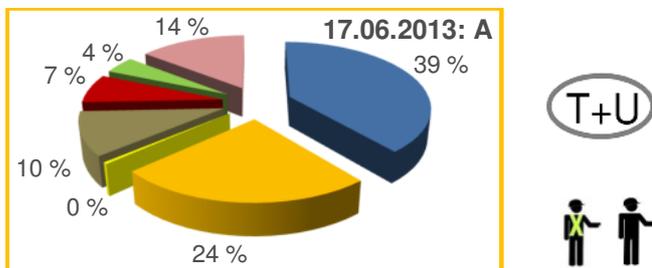


Bild 4.18 Detaillierte Verteilung aller Arbeitstage in der Bauzeit: Option A

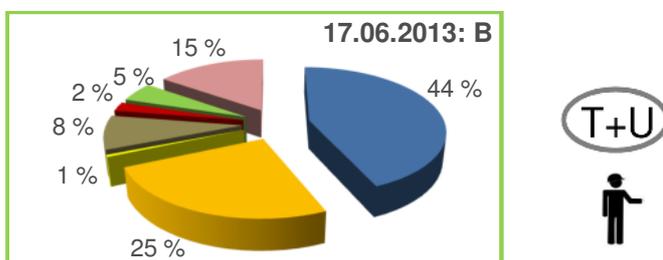


Bild 4.19 Detaillierte Verteilung aller Arbeitstage in der Bauzeit: Option B

Wie den einzelnen Grafiken zu entnehmen ist, ergibt die Beurteilung der Arbeitszeit der Montagemannschaft am 17.06.2013 ohne Vorarbeiter einen höheren Anteil an Haupttätigkeiten von rund 5 % was auf eine höhere Arbeitsproduktivität schließen lässt.

Die statistische Sicherheit der Verteilungen nach den Ablaufarten am 17.06.2013 liegt dabei:

- für Option A bei: $f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100-p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{39 \cdot (100-39)}{686}} = \pm 3,65 \text{ [%]}$

und

- für Option B bei: $f = \pm 1,96 \sqrt{\frac{p \cdot (100-p)}{n}} = \pm 1,96 \sqrt{\frac{44 \cdot (100-44)}{565}} = \pm 4,09 \text{ [%]}$

Die Berechnung der statistischen Sicherheit von Option A mit $\pm 3,65 \%$ bzw. Option B mit $\pm 4,09 \%$ sagt aus, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % die Anteile der Haupttätigkeit zu $\pm 3,65 \%$ bzw. $\pm 4,09 \%$ genau bei den errechneten rund 39 % bzw. rund 44 % liegen.

Durch die Beurteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten, bzw. nach Tätigkeiten und Unterbrechungen ist eine Aussage über den Montagefortschritt, angefallenen Störungen sowie Unterbrechungen zu, wobei die Betrachtungstiefe einzelner Arbeitsabläufe maßgebend ist.

Bei der durchgeführten Baustellenanalyse mit seinen projektspezifischen Rahmenbedingungen konnten somit ausreichend Daten für eine weitere Ermittlung von montagespezifischen Aufwandswerten als Eingangsparameter für die Kalkulation gesammelt werden.

4.3.3 Aufwandswerte für die Kalkulation

Im Rahmen der Analyse der erfassten Baustellendaten sind Aufwandswerte für die Kalkulation von Baustellen mit Brettspertholzprodukten ermittelt worden. Dabei wurden die Vorgänge der Baustelle, die klar der Montage der BSP-Elemente zuordenbar sind, einer detaillierten Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen untergezogen worden und davon ausgehend sind montagespezifische Aufwandswerte für die Brettspertholzarbeiten ermittelt worden. Dabei werden die ermittelten Aufwandswerte als Aufwandswert Netto und Brutto, wie im Kapitel 4.2.1 beschrieben, unterschieden.

Allen Arbeitnehmern ist eine Mittagspause von insgesamt einer Stunde zu gewähren. Pausen beruhen auf gesetzlichen Regelungen und können auch lohnwirksam sein, aber bei der Berechnung der Aufwandswerte wurden die Mittagspausen nicht berücksichtigt, da sie meist außerhalb des Arbeitsgeschehens liegen.

Aufwandswerte wurden für die Montage folgender Bauteile bzw. Abläufe ermittelt:

- Schwelle EG und OG
- Wand EG, OG und Technik
- Decke ü. EG, OG (Technik), Dachplatten
- Easi-Edge
- Brettschichtholz BSH – Bauelemente d. h. Stützen, Unterzüge, Pfetten, Sparen
- Treppe (2 Stück)
- Baustelleneinrichtung und Site Induction
- Stoßfugen abkleben, Löscher schließen.

Dabei beschreiben die gelisteten Positionen des Aufwandswertes die Haupttätigkeit.

An diese Stelle werden weitere Informationen zur Bestimmung der Aufwandswerte erläutert wie folgt:

- Die Aufwandswerte sind für Option A, d. h. für die gesamte Mannschaft (inkl. Vorarbeiter) ermittelt worden.
- Schwellen, Decken- und Wandelemente wurden den einzelnen Geschossen und die ausgewiesenen Zeitangaben bezüglich der Absturzsicherungselementen den zugehörigen Bauteilen zugeordnet.
- Es sind Aufwandswerte für die Montage der Schwellen und Wandelemente inklusive der nötigen Verschraubung ermittelt worden.

- Es sind Aufwandswerte für die Montage der Deckenelemente, inklusive der nötigen Verschraubung sowie einerseits mit der Montage und andererseits der Demontage Easi-Edge ermittelt worden.
- Aufwandswerte für die Montage der Dachelemente sind exklusive der Verschraubung auf der Baustelle ermittelt worden.
- Aufwandswerte für die Montage Easi-Edge sind separat für die Decke im EG, OG und für die Dachplatten ermittelt worden.
- Allgemeine Arbeitsvorbereitungen, wie die Arbeiten am Beginn und am Ende des Arbeitstages, sowie vorgegebene Pausen sind zwar in den Zeitverteilungen berücksichtigt, aber aus der Ermittlung der Aufwandswerte ausgenommen.

Im Zuge der Aufwandswernermittlung wurden die einzelnen ermittelten Aufwandswerte zusammengefasst. Nachfolgend sind einzelne relevante Ergebnisse der Auswertung grafisch dargestellt. An dieser Stelle wird auf die detaillierte Aufwandswertdarstellung im Anhang verwiesen. Der Aufbau der für die Aufwandswernermittlung benötigten Daten basiert immer auf derselben Vorgangsweise.

4.3.3.1 Aufwandswerte zur Montage der Wandelemente

Unter der Wandmontage der Wandelemente und versteht man folgende Tätigkeiten, welche in die Aufwandswernermittlung einfließen:

- das Anbringen und Entfernen der Anschlagmittel am Wandelement
- den Hebevorgang
- die Positionierung des Wandelements mit der Montage der Schrägstützen
- die Fixierung des Wandelements mittels der Verschraubungen Holz – Holz:
 - Verschraubung zwischen Element und Schwelle
 - Verschraubung zwischen den Elementen
 - Verschraubung zwischen Element und Decke
- das Entfernen der Schrägstützen und Anschlagmittel.

Es sind Wandelemente in den Geschossen EG, OG und DG (Technik) montiert worden. Es sind Aufwandswerte bezüglich der Wandmontage inklusive sowie exklusive des Kegelturms ermittelt worden. Im Eingangsbereich ist ein sogenannter Kegelturm, welcher als Sonderkonstruktion angesehen werden kann, montiert worden, für welchen gesondert Aufwandswerte ermittelt wurden.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, welche inklu-

sive und exklusive der störungsbedingten Unterbrechungen ermittelt wurden.

Tabelle 4.9 Wandelemente - Arbeitszeit und Aufwandswerte

Wand	[m ²]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Wand EG	942,19	44,75	132,50	0,05	0,14	46,33	113,08	0,05	0,12
Turm EG	33,74	6,67	11,67	0,20	0,35	6,67	11,50	0,20	0,34
Wand OG	941,45	35,50	140,67	0,04	0,15	35,50	123,50	0,04	0,13
Turm OG	14,28	2,42	10,08	0,17	0,71	2,42	7,08	0,17	0,50
Wand DG (Technik)	169,45	8,67	24,17	0,05	0,14	8,67	23,25	0,05	0,14
Gesamt	2.101,11	98,01	319,09	0,05	0,15	98,01	278,41	0,05	0,13
		Variante 2b				Variante 3b			

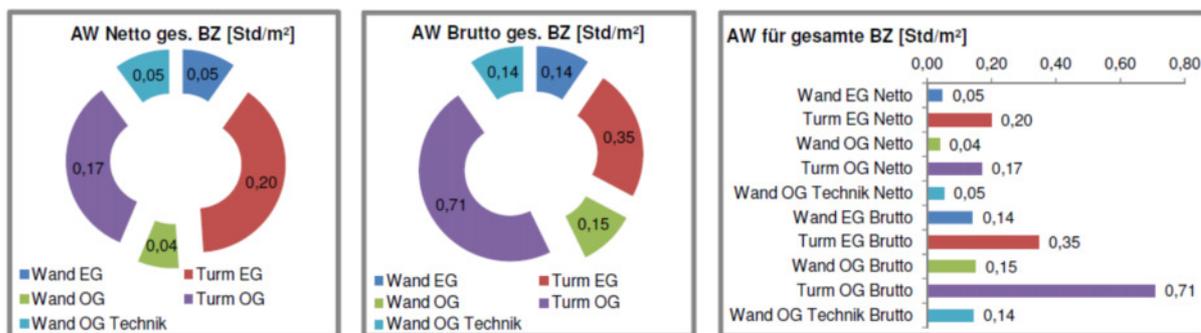


Bild 4.20 Kernaussage – Aufwandswerte Wand: Variante 2b, Option A

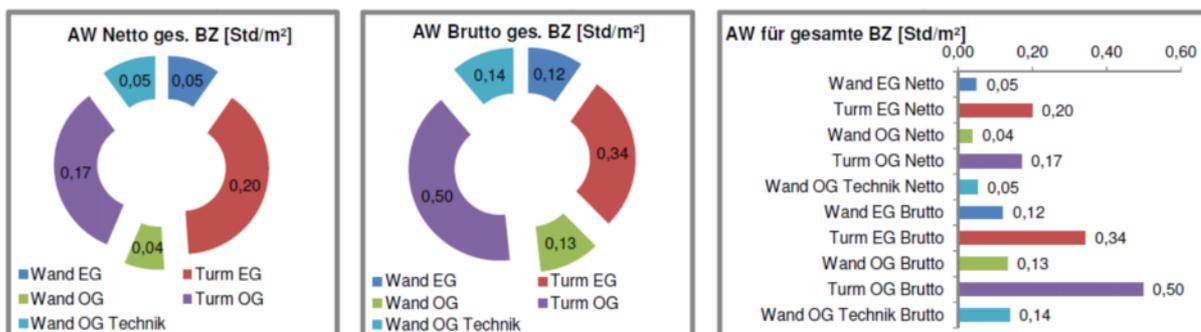


Bild 4.21 Kernaussage – Aufwandswerte Wand EG, OG, DG ohne Turm inkl. störungsbedingter Unterbrechungen: Option A

Wie aus obigen Grafiken zu entnehmen ist, liegen die Aufwandswerte für die Montage der Wandelemente inklusive aller Unterbrechungen zwischen rund 0,14 Std/m² und rund 0,15 Std/m². Der AW Brutto bei einem störungsfreien Ablauf der Wandmontage liegt im EG bei rund 0,12 Std/m², im OG bei rund 0,13 Std/m² und im DG bei rund 0,14 Std/m². Die Differenzen zwischen den einzelnen Aufwandswerten je Geschoss lassen sich auf schwierige Einbaubedingungen, zu kleinem Arbeitsraum und zeitlich steigenden Hebevorgängen mit der Geschossanzahl erklären.

Die Montage der Sonderkonstruktion des Kegelturms im Eingangsbereich ergeben bei einem störungsfreien Ablauf Aufwandswerte von rund 0,34 Std/m² im EG und rund 0,50 Std/m² im OG und für die Montage inklusive aller Unterbrechungen ergeben sich Aufwandswerte, die bei rund 0,35 Std/m² im EG und rund 0,71 Std/m² im OG liegen.

4.3.3.2 Aufwandswerte zur Montage der Deck- und Dachelemente

Unter der Montage der Decken- und Dachelemente versteht man folgende Tätigkeiten, welche in die Aufwandswertermittlung einfließen:

- das Anbringen und Entfernen der Anschlagmittel an Decken- und Dachelementen
- den Hebevorgang
- das Verlegen der Decken- und der Dachelemente
- das Verschrauben der Decken- und der Dachelemente mittels Verschraubung Holz – Holz:
 - Verschraubung zwischen Deckenelement und Außen- und Innenwandelemente
 - Verschraubung zwischen Deckenelement und Unterzügen
 - Verschraubung der Deckenelemente miteinander
 - Verschraubung zwischen Dachelement und Unterkonstruktion
 - Verschraubung der Dachelemente miteinander
- das Entfernen der Schrägstützen und Anschlagmittel.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, welche exklusive der Montage der Easi-Edge ermittelt wurden.

Tabelle 4.10 Montage der Decken- und Dachplatten (exkl. Easi-Edge) - Arbeitszeit und Aufwandswerte

Decke	[m ²]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Decke über EG	800,11	22,33	58,67	0,03	0,07	22,33	53,33	0,03	0,07
Decke über OG (Technik)	125,10	12,92	37,67	0,10	0,30	12,92	34,50	0,10	0,28
Dachplatten	1.061,65	24,25	95,00	0,02	0,09	24,25	79,33	0,02	0,07
Gesamt	1.986,86	59,50	191,34	0,03	0,10	59,50	167,16	0,03	0,08
		Variante 2b				Variante 3b			

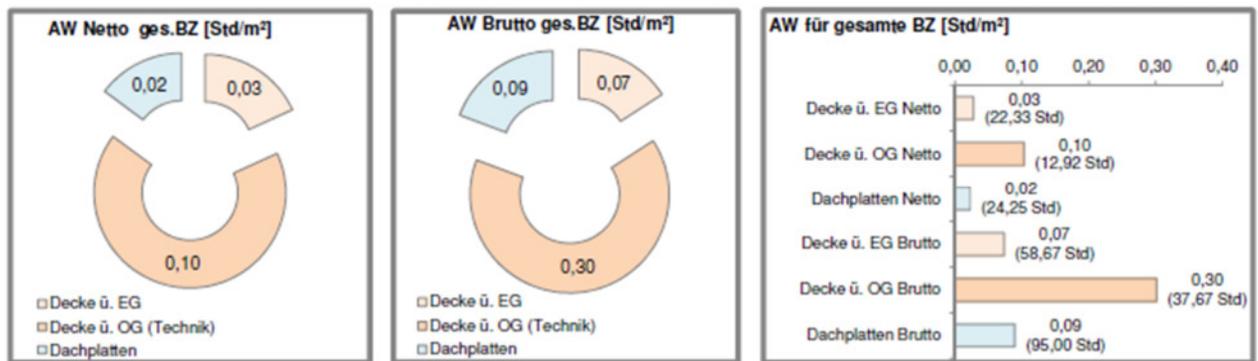


Bild 4.22 Kernaussage– Aufwandswerte Decken- und Dachplatten ohne Easi-Edge: Option A, Variante 2b

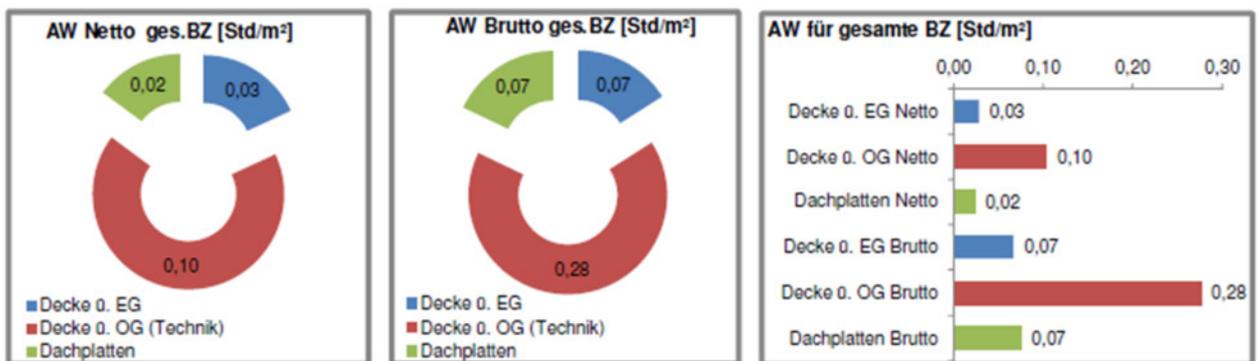


Bild 4.23 Kernaussage – Aufwandswerte Decken und Dachplatten ohne Easi-Edge exkl. störungsbedingter Unterbrechungen: Option A, Variante 3b

Wie aus obigen Grafiken zu entnehmen ist, liegen die Aufwandswerte für die Montage der Deckenelemente inklusive aller Unterbrechungen, ohne der Montage der Easi-Edge, bei rund 0,07 Std/m² im EG, bei rund 0,30 Std/m² im OG. Der Aufwandswert für die Montage der Dachelemente inklusive aller Unterbrechungen liegt bei rund 0,09 Std/m². Der AW Brutto bei einem störungsfreien Ablauf der Deckenelemente liegt im EG bei rund 0,12 Std/m² und sinkt im OG auf rund 0,28 Std/m². Der AW Brutto bei einem störungsfreien Ablauf der Dachelemente beläuft sich auf rund 0,07 Std/m².

Die Differenz der Aufwandswerte zwischen EG und OG lassen sich durch Änderung der Montagetechnik erklären, da bei der Montage der Decke über dem EG das Sicherheitssystem vorweg montiert wurde, damit das Montageteam überhaupt erst die vorher gelegten Platten betreten durfte, wobei bei der Montage der Decke über dem OG die Absturz-sicherung nur teilweise an Plattenelementen montiert wurde und somit ein Großteil der Arbeiten von der Hebebühne ausgehend bewerkstelligt wurde. Des Weiteren hat sich die Mannschaftszusammensetzung geändert, wodurch ein neuerlicher Einarbeitungseffekt eingestellt hat.

Der Aufwandswert für die Montage der Dachplatten ergibt sich durch die zunehmende Beschränkungen des Arbeitsraumes sowie die zeitlich längere Hebevorgänge.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, welche inklusive der Montage der Easi-Edge ermittelt wurden.

Tabelle 4.11 Montage der Decken- und Dachplatten (inkl. Easi-Edge) - Arbeitszeit und Aufwandswerte

Decke	[m ²]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Decke über EG	800,11	42,17	95,17	0,05	0,12	42,17	93,83	0,05	0,12
Decke über OG (Technik)	125,10	27,25	57,00	0,22	0,46	27,25	53,75	0,22	0,46
Dachplatten	1.061,65	60,83	174,33	0,06	0,16	60,83	167,42	0,06	0,16
Gesamt	1.986,86	130,25	326,50	0,07	0,16	130,25	315,00	0,07	0,16
		Variante 2b				Variante 3b			

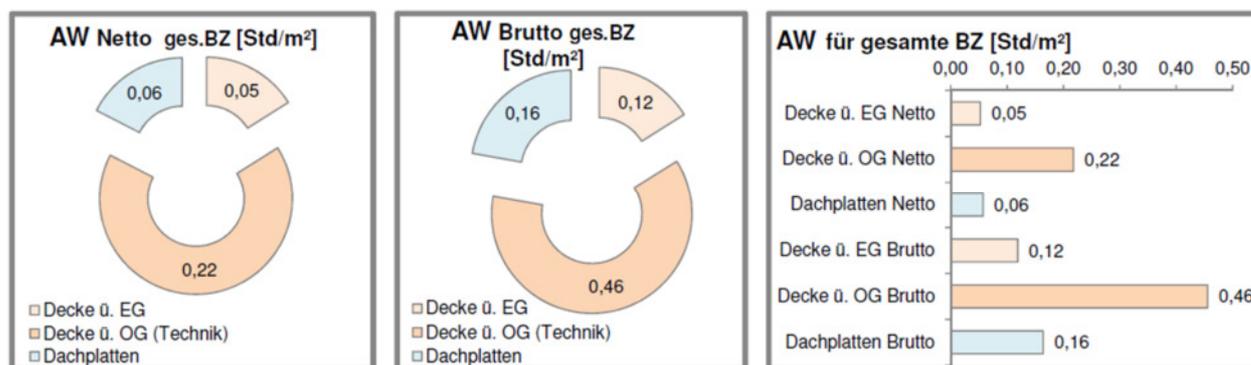


Bild 4.24 Kernaussage – Aufwandswerte Decken- und Dachplatten mit Easi-Edge: Option A, Variante 2b

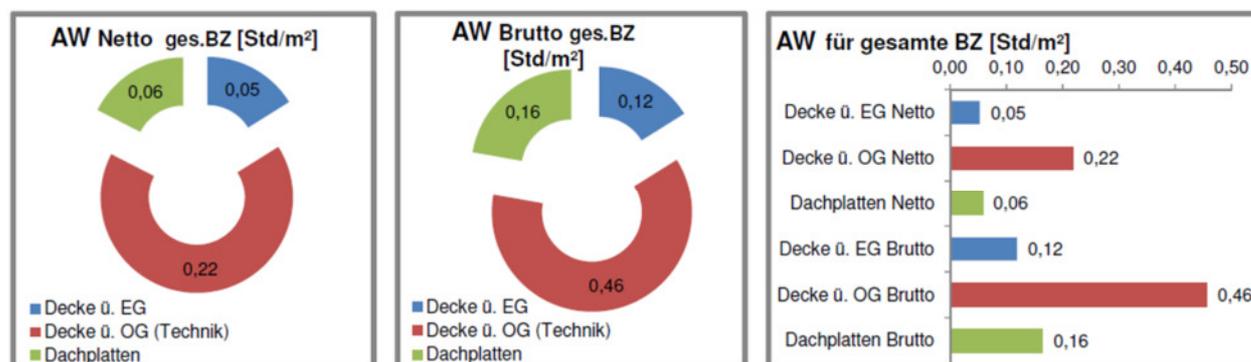


Bild 4.25 Kernaussage– Aufwandswerte Decken- und Dachplatten ohne Easi-Edge exkl. störungsbedingter Unterbrechungen: Option A, Variante 3b

Aus den obigen Grafiken geht hervor, dass die ermittelten Aufwandswerte bezüglich der Montage von Decken- und Dachelementen und inklusive der Montage Easi-Edge, sowie inklusive und exklusive störungsbedingter Unterbrechungen im Schnitt dieselben Ergebnisse liefern.

Unter der Berücksichtigung der Montagezeit für die Easi-Edge ergeben sich Aufwandswerte für die Montage der Deckenelemente über dem EG von rund 0,12 Std/m² und über dem OG von rund 0,46 Std/m², sowie für die Montage der Dachelemente mit von 0,16 Std/m².

Die Schwankung der Aufwandswerte kann durch dieselben Einwirkungen wie bei der Ermittlung exklusive der Easi-Edge begründet werden.

4.3.3.3 Aufwandswerte zur Montage und Demontage der Easi-Edge

Unter der Montage der Easi-Edge, der sogenannten Absturzsicherung, versteht man folgende Tätigkeiten, welche in die Aufwandswernermittlung einfließen:

- das Verschrauben der Stahlhalteelemente
- die Vormontage der Easi-Edge am Boden
- das Anbringen der einzelnen Bauteile, wie Stützen und Wehre
- das Verbinden der einzelnen Sicherheitselemente miteinander

Unter der Demontage der Easi-Edge versteht man folgende Tätigkeiten, welche in die Aufwandswernermittlung einfließen:

- das Trennen der einzelnen Sicherheitselemente voneinander
- der Rückbau der Elemente
- das Entfernen der Halterungen an den Deckenelementen.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, für Montage und Demontage der Easi-Edge, wobei die Aufwandswerte in den Bezugseinheiten m² und lfm ausgegeben sind. Da die Ermittlungen der Aufwandswerte, inklusive und exklusive störungsbedingter Unterbrechungen zu gleichen Ergebnissen geführt hat, wird im Folgenden nur die Variante 2b präsentiert.

Tabelle 4.12 Easi-Edge – Arbeitszeit und Aufwandswerte

Easi-Edge	[m ²]	[lfm]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Montage EE - Decke über EG	800,11	775	15,92	30,83	0,02	0,04	0,02	0,04
Montage EE - Decke über OG	125,10	224	5,58	7,83	0,04	0,06	0,02	0,03
Montage EE - Dachplatten	1.061,65	440	32,50	64,00	0,03	0,06	0,07	0,15
Gesamt	1.986,86	1439	54,00	102,66	0,03	0,05	0,04	0,07
Demontage EE - Decke über EG	800,11	775	3,92	5,67	0,005	0,007	0,005	0,007
Demontage EE - Decke über OG	125,10	224	8,75	11,50	0,07	0,09	0,04	0,05
Gesamt	925,21	999	12,67	17,17	0,01	0,02	0,01	0,02
			Variante 2b		[Std/m ²]		[Std/lfm]	

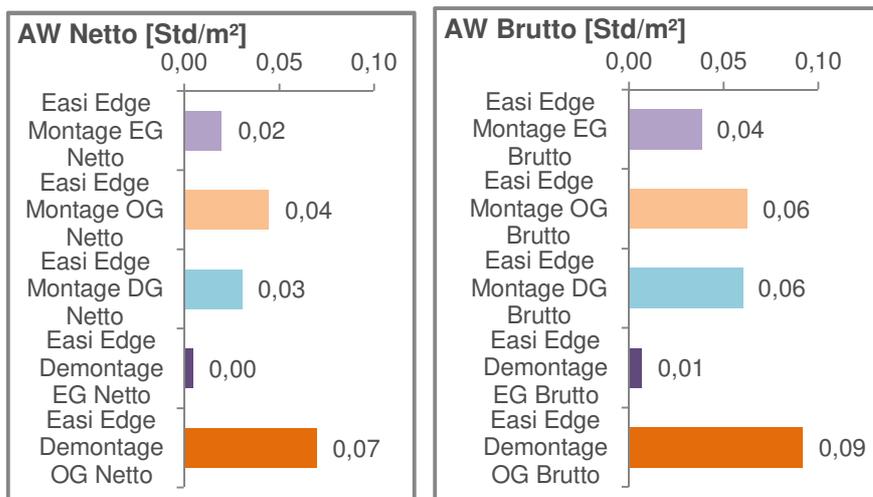


Bild 4.26 Kernaussage – Aufwandswerte Easi-Edge [Std/m²]: Option A, Variante 2b

Wie in obiger Grafik zu entnehmen ist, liegen die Aufwandswerte Brutto für die Montage des Sicherheitssystems Easi-Edge inklusive aller Unterbrechungen, bei rund 0,04 Std/m² im EG, bei rund 0,06 Std/m² im OG und bei rund 0,06 Std/m² am Dach.

Da die Demontage des Sicherheitssystems einfacher und somit schneller als deren Montage ist, liegen die ermittelten Aufwandswerte dementsprechend niedriger und belaufen sich somit auf rund 0,007 Std/m² auf der Decke über dem EG und auf rund 0,009 Std/m² auf der Decke über dem OG. Die Demontage der Easy-Edge auf der Decke ist erst nach Beendigung der Baustellenbeobachtungen vorgenommen worden, wodurch diesbezüglich keine Daten vorhanden sind.

Die folgende Grafik zeigt die ermittelten Aufwandswerte Brutto für die Montage des Sicherheitssystems laut Bezugsgröße lfm.

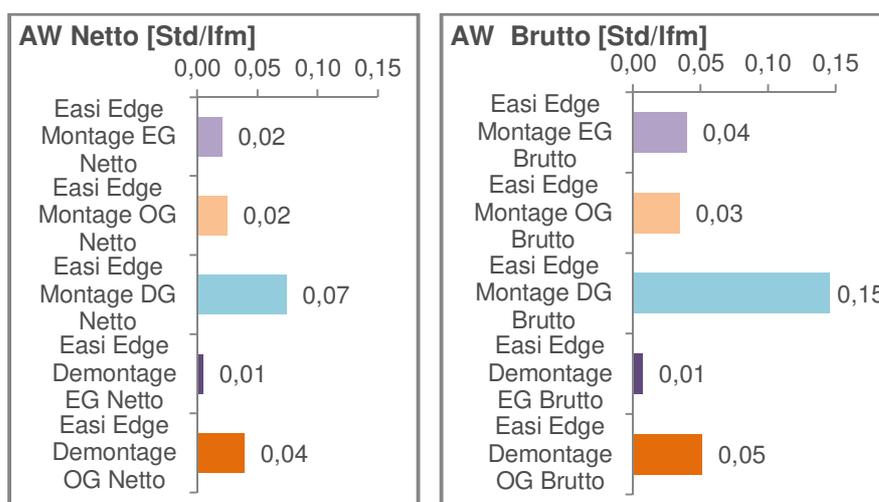


Bild 4.27 Kernaussage – Aufwandswerte Easi-Edge [Std/lfm]: Option A, Variante 2b

Wie in vorangehender Grafik ersichtlich, liegen die Aufwandswerte Brutto für die Montage bzw. die Demontage des Sicherheitssystems Easi-Edge inklusive aller Unterbrechungen, bei rund 0,04 Std/lfm bzw. bei rund 0,01 Std/lfm im EG und bei rund 0,03 Std/lfm bzw. bei rund 0,05 Std/lfm im OG. Der Aufwandswert Brutto für die Montage am Dach beläuft sich auf rund 0,15 Std/lfm.

Die hohen Schwankungen der Aufwandswerte kann auf den nicht sicheren Umgang des Montageteams mit dem Sicherheitssystem und zahlreichen zusätzlichen Adaptionen des Systems bezüglich des Einbauortes zurückgeführt werden.

4.3.3.4 Aufwandswerte zur Montage der Schwellenelemente

Unter der Montage der Schwellen versteht man folgende Tätigkeiten, welche in die Aufwandswernermittlung einfließen:

- das Anbringen und Entfernen der Anschlagmittel an den Schwellenelementen
- das Anbringen der Feuchtigkeitsschutzbänder auf der Unterseite der Schwellen
- die Herstellung des Niveaueausgleiches
- das Positionieren der Schwellen
- das Fixieren der Schwellen mittels Betonankerschrauben im EG
- das Fixieren der Schwellen mittels Holzgewindeschrauben im OG und im DG

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, inklusive und exklusive der störungsbedingten Unterbrechungen.

Tabelle 4.13 Schwellen - Arbeitszeit und Aufwandswerte

Schwellen	[lfm]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	
Schwelle EG	309,1	63,25	164,42	0,20	0,53	63,25	107,92	0,20	0,35	
Schwelle OG	194,6	11,58	33,00	0,06	0,17	11,58	30,75	0,06	0,16	
Gesamt	503,7	74,83	197,42	0,15	0,39	74,83	138,67	0,15	0,28	
					Variante 2b		Variante 3b			

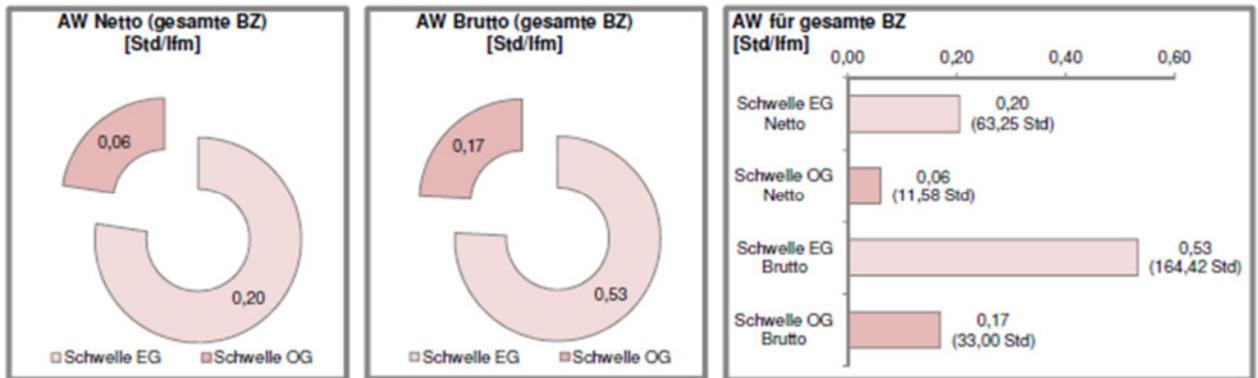


Bild 4.28 Kernaussage – Aufwandswerte Schwellen: Option A, Variante 2b

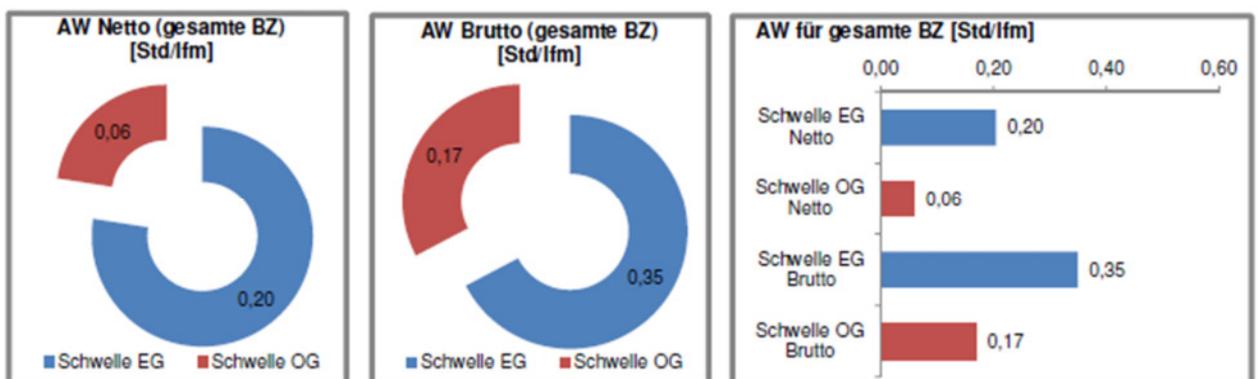


Bild 4.29 Kernaussage – Aufwandswerte Schwellen exkl. störungsbedingte Unterbrechungen: Option A, Variante 3b

Wie in den vorangehenden Grafik ersichtlich, liegen die Aufwandswerte Brutto für die Montage der Schwellenelemente exklusive der störungsbedingten Unterbrechungen deutlich unter jenen der Aufwandswerte inklusive der störungsbedingten Unterbrechungen. Da bei neuerlichen Bauprojekten davon auszugehen ist, dass der Anteil von Unterbrechungen, speziell jener mit störungsbedingtem Hintergrund quasi nicht mehr vorhanden sein werden, sind die Aufwandswerte mit rund 0,20 Std/lfm in EG und mit rund 0,35 Std/lfm für zukünftige Kalkulationen maßgebend.

4.3.3.5 Aufwandswerte für die Montage der BSH-Elemente

Unter der Montage der BSH-Elemente versteht man folgende Tätigkeiten, welche in die Aufwandswernermittlung einfließen:

- das Anbringen und Entfernen der Anschlagmittel an den BSH-Elementen
- den Hebevorgang der BSH-Elemente
- die Positionierung der BSH-Elemente am Einbauort
- das Verschrauben der BSH-Elemente mit den darunterliegenden Holzelementen bzw. mit der darunterliegenden Unterkonstruktion mittels Holzgewindeschrauben

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, inklusive und exklusive der störungsbedingten Unterbrechungen.

Tabelle 4.14 BSH -Teile – Arbeitszeit und Aufwandswerte

Brettschicht- holz BSH	[lfm]	[lfm]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Stützen EG	28,3	79,5	5,17	12,42	0,18	0,44	5,17	10,67	0,18	0,38
Unterzüge EG	51,2		5,42	13,42	0,11	0,26	5,42	12,42	0,11	0,24
Stützen OG	18,2	39,1	8,58	11,17	0,32	0,42	8,58	10,92	0,32	0,41
Unterzüge OG+DG	20,9		8,42	11,58	0,40	0,55	8,42	11,25	0,40	0,54
Sparren Dach	211,0	242,5	17,67	29,50	0,08	0,14	17,67	27,17	0,08	0,13
Stützen Dach	6,8		1,08	1,75	0,16	0,26	1,08	1,50	0,16	0,22
Grat Kehl Dach	24,7		1,92	4,92	0,08	0,20	1,92	3,92	0,08	0,16
Gesamt BSH		361,1	46,33	86,33	0,13	0,24	46,33	77,85	0,13	0,22
			Variante 2b				Variante 3b			

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, variieren die Aufwandswerte für die Montage der BSH-Elemente teils stark. Die Aufwandswerte Brutto unterliegen einer Schwankung zwischen rund 0,14 Std/lfm und 0,55 Std/lfm. Dies ist auf die unterschiedlichen Einbaustellen, wie EG, OG und Dach mit den sich daraus ergebenden Einbauschwierigkeiten der Montage der einzelnen BSH-Elemente zurückzuführen.

Welcher Aufwandswert in weiterer Folge als Eingangsgröße in die Kalkulation neuer Baustellen einfließt, obliegt dem zuständigen Kalkulanten, welcher die Rahmenbedingungen eines neuen Projektes genau kennen muss, um diese mit den Gegebenheiten des untersuchten Bauobjektes vergleichen zu können und in weiterer Folge jenen Aufwandswert ansetzt, welcher die neuen Gegebenheiten am ehesten beschreibt.

4.3.3.6 Aufwandswerte zur Montage der Treppe und des Treppengeländers zwischen EG und OG

Unter der Montage der Treppe bzw. des Treppengeländers versteht man folgende Tätigkeiten, welche in die Aufwandswernermittlung einfließen:

- die Montage der einzelnen Trittstufen auf der BSP-Laufplatte
- die Montage der Auflagerbalken für die Podeste an den Wänden des Treppenhauses
- das Anbringen und Entfernen der Anschlagmittel auf der Treppe bzw. dem Treppengeländer
- der Hebevorgang der Treppe bzw. des Treppengeländers
- das Positionieren der Treppe bzw. des Treppengeländers

- die Fixierung der Treppe bzw. des Treppengeländers durch Verschraubung zur Unterkonstruktion mittels Holzgewindeschrauben.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, inklusive und exklusive der störungsbedingten Unterbrechungen. Die ermittelten Aufwandswerte sind in den Bezugseinheiten Stk, m² und lfm ausgegeben worden.

Tabelle 4.15 Treppe – Menge und Dauer der Ausführung

Treppe (Achse 1 und Achse A)		[m ³]	[Std] Brutto	AW [Std/Einheit]	AW [Std/m ³]	AW [Std/Treppe]
Stiegenloch Einnetzen (Auflager)	10,15 m	0,19	13,25	1,31 Std/lfm	67,99	6,63
Vormontage Stufen zur Laufplatte	36 Stk	1,95	8,83	0,25 Std/Stk	4,52	4,42
Montage Stiege und Podest	46,38 m ²	4,37	36,50	0,79 Std/m ²	8,36	18,25
Gesamt		6,51	58,58		9,00	29,29
• Treppe Achse 1		3,23	Variante 2b			
• Treppe Achse A		3,29				

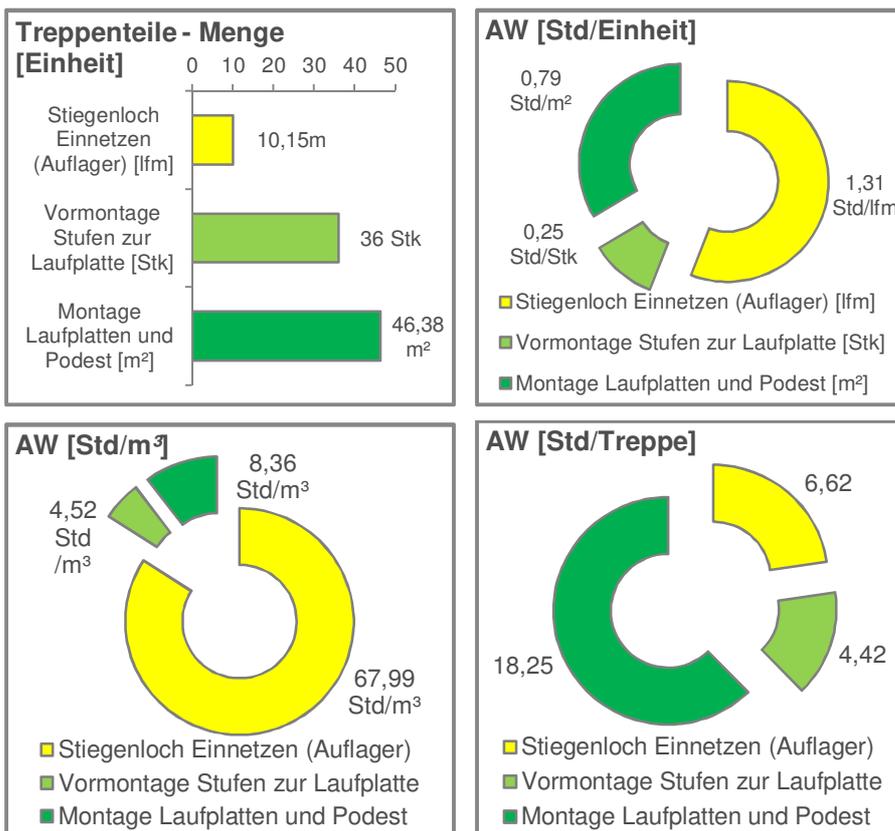


Bild 4.30 Kernaussage – Aufwandswerte Treppe: Option A, Variante 2b

In den voranstehenden Grafiken sind die ermittelten Aufwandswerte für die Montage der Treppe bzw. des Treppengeländers zwischen dem EG und dem OG erläutert, wobei im untersuchten Bauwerk zwei Treppengänge erstellt wurden.

Bezugsgrößen für die Ermittlung der Aufwandswerte sind wie folgt:

- das Einnetzen des Stiegenlochs mit den Längenabmessungen der Auflagerbalken als Bezugsgröße in lfm
- die Vormontage der Trittstufen auf der Laufplatte mit der Anzahl der Stufen als Bezugsgröße in Stk
- die Montage der Laufplatten und Podeste mit den Ansichtsflächen als Bezugsgröße in m²
- die Masse der einzelnen BSP-Elemente als Bezugsgröße in m³.

Die Ermittlung der Aufwandswerte pro Treppenhaus ergibt einen Aufwandswert Brutto von rund 9 Std/m³, was wiederum rund 29,29 Std/Treppe entspricht.

4.3.3.7 Aufwandswerte zum Abkleben der Stoßfugen

Unter dem Abkleben der Stoßfugen versteht man das Verschließen der Stoßfugen folgender Arbeitsfugen, welche in die Aufwandswernermittlung einfließen:

- zwischen den Wandelementen
- zwischen den Wand- und Deckenelementen
- zwischen den Wand- und Dachelementen
- zwischen den Deckenelementen
- das Verschließen von Fehlstellen am Objekt.

Die Stoßfugen wurden mit luftdichten Bändern, sowie mit speziellen Materialien durch Ausschäumen geschlossen.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, inklusive und exklusive der störungsbedingten Unterbrechungen.

Tabelle 4.16 Abkleben der Stoßfugen– Arbeitszeit und Aufwandswerte

	[m]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Fugen abkleben, Löcher Verschließen	740	13,42	19,67	0,02	0,03
Variante 2b					

Mit der vorhandenen Fugenlänge als Bezugslänge am betrachteten Objekt wurde der Aufwandswert Brutto für das Abkleben bzw. Verschließen der Stoßfugen und eventueller Fehlstellen mit rund 0,03 Std/lfm ermittelt.

4.3.3.8 Aufwandswert zur Baustelleneinrichtung / Site Induction

Unter der Baustelleneinrichtung bzw. Site Induction versteht man Tätigkeiten, welche zu Beginn der Baustelle durchgeführt werden.

In die Aufwandswernermittlung fließen folgende Tätigkeiten ein:

- das Abladen des ersten Transports und die Zwischenlagerung der Materialien und Teile des Sicherheitssystems Easi-Edge
- Stellen des Werkzeugcontainers
- das Vorbereiten von eingesetzten Maschinen, Geräten, Stromkabeln und Hebebändern zur Sicherheitsprüfung durch befugtes Personal.

Unter dem Begriff der „Site Induction“ versteht man die vollständige Unterweisung aller auf der Baustelle tätigen Arbeitskräfte über die wichtigsten Sicherheitsregeln, sowie deren generelle Einführung am Arbeitsplatz betreffend der Organisation der Baustelle. Die Unterweisung wurde von einer eigens bestellten Sicherheitsorganisation durchgeführt.

Die folgende Tabelle zeigt die für die Ermittlung der Aufwandswerte relevanten Daten, sowie die Aufwandswerte Netto und Brutto, inklusive und exklusive der störungsbedingten Unterbrechungen.

Tabelle 4.17 Baustelleneinrichtung und Site Induction – Arbeitszeit und Aufwandswerte

	Mann	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Baustelleneinrichtung	7	14,42	32,25	2,06	4,61	14,42	23,50	2,06	3,36
Site Induction	7	15,00	16,50	2,14	2,36	15,00	16,50	2,14	2,36
Gesamt	7	29,42	48,75	4,20	6,96	29,42	40,00	4,20	5,72
Variante 2b						Variante 3b			

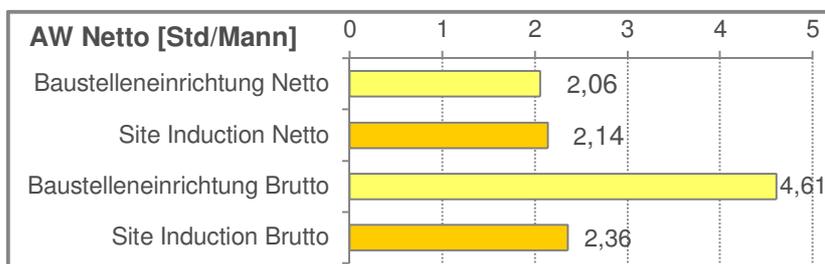


Bild 4.31 Kernaussage – Aufwandswerte Baustelleneinrichtung und Site Induction: Option A, variante 2b

Wie in obiger Grafik ersichtlich, liegt der Aufwandswert Brutto bezüglich der Baustelleneinrichtung bei rund 4,61 Std/Mann und jener bezüglich der Site Induction bei rund 2,36 Std/Mann. Aus den ermittelten Werten kann geschlossen werden, dass speziell die Unterweisung bzw. die Site Induction in Großbritannien einen sehr hohen Stellenwert genießt und dies auch sehr stark von der zuständigen Behörde kontrolliert wird.

Die folgenden Grafik zeigt die durchgeführte Variantenstudie 3b, welcher entnommen werden kann, dass schon zu Beginn der Baustelleneinrichtungen Unterbrechungen des Arbeitsprozesses, speziell durch störungsbedingte Unterbrechungen, sehr großen Einfluss auf die tägliche Arbeitszeit hatten.

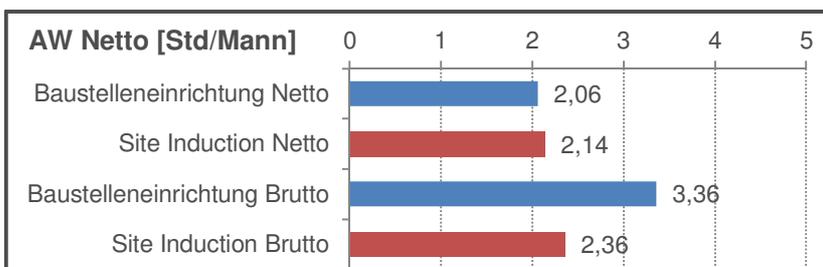


Bild 4.32 Kernaussage – Aufwandswerte Baustelleneinrichtung und Site Induction: Option A, Variante 3b

Wie aus dem Vergleich der zwei vorangehenden Grafiken hervorgeht, sinkt der Aufwandswert Brutto für die Baustelleneinrichtung von rund 4,61 Std/Mann auf rund 3,36 Std/Mann. Dieser Sachverhalt lässt auf einen sehr hohen Einfluss der störungsbedingten Unterbrechungen schließen.

An dieser Stelle der Arbeit wird auf die detaillierte Auswertung und die Darstellung aller Ergebnisse im Detail verwiesen, welche im Anhang zu finden sind.

Die Ermittlung der Aufwandswerte für die Montage von BSP-Elementen sind pro Geschoss als Aufwandswerte Brutto und Netto durchgeführt worden, wodurch diese bei künftigen Projekten vielseitig eingesetzt werden können.

Des Weiteren ist ein Rückschluss auf die aufgetretenen Einarbeitungseffekte der Montagemannschaft aufgrund der detaillierten Datenaufnahme und anschließender Beurteilung möglich.

Die Auswertungen und in weiterer Folge die ermittelten Aufwandswerte Brutto laut der Variante 3b stellen einen störungsfreien Ablauf der Montage auf der untersuchten Baustelle dar.

Für künftige Kalkulation sind die Auswertungen und in weiterer Folge die ermittelten Aufwandswerte Brutto laut der Variante 2b maßgeblich.

4.4 Problematik der Auswertung

Die Aufzeichnungen auf der Baustelle sollten während des gesamten Ablaufs von einer externen Person geführt werden, weil diese nicht vorbelastet, und somit neutral ist.

Im Rahmen der durchgeführten Analyse wurden anhand der erfassten Daten auf der Baustelle Aufwandswerte für die Brettsperrholzmontage ermittelt. Die für die Untersuchung notwendigen Daten wurden mit Hilfe der Multimomentaufnahme erhoben, wodurch die Problematik klar in der detaillierten Dokumentation der Daten direkt auf der Baustelle lag, da unzureichend aufgenommene Daten keine aussagekräftigen Ergebnisse liefern. Bei unzureichenden Mengen von Beobachtungen sinkt die Eintrittswahrscheinlichkeit der Aufwandswerte für die weiteren Kalkulationen.

Vor der Auswertung von Aufwandswerten sind alle Eintragungen im Datenerfassungsbogen den bestimmten Teilvorgängen, wie z. B. dem Stellen und dem Verschrauben der Wandelemente, zuzuordnen. Aufzeichnungen welche nicht zuordenbar sind, müssen weggelassen oder als „nicht erkennbar“ bezeichnet werden.

Auf der Baustelle konnte ein sehr hoher prozentueller Anteil an Unterbrechungen, speziell an störungsbedingten Unterbrechungen, beobachtet werden, wodurch eine differenzierte Betrachtung des Montagefortschritts notwendig wurde, indem eine Bereinigung der erfassten Daten und darauf aufbauend eine weitere Analyse durchgeführt wurde.

Die Genauigkeit der Analyse mittels Multimomentaufnahme ist durch die erforderliche Beobachtungsmenge, dem sogenannten Stichprobenumfang, definiert. Der Datenaufnahme wurde ein zeitlicher Rahmen gesetzt, damit die Beobachtung auf der Baustelle und in weiterer Folge die Datenauswertung durchführbar ist.

Die Bauabläufe bei der Montage von Massivholzbauteilen sind sehr komplex und umfangreich und werden durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, wodurch eine klare Zuordnung von Ursachen und Wirkungen nicht eindeutig erkennbar ist, da zwischen den einzelnen Einflussgrößen eine Wechselwirkung besteht.

4.5 Umsetzung in der Holzbaukalkulation

Die ermittelten Aufwands- und Leistungswerte des untersuchten Objektes wurden auf Basis der Montage von BSP-Produkten ermittelt und können in weiterer Folge in künftigen Holzbaukalkulationen angewandt werden. Zu beachten ist jedoch, dass es sich um gleiche oder sehr ähnliche Bauvorhaben mit ähnlichen Randbedingungen auf der Baustelle handeln muss.

In der Kalkulation von Holzbauprojekten werden vor allem folgende Bezugsgrößen eingesetzt:

- Bruttorauminhalt [m^3]
- Fläche [m^2]
- Länge [l_{fm}]
- Zahl [Stück]
- Arbeitskraft [Mann]

Aus diesem Grund wurde die Aufwandswernermittlung vorzugsweise mit den angeführten Bezugsgrößen vorgenommen, wodurch der Einsatz dieser in künftigen Kalkulationen gegeben ist.

Im Folgenden werden die ermittelten Aufwandswerte und deren Bezugsgröße dargestellt:

- Schwellen und BSH-Elemente
Schwellen und BSH-Elemente sind schlanke Balken, wodurch als Bezugsgröße die Längenabmessungen gewählt wurden.
- Wandelemente
Wandelemente, unter welchen Außen- und Innenwände zu verstehen sind, sind flächige Plattenelemente, wodurch als Bezugsgröße die Ansichtsfläche des Elementes gewählt wurde.
- Decken- und Dachplatten
Decken- und Dachelemente, sind flächige Plattenelemente, wodurch als Bezugsgröße die Ansichtsfläche des Elementes gewählt wurde.
- Easi-Edge
Bei Absturzsicherungen von Easi-Edge Limited handelt es sich prinzipiell um komplette Systeme, welche direkt auf der Baustelle den Rahmenbedingungen angepasst werden. Als Bezugsgröße ist einerseits die verbaute Länge der Absturzsicherung und andererseits die Ansichtsfläche jener Decken- und Dachflächen herangezogen worden, welchen die Montage direkt zuordenbar ist.

- Treppe

Prinzipiell handelt es sich bei Treppenelementen um flächige Plattenelemente, wodurch als Bezugsgröße die Ansichtsfläche gewählt wurde. Für die Montage der einzelnen Trittstufen ist als Bezugsgröße die Anzahl der montierten Elemente herangezogen worden.

- Baustelleneinrichtung und Site Induction

Im Rahmen dieser Untersuchung wird ein Aufwandswert für Baustelleneinrichtung und Site Induction in [Std/Mann] dargestellt.

- Stoßfugen

Stoßfugen sind Arbeitsfugen, wodurch als Bezugsgröße die Länge der Fugen am Objekt gewählt wurde.

Die im Rahmen dieser Masterarbeit ermittelten Aufwandswerte können als Eingangsparameter für Kalkulation und Planung des Bauablaufs sowie in der Logistik angewandt werden. Dabei können die anfallenden Lohnkosten bei Montagetarbeiten mittels Kalkulationsformblatt K7 der ÖNORM B 2061 ermittelt werden. Da die ermittelten Aufwandswerte aus der Analyse einer Baustelle bezüglich der Montage von Brettsperholzprodukten stammt, sollten diese nur für gleiche oder ähnliche Bauvorhaben verwendet werden.

5 Potenziale und Ausblick

Der Holzbau hat sich in den vergangenen Jahren sehr stark weiter entwickelt, wobei sich die traditionellen Bauweisen des Zimmerers ebenso wie die zu verbauenden Materialien und Holzwerkstoffe verändert haben.

Der Baustoff Holz ermöglicht im Gegensatz zu vielen anderen Baumaterialien, eine möglichst hohe Vorfertigung in der Produktion. Die Produktion einzelner Elemente und Systeme hat sich dabei durch technische Weiterentwicklungen und der Verbesserung in den einzelnen Bearbeitungsprozessen immer mehr in die Werkstatt verlagert. In den letzten 20 Jahren wurden neuartige, im Vergleich zu stabförmig lastabtragenden Holzbauteilen, Produkte, wie das flächenförmig wirkende Holzbauprodukt Brettsperrholz, entwickelt.

Durch weitere intensive Forschungsarbeiten im Holzbau und nicht zuletzt wegen steigender Nachfrage an ökologischen Baustoffen am Markt, gewinnt die Massivholzbauweise in Form von Brettsperrholz speziell im mehrgeschossigen Wohnbau immer mehr an Bedeutung.

5.1 Potenziale im holzbaulichen Arbeitsverfahren

Mit der starken Zunahme des Vorfertigungsgrades verlagert sich die Produktion von Holzelementen tendenziell und sukzessive von der Baustelle ins Werk. Holz ist ein hochwertiger Baustoff und im Gegensatz zu anderen Baustoffen, wie den traditionellen mineralischen Baustoffen Beton oder Ziegel, kostentechnisch höher einzustufen.

Seitens potenzieller Bauherrn und Investoren stellt sich vor dem eigentlichen Baubeginn jedes Bauprojekts neben zahlreichen anderen Entscheidungsfaktoren speziell die Frage des optimalen Baustoffes, bei welchem sich die Entscheidungskriterien wie folgt darstellen lassen:

- Qualität

BSP-Bauteile wie Wand-, Decken- und Dachplatten werden ausschließlich industriell vorgefertigt. Die Montage der einzelnen Elemente erfolgt mit Hilfe der zum Teil eingebauten Verbindungsmittel und moderner Hebewerkzeuge. In den Fertigungshallen ermöglichen hochpräzise Maschinen eine genaue Bearbeitung, wodurch der besagte hohe Vorfertigungsgrad überhaupt erst ermöglicht wird. Für potenzielle Bauherrn ist somit ein Höchstmaß an Genauigkeit in der Bauausführung, mit optimal geplanten Arbeitsprozessen und insgesamt einer sehr hohen Qualitätssicherheit möglich.

In der Holzbauweise werden sowohl Halbfabrikate, als auch fertig komplettierte Bauteile verwendet, wobei die Fertigungstiefe von einer reinen Baustellenfertigung bis hin zum werkseitigen Abbund der Tragstruktur reicht.

- Bauzeit

Durch die Vorfertigung ganzer Bauelemente kann die Bauzeit erheblich verkürzt werden, was wiederum bei optimaler Arbeitsvorbereitung einen Kostenvorteil bedeuten kann. Eine kürzere Rohbauzeit in der Brettsperrholzbauweise gegenüber anderen Bauweisen stellt ein wichtiges Argument für die holzbaulichen Arbeitsverfahren dar. Speziell durch die trockene Bauweise kann beispielsweise gleich nach Montage des ersten Geschosses, der Außen- und Innenausbau des Bauobjektes begonnen werden.

- Baustelleneinrichtung

Die Baustelleneinrichtung bei einer reinen Holzbaumontage fällt im Gegensatz zu anderen Bauweisen sehr gering aus, da seitens ausführender Montageunternehmen nur Container für die erholungs- und persönlich bedingte Unterbringung, sowie ein Container für die montagespezifischen Werkzeuge notwendig ist. Die Vorhaltezeit beläuft sich bei gut geplanten Holzbaumontagebaustellen auf wenige Arbeitstage.

Sind ausführende Montagefirmen in der Nähe des Montageorts ansässig, so wird das benötigte Werkzeug nicht auf der Baustelle bereitgestellt, sondern in den eigenen Firmenfahrzeugen mitgeführt.

Da die Montage der BSP-Elemente auf der Baustelle prinzipiell direkt vom LKW erfolgt, werden nur wenige Holzelemente auf Lagerflächen zwischengelagert, wodurch der Platzbedarf für Lagerflächen rund um die Baustelle auf ein Minimum reduziert wird. Da nicht alle Baustellenbedingungen vorhersehbar sind, sollten jedoch Lagerflächen vorgesehen werden.

Im Vergleich zu anderen Bauweisen sind in der Holzbauweise keine sonstigen Flächen für Baugeräte wie beispielsweise der Mörtelmischer in der Mauerwerksbauweise oder die Betonpumpe in der Stahlbetonbauweise erforderlich.

- Baukran und Hebegeräte

Die Montage in der Holzbauweise erfolgt größtenteils mittels Autokran und wird durch Hebegeräte wie beispielsweise fahrbare Hebebühnen unterstützt. Prinzipiell wird der Montagefortschritt nicht durch die Leistung einzelner Hebegeräte, sondern vielmehr durch die Arbeitsleistung der Montagemannschaft beeinflusst.

Auf Grund der geringen Dichte pro Bezugseinheit von $0,47 \text{ t/m}^3$ im Vergleich zu Beton mit $2,4 \text{ t/m}^3$ oder Stahl mit $7,5 \text{ t/m}^3$ kann Brettsperrholz als leichter Baustoff bezeichnet werden. Geringere Massen belasten die Arbeitskräfte weniger stark und die benötigen meist kleinere Baukräne, welche auch bei geringerem Arbeitsraumbedarf sehr gut einsetzbar sind.

- Transporte

Aufgrund der geringeren Masse bei gleichen Abmessungen der Holzbauteile im Gegensatz zu anderen Fertigteilen, wie es beispielsweise Fertigteile im Stahlbetonbau sind, kann pro Transport eine größere Holzmenge geliefert werden, wodurch die Anzahl der benötigten Transporte deutlich reduziert werden kann. Somit kann aufgrund der geringeren CO₂-Emissionen ein aktiver Teil zum Umweltschutz geleistet werden. Des Weiteren werden die befahrenen Verkehrswege durch die geringere Anzahl an LKW-Fahren weniger stark belastet.

Da in der Regel der Produktionsstandort von Massiv-Holzbauteilen nicht in der näheren Umgebung der Baustelle liegt, müssen Bauteile oftmals über weite Strecken transportiert werden, was wiederum zu hohen Transportkosten führen kann. Dies kann zum Verzicht von Brettsperrholzprodukten führen und in weiterer Folge eine Entscheidung für konventionelles Bauen bedeuten.

Die Planung und die Arbeitsvorbereitung sind hauptverantwortlich für die Genauigkeit in der Montage und die fristgerechte Bauausführung. Speziell im Bereich der Vorfertigung im Herstellwerk ist eine entsprechend frühzeitige intensive Planung der durchzuführenden Arbeiten erforderlich. Die intensive Planung bei der Arbeitsvorbereitung und der zugehörigen Logistik sorgen dafür, dass notwendige Materialien und die erforderlichen Ressourcen termingerecht auf der Baustelle vorhanden sind.

In welcher Höhe sich Kosten aufgrund der werksseitigen Fertigung mittels vermehrter Vorplanung und aufwändiger Arbeitsvorbereitung ändern und somit der Einsatz vorgefertigter Bauteile gerechtfertigt ist, kann nicht vorweg beantwortet werden, da bei einer in situ Fertigung die Kosten durch zahlreiche Faktoren beeinflusst werden. Somit ist eine Aussage über die entstehenden Kosten nicht allgemeingültig zu beantworten, da nicht nur Kosten, welche in der Produktion selbst, sondern auch jene, welche auf der Baustelle im Zuge der Montage anfallen, analysiert werden müssen.

Um eine konkrete Aussage über die Vorteile des holzbaulichen Arbeitsverfahrens mit Brettsperrholz und dessen Kostenkomponenten, welche sich durch einen hohen Vorfertigungsgrad und einem vergleichsweise geringeren Zeitaufwand auf der Baustelle und somit geringeren Lohnkosten treffen zu können, ist eine tiefere Analyse erforderlich.

5.2 Potenziale in der Datenerfassung

Eine systematische Aufnahme der Daten, Angaben zu den Bauwerks-, Baustellen- und Betriebsbedingungen und zu den Umständen unter denen die Arbeiten durchgeführt wurden wie z. B. Jahreszeit, Ort der Baustelle und Zusammensetzung der Partie, ist unumgänglich.

Jedes Bauwerk wird individuell geplant und ausgeführt, wodurch auch die Vorbereitung der durchzuführenden Zeitaufnahmen nach REFA-Methode individuell ist. Dabei ist wesentlich, dass am Anfang jeder Studie die erwünschten Ergebnisse klar definiert sind, sprich ob sich die Betrachtung auf eine einzelne Arbeitsperson oder eine komplette Kolonne bzw. auf eine Teilleistung oder ein gesamtes Objekt einer Baustelle bezieht.

Die Arbeitsvorgänge werden analysiert und in die individuell vorgefertigten Formblätter eingetragen. Da einzelne Arbeitsabläufe auf Baustellen trotz guter Vorbereitung der Datenaufnahmebögen nicht immer vorhersehbar sind, sind ergänzende Notizen unumgänglich, um in weiterer Folge eine aussagekräftige Datenauswertung zu erstellen.

Im Rahmen der Vorbereitung der Baustellenbeobachtungen wird entschieden, welche Abläufe und in welchem Detailierungsgrad diese aufzunehmen sind.

Ein großes Potenzial bezüglich Datenerfassung mittels Multimomentaufnahmen liegt in seiner Genauigkeit. Für eine möglichst genaue Datenaufnahme sollte das Aufnahmeintervall den Vorgängen angepasst sein. REFA definiert die Größe des Intervalls zwischen 2 und 10 Minuten. Die MMA wurde in der durchgeführten Studie mit 5-Minuten Zeitraster festgelegt. Mit der Verkürzung dieses Zeitintervalls von fünf auf zwei Minuten könnte die Erfassung der einzelnen Arbeitsvorgänge und das auf seiner Grundlage ermittelte Ergebnis noch wesentlich genauer werden. Es sind auch kürzere Beobachtungsintervalle von weniger als 2 Minuten realisierbar, aber nur dann, wenn die Baustelle von einem Ort aus überschaubar ist und keine Rundgänge vom Beobachter unternommen werden müssen.

Um Aufwandswerte für spezielle Arbeitsvorgänge zu ermitteln, werden Aufzeichnungen mittels Einzelaufnahmen vorgenommen.

Beim konkreten Bauprojekt wurden die gesamten Aufnahmen von einem Beobachter durchgeführt. Für weitere Baustellenaufzeichnungen wird von der Verfasserin die folgende Vorgehensweise empfohlen:

Die Baustellenaufnahmen sind vorzugsweise von 2 Personen durchzuführen, wobei

- eine Person die Baustelle als Ganzes, mit allen Vorgängen, betrachtet bzw. mittels Multimomentaufnahme aufnimmt

und

- eine weitere Person die Einzelaufnahmen für ausgewählte Vorgänge bzw. Teilvorgänge durchführt, beispielsweise mittels einer Stoppuhr.

Wie eine Werkzeugausrüstung der Bauarbeiter, sollte auch die Ausrüstung des Beobachters gut überlegt und vorbereitet werden.

Bei einem mehrgeschossigen Objekt ist die Aufnahme der Vorgänge, wie beispielsweise die Montage der Decke, der Wände in oberen Geschossen oder der Dachplatten schwer zu realisieren, da die Einsehbarkeit zu einzelnen Arbeitsplätzen nicht gegeben ist. Die fertig montierten Bauelemente versperren die Aussicht in das Innere des Objektes. Diesbezüglich sind vor Beobachtungsbeginn verschiedene Standorte rundum das Bauvorhaben auszuwählen, damit immer ein ausreichend genauer Überblick auf das Geschehen am Bau vorhanden ist.

5.3 Potenziale in der Datenauswertung

Über die Qualität der Datenauswertung entscheidet eine vor Baubeginn erstellte Beschreibung der Abläufe und der Arbeitsbedingungen, sowie in weiterer Folge eine systematische Datenaufnahme über den gesamten Arbeitstag bzw. die gesamte Dauer eines Arbeitsablaufes.

Aufbauend auf allen gesammelten Daten erfolgte die Datenauswertung, welche bei diesem Projekt nicht direkt auf der Baustelle, sondern nach Fertigstellung der Aufzeichnung durchgeführt wurde. Dabei sind die von Hand notierten Daten auf der Baustelle in ein Tabellenkalkulationsblatt übertragen worden, wodurch gleichzeitig die Kontrolle der Daten auf Plausibilität vorgenommen wurde. Die Verwendung eines Datenerfassungsgerätes könnte diesen Mehraufwand deutlich reduzieren.

Um die ermittelten Aufwandswerte untermauern zu können, ist der Vergleich mit anderen Werten aus Zeitaufnahmen unumgänglich, wobei immer auf deren Vergleichbarkeit zu achten ist.

Die Untersuchung der Zeitverteilung z. B. täglich und über die gesamte Bauzeit kann einen Überblick über die Arbeitsbedingungen und baustellenspezifische Ereignisse geben und somit einen Rahmen für die Vergleichbarkeit der berechneten Aufwandswerte schaffen.

Das untersuchte Objekt weist folgende baustellenspezifischen Randbedingungen auf:

- Die Baustelle befindet sich im Ausland und es herrschen andere Baustellenbedingungen als in Österreich.
- In Großbritannien gibt es strengere Sicherheitsbestimmungen als in Österreich.
- Bei diesem Bauvorhaben gab es einen starren Arbeitszeitrahmen.
- Es gab eine gemischte Teamzusammensetzung d. h. eigenes Personal und Fremdpersonal vor Ort.

Je exakter sich Arbeitsbedingungen für neue Bauvorhaben vorhersehen lassen und annähernd gleich mit dem untersuchten Objekt sind, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit des Eintretens der für künftige Projekte angenommenen Aufwandswerte.

5.4 Potenziale im Personaleinsatz im Holzbau

Der Personalbedarf im Holzbau ist im Verhältnis zu anderen Sparten des Bauwesens gering, da meistens eine Partie für sämtliche durchzuführenden Montagearbeiten im Holzbau eingesetzt wird. Alle Mitglieder einer Partie haben prinzipiell die gleiche Zimmermannfachausbildung und können sich bei der Arbeit gegenseitig unterstützen. In anderen Sparten des Bauwesens wie bei Stahlbetonarbeiten wird für einzelne Arbeiten ein separates Team mit ausgebildetem Personal für spezielle Vorgänge wie Schalung, Bewehrung und Betonage beschäftigt.

Auf Grund der fortschreitenden Internationalisierung des Arbeitsmarkts kommen immer mehr Arbeitsverhältnisse mit Auslandsbezug vor. Bei Auslandsbaustellen stellt sich für ausführende Firmen oft die Frage, mit welcher Mannschaftszusammensetzung gearbeitet werden soll:

- nur mit eigenem Personal
- mit Personal vor Ort
- gemischt.

Die Holzbaubetriebe in Österreich, welche Montageleistungen anbieten, setzen eigenes Personal, das viele Jahre zusammenarbeitet, ein. Die Mannschaft ist meistens erst nach ihrer oftmaligen Zusammenarbeit ein bewährtes Team. Firmen, welche im Ausland Montagearbeiten durchführen, sind mit einer Internationalisierung ihrer Arbeitskräfte konfrontiert. Da sich das Personal teilweise überhaupt nicht kennt und erst kurz zusammenarbeitet, kann es zu Spannungen zwischen den einzelnen Arbeitskräften kommen.

Einen nicht zu übersehenden Vorteil der Beschäftigung von Arbeitskräften vor Ort, welche die notwendigen Lizenzen und Pässe besitzen, sind der Zeitgewinn und Vermeidung von oft hohen Kosten für die Ausbildung bezüglich ausländischer Zertifikate des eigenen Personals.

Bei der Montage des untersuchten Objekts sind insgesamt zehn Arbeitskräfte unterschiedlicher Nationalitäten aus drei Ländern, welche sich vor Beginn der Baustelle nicht gekannt haben, eingesetzt worden.

Die Mannschaftszusammensetzung wurde mehrmals geändert, was sich speziell im Einarbeitungseffekt des Teams nachteilig ausgewirkt hat. Das Team hat sich während der Montage oft in kleinere Gruppen geteilt, was speziell auf die Herkunft und den damit verbundenen sprachlichen Barrieren zurückzuführen ist. Diese Entwicklung hat zu einer gehemmten Zusammenarbeit der Partie geführt, wobei auch die Qualifikation und die Erfahrungen der einzelnen Arbeitskräfte unterschiedlich stark variierten.

Die Baustelle wird seitens des Unternehmens durch einen Projektleiter vertreten, dessen Aufgaben unter anderem in der Koordination der verschiedenen Gewerke und der Motivation der Mannschaft auf der Bau-

stelle liegt. Bindeglied zwischen der Projektleitung und den einzelnen Arbeitskräften ist der Vorarbeiter.

Die Analyse der Baustellendaten ergibt, dass die prozentuellen Anteile von Unterbrechungen und speziell störungsbedingten Unterbrechungen gemessen an der gesamten Bauzeit überdurchschnittlich hoch gewesen sind.

Nach Meinung der Verfasserin sollten ausführende Unternehmen im Vorfeld darauf achten, dass das eingesetzte Personal über die nötige Ausbildung und die geforderten Zertifikate verfügt. Im Optimalfall handelt es sich dabei um eigenes Personal, weil dadurch eine verlässliche Einschätzung der Qualifikation und der zu erwartenden Aufwandswerte gegeben ist.

5.5 Ausblick – heutiger Holzbau

Nach dem Motto „Holzbau ist Tradition und Holzbau ist Zukunft“ bietet der Holzbau durch die Möglichkeiten einer umfassenden Vorfertigung eine Alternative zu anderen mineralischen Bauweisen. Das Bauen mit flächigen Tragwerkselementen aus Brettsperrholz ist eine neue und junge Art der Massivholzbauweise, wodurch das Bauen mit Brettsperrholz einen neuen Zugang in der Konstruktion mit Holz möglich macht.

Die Brettsperrholzbauweise, die zur sogenannten Plattenbauweise gezählt wird, bietet den Vorteil einer hohen Gestaltungsvielfalt durch Variation der Elementgrößen und durch große Spannweiten. Diese Möglichkeiten der BSP-Bauweise finden vor allem bei großen Bauobjekten wie Hallen, Türme, mehrgeschossige (Wohn-) Gebäude und Brücken großen Anklang. Der konstruktive Holzbau lässt dabei eine schnelle Montage zu, bei passgenauen Elementen durch die Vorfertigung im Werk.

Werden Holzelemente fehlerhaft zur Baustelle geliefert, so ist eine rasche Anpassung mit entsprechenden Füllhölzern oder durch anfallenden Zuschnitt einfach realisierbar.

Der heutige Holzbau hat viele Vorteile anzubieten, die im Rohstoff als Baumaterial selbst und in der Bauweise liegen. Für das Bauen mit Holzmassivbauteilen sprechen vor allem die kürzeren Montagezeiten der großflächigen Bauelemente und die trockene Bauweise.

Die Hersteller und Forscher bieten neue Lösungen für kostensparende Holzbausysteme, neue Verbundsysteme und unterschiedliche Vorfertigungsgrade. Es wurden auch typisierte und technisch normierte Systemelemente mit standardisierten Anschlussdetails entwickelt. Obwohl Holzbauunternehmen, Fachplaner und Forschung ein hohes Engagement in der Holzbauentwicklung aufweisen und den Einzug der Holzbauweise in mehrere Arten des Objektbaus geschafft haben, lassen baurechtliche und bautechnische Vorschriften einzelner Bundesländer in Österreich eine klare Entscheidung eines Investors für Holz nicht eindeutig ausfallen.

Das untersuchte Projekt wurde in Großbritannien realisiert, wo zur Zeit eine Vielzahl von Objekten als Holzbau realisiert wird, da hier eine starke Lobby hinter den Projekten steht, die großes Interesse am Bauen mit Holz als umweltfreundliches Material hat.

5.6 Ausblick – Kalkulationsansätze für den Holzbau

Die wachsende Nachfrage im Holzbau erfordert ein wirtschaftliches Produzieren der Rohelemente und einen hohen Vorfertigungsgrad der Bauelemente. Dies zwingt zuständige Ingenieure zur Entwicklung von umfassenden Bausystemen, Planer zu einer genauen Werksplanung und die Bauunternehmen zum ressourcenoptimierten Bauen. Nicht zuletzt erarbeiten Holzbaubetriebe neue Lösungen bezüglich des Holzbaus und den damit verbundenen optimierten Bauprozessen.

Die Anwendung von vorgefertigten Elementen der Tragstruktur und Gebäudehülle verschiebt die Herstellungsprozesse in die Holzbetriebe und ermöglicht die Reduzierung der menschlichen Arbeit auf der Baustelle auf die Montage der Bauelemente. Somit können montageausführende Unternehmen eine Kalkulation kostendeckend über die Personal und Baustellengemeinkosten erstellen.

Die Bauarbeiter montieren immer größere Bauelemente, weil durch Reduktion von Elementstößen und -verbindungen wirtschaftliche Vorteile zu erwarten sind. Der Nachteil liegt in der Größe der Elemente selbst, deren Montage und Transport aufwändig ist.

Kernaussage der vorliegenden Arbeit sind die Aufwandswerte für die Kalkulation der künftigen Projekte in der BSP-Bauweise. Zum Zeitpunkt der Durchführung der REFA-Studie waren der Verfasserin keine zugängliche Literatur und Forschungsarbeiten mit Angaben dieser Werte bekannt. Aus fach einschlägiger Literatur ableitbare Kalkulationsansätze betreffen die klassischen Zimmereiarbeiten. Viele Unternehmen arbeiten mit eigenen, für die Montagearbeiten ermittelten Kalkulationsangaben. Diese werden meistens aus unternehmensinternen Daten abgeleitet oder sind das Ergebnis eigener Analysen.

Die im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Aufwandswerte stellen die relevanten Eingangsparameter der Kalkulation dar. Die Unternehmen, welche die Montage der BSP-Bauteile vor Ort anbieten und selbst kein Hersteller derartiger Produkte sind, können prinzipiell eine kostendeckende Kalkulation nur über die Lohn- und Baustellengemeinkosten laut der ÖNORM B 2061 durchführen.

Derzeit verwenden Unternehmen eigene firmenspezifische Ausschreibungsunterlagen. Durch die zuständigen Experten muss in naher Zukunft die Erarbeitung eines standardisierten Leistungsverzeichnisses für die Brettsperrholzbauweise sichergestellt werden, damit eine Vereinheitlichung der Ausschreibungstexte erreicht werden kann, was wiederum Vorteile für produzierende Betriebe von Brettsperrholz und montageausführende Unternehmen und Architekten sowie für potenzielle Investoren bietet.

Durch die Erweiterung von normativen und bautechnischen Standards, sowie die Einführung von innovativen Bausystemen ist der Einzug der

Holzmassivbauweise im großvolumigen Objektbau zu schaffen. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft, sowie zwischen Unternehmen, Ingenieuren und Forschern notwendig.

Zusammenfassend liegt das große Potenzial der Holz-Massivbauweise vor allem im hohen Vorfertigungsgrad, in der freien Gestaltung der Grundrisse, in der trockenen Bauweise und in der kurzen Bauzeit mit geringerem Aufwand an Baustelleneinrichtung, sowie dem geringen Bedarf an Lagerplätzen im Vergleich zur mineralischen Bauweise. Die Montage ist prinzipiell mit einer Mannschaftsgröße bis zu zehn Monteuren bei allen Witterungen durchführbar, da witterungsbedingte Einflüsse, wie z. B. Frost, Schnee, Regen und Hitze dem Baustoff Holz kaum zusetzt. Der geringe Bedarf an Personal, Gerät und anzumietenden Räumlichkeiten sowie Unterkünften sind ebenfalls von Vorteil.

Die in dieser Arbeit vorgestellte und in weiterer Folge angewendete REFA-Methode der Datenerfassung und deren Auswertung ermöglicht eine umfassende Analyse der Arbeitsprozesse im Brettsperrholzbau. Davon ausgehend wurden montagespezifische Aufwandswerte für Brettsperrholzbauweise ermittelt, welcher in weiterer Folge in die Kalkulation von ähnlichen Projekten in Brettsperrholzbauweise eingesetzt werden können.

Glossar

Ablaufabschnitte	Fallweise ausgewählte Teile eines Ablaufs. Das Gliedern in Ablaufabschnitte dient dazu, einen interessierenden Ablauf zweckbestimmt zu „portionieren“, also in kleine Teile zu zerlegen, ohne hierbei einer Hierarchie oder Nomenklatur folgen zu müssen. Das Gliedern in Ablaufabschnitte begrenzt und erleichtert entsprechende Analysen und kann für alle Abläufe erfolgen, ausgenommen die Vorgangselemente. Der näheren Kennzeichnung der Art von Ablaufabschnitten dienen Ablaufarten. ³²⁷
Ablaufarten (REFA-)	<p>Bezeichnungen zur differenzierten Kennzeichnung des Zusammenwirkens (Arbeitsvollzug) von Mensch, Betriebsmittel und Arbeitsobjekt im Arbeitssystem. Sie werden für Arbeitssystem (systembezogene Ablaufarten), Mensch, Betriebsmittel, Arbeitsgegenstand und Information unterschieden, kennzeichnen den Zweck des jeweiligen Ablaufabschnitts, gehen jedoch noch weiter, indem die auch „außer Einsatz“, „Betriebsruhe“ und „nicht erkennbar“ als Ablaufarten behandeln. Ablaufarten werden vorrangig bei Vorgängen und deren Teilen verwendet, wobei sich im gegebenen Zusammenhang Vorgänge, Aufgaben und Tätigkeiten als gleichsinnige Bezeichnungen betrachten lassen. Im strengen REFA-Sinne ist dies insofern nicht korrekt, als Vorgänge und Aufgaben objektive, von den sie ausführenden Personen unabhängig bestehende Kategorien sind.</p> <p>Demgegenüber gilt Tätigkeit als das unmittelbare Ausführen von Vorgängen oder Aufgaben durch aktives Handeln (Tätigkeit=Vorgang „in actio“). Tätigkeiten sind an die handelnde Person gebunden, durch diese beeinflussbar und daher nur während des Handelns existent und erfassbar. REFA-Ablaufarten werden durch eine oder mehrere Großbuchstaben codiert.... Der zeitlichen Differenzierung der Ablaufarten dienen REFA-Zeitarten.³²⁸</p>
Ablaufstufe	Teil eines Gesamtablaufs, der eine Folge zusammengehöriger Vorgänge umfasst. ³²⁹
Arbeitsaufwand	Beschreibt den Zeitbedarf zur Ausführung von Abläufen, Aufgaben, Vorgängen usw. mit Dauer und Häufigkeit, z. B. 30 min/Ausführung, zur Planung und Verbesserung, für Vergleiche, Bewertungen (z. B. produktive Anlagennutzung) oder Vorgaben sowie zur Kostenrechnung. ³³⁰

³²⁷ REFA: Ablaufabschnitte. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/3/ablaufabschnitte>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³²⁸ REFA: Ablaufarten (REFA-). <http://www.refa-lexikon.de/artikel/4/ablaufarten-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³²⁹ REFA: Ablaufstufe. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/13/ablaufstufe>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³⁰ REFA: Arbeitsaufwand. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/28/arbeitsaufwand>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

Arbeitssystem	Betriebliche Leistungseinheit, die eine Person (auch mehrere), die zur Arbeitsausführung eingesetzten Betriebsmittel, Materialien und Informationen sowie die dabei bestehenden Bedingungen umfasst. Arbeitssysteme sind die physischen Bausteine jeder Organisation und der betrieblichen Prozesse und daher bei REFA ein Kernbaustein der prozessorientierten Arbeitsorganisation. Arbeitsmodelle werden zur Beschreibung von Arbeit verwendet, z. B. in der Ausbildung (Arbeitsgestaltung, Ablauforganisation, Arbeitssystemgestaltung). Nach DIN EN ISO 6385:2004 ist ein Arbeitssystem „... ein System, welches das Zusammenwirken eines einzelnen oder mehrere Arbeitender/Benutzer mit den Arbeitsmitteln umfasst, um die Funktion des Systems innerhalb eines Arbeitsraumes und der Arbeitsumgebung unter den durch die Aufgaben vorgegebenen Bedingungen zu erfüllen“. ³³¹
Arbeitszeit	Zeit vom Beginn bis zum Ende einer Arbeit ohne Ruhepause, betrieblich oder arbeitsvertraglich geregelt; eine Bezugsgröße von Arbeitsanalysen. ³³²
Aufnahmezeit	Summe aller während einer Verteilzeitaufnahme gemessenen Zeiten, soweit diese zur festgelegten Arbeitszeit gehören. ³³³
Erholung (Erholen)	Abbau von Belastungsfolgen (wie Ermüdung) durch Unterbrechen der Tätigkeit. ³³⁴
Erholungszeit t_{er}	REFA-Zeitart; kennzeichnet die Zeit für das arbeitsbedingte Erholen des Menschen. Sie hängt von Art, Höhe und Dauer der Belastung ab und wird häufig tarifvertraglich oder betrieblich vereinbart. Sie kann die Auslastung der Betriebsmittel beeinflussen und ist Bestandteil der Auftragszeit (Pause). ³³⁵
Haupttätigkeit (MH, MHR)	REFA-Ablauf für Menschen; kennzeichnet eine planmäßige, unmittelbar der Erfüllung der Aufgabe des Arbeitssystems dienende Tätigkeit. Beim Rüsten als Haupttätigkeit MHR bezeichnet. ³³⁶
Leistung	Unterschiedlich verwendeter Begriff. Bezeichnet z. B. das Verhältnis der Ausgabe (Arbeitsergebnis) des Arbeitssystems, bezogen auf eine bestimmte Zeit, Beispiel: Stück/Schicht. Die mit Geld bewertete Entstehung von Gütern und Diensten im Rahmen betrieblicher oder zwischenbetrieblicher Prozesse bzw. Arbeiten.

³³¹ REFA: Arbeitssystem. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/49/arbeitssystem>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³² REFA: Arbeitszeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/58/arbeitszeit>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³³ REFA: Aufnahmezeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/66/aufnahmezeit-az>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³⁴ REFA: Erholung (Erholen). <http://www.refa-lexikon.de/artikel/144/erholung-erholen>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³⁵ REFA: Erholungszeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/147/erholungszeit-ter>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³⁶ REFA: Haupttätigkeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/187/haupttaetigkeit-mh-mhr>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

Ein Arbeitsergebnis in vereinbarter Form, z. B. Arbeitsmenge, Zeitaufwand/Vorgang, max. Fehlerzahl/Auftrag, Erfüllungsgrad von Kennzahlen, Terminerfüllung.³³⁷

- Multimomentaufnahme** Methode zur Ermittlung der Häufigkeit interessierender Ereignisse, wobei zuvor festgelegte Ablaufarten in Form einer Strichliste erfasst werden. Rationell einsetzbar, z. B. an bis zu 50 Arbeitssystemen gleichzeitig. Die Anzahl notwendiger Notierungen wird in Abhängigkeit von der gewünschten statistischen Sicherheit berechnet. Die Anwendung kann durch mehrere Personen erfolgen und ohne Beeinträchtigung der Ergebnisse zeitweilig auch unterbrochen werden. Aus den prozentualen Anteilen von Ablaufarten kann unter Bezugnahme auf den Beobachtungszeitraum auch deren Zeitbedarf errechnet werden. Das Multimoment-Zeitmessverfahren (MMZ) wird bei langdauernden (z. B. mehrere Schichten) gleichförmigen Abläufen mit Erfolg eingesetzt.³³⁸
- Nebentätigkeit (MN)** REFA-Ablaufart für den Menschen; kennzeichnet eine planmäßige, nur mittelbar der Erfüllung der Aufgabe des Arbeitssystems dienende Tätigkeit. Beispiel: Teil ein- und ausspannen, Teilbehälter wechseln.³³⁹
- Pause** Bezeichnung für Unterbrechung des Arbeitsablaufs innerhalb der Arbeitszeit, verursacht durch Vorgaben, Belastung oder Verhalten. Ruhepausen sind allgemein gesetzlich oder betrieblich nach Dauer und Lage geregelt. Sie zählen nicht zu Arbeitszeit. Geplante und ungeplante Unterbrechungen des Arbeitsablaufs und Erholungspausen zählen dagegen zur Arbeitszeit.³⁴⁰
- Produktivität** Kennzahl zur Bewertung der Ergiebigkeit der Produktionsfaktoren (Einsatzfaktoren) Arbeit, Betriebsmittel und Material, z. B. als „Output-Input-Verhältnis“ bzw. Quotient aus Arbeitsergebnis und Arbeitsaufwand. ... Verbesserte Arbeitsorganisation drückt sich erkennbar in gesteigerter Produktivität aus.³⁴¹
- REFA** Logo und Marke der REFA-Organisation, verwendet als:
- Name einer Institution mit Sitz in der Bundesrepublik und in den Bundesländern, die seit Jahrzehnten im In- und Ausland erfolgreich tätig ist, zugleich

³³⁷ REFA: Leistung. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/228/leistung>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³⁸ REFA: Multimomentaufnahme. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/267/multimomentaufnahme-mma>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³³⁹ REFA: Nebentätigkeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/270/nebentaetigkeit-mn>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴⁰ REFA: Pause. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/283/pause>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴¹ REFA: Produktivität. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/298/produktivitaet>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

Bezeichnung für die von REFA entwickelten und verbreiteten Produkte, die insgesamt das „REFA-System für Industrial Engineering (IE) und Arbeitsorganisation (AO)“ bilden

REFA-Bundesverband – ein eingetragener Verein im Sinne des Bürgerlichen Gesetzbuches mit eigener Satzung und Sitz in Darmstadt und die Dachorganisation der REFA-Landes- und Gebietsverbände in der Bundesrepublik Deutschland.³⁴²

Rüsten

REFA-Ablaufart für das Arbeitssystem, den Menschen (MTR) und das Betriebsmittel (BTR). Sie beinhaltet das Vorbereiten des Arbeitssystems bzw. der Betriebsmittel für die Erfüllung der Arbeitsaufgaben sowie – falls erforderlich – das Rückversetzen in den ursprünglichen Zustand, beim Menschen seine eigene Vorbereitung auf das Ausführen der Aufgabe (z. B. Auftragsunterlagen lesen).³⁴³

Soziale Kompetenz

Merkmal des individuellen Leistungsvermögens; kennzeichnet die Fähigkeit und Bereitschaft (Haltung, Einstellung), mit anderen Personen Beziehungen einzugehen, zu kommunizieren, zu kooperieren, sich auf den Partner einzustellen und ist auch ein Anspruch an den REFA-Arbeitsorganisator.³⁴⁴

Tätigkeit MT

REFA-Ablaufart für den Menschen; kennzeichnet, dass der Mensch im Sinne der Erfüllung der Aufgabe des Arbeitssystems tätig ist. Sie wird unterschiedlich gegliedert, einerseits in Haupttätigkeit (MH), Nebentätigkeit (MN) oder Zusatztätigkeit (MZ), andererseits in vorwiegend energetische oder vorwiegend informatorische.³⁴⁵

Teilvorgang

Teilvorgänge bestehen aus mehreren Vorgangsstufen, die wegen der besseren Überschaubarkeit als Teil der Arbeitsaufgabe zusammengefasst werden.³⁴⁶

Unterbrechen

REFA-Ablaufart, die beim Arbeitssystem (S), beim Menschen (M), beim Betriebsmittel (B) sowie beim Arbeitsgegenstand (A) während der Ausführung der Aufgabe sowie beim Rüsten auftreten kann, und zwar als:

Ablaufbedingtes Unterbrechen (SA, MA, BA, AA) infolge zeitlich unterschiedlicher Abläufe bei Mensch und Betriebsmittel,

³⁴² REFA: REFA. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/320/refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴³ REFA: Rüsten. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/338/ruesten>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴⁴ REFA: Soziale Kompetenz. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/357/soziale-kompetenz>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴⁵ REFA: Tätigkeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/378/taetigkeit-mt>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴⁶ REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.: REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. S. 14f

störungsbedingtes Unterbrechen (...) infolge technisch-organisatorischer Störungen,

persönlich bedingtes Unterbrechen (...) infolge Abwesenheit oder Untätigkeit des Menschen aus persönlichen, nicht arbeitsbedingten Gründen,

erholungsbedingtes Unterbrechen (...) infolge notwendiger Erholung des Menschen.

Unterbrechen bedeutet in allen Fällen, dass der Arbeitsablauf zeitweilig nicht fortgesetzt wird. Tritt es auf, sollten die Ursachen festgestellt und beseitigt werden.³⁴⁷

Verteilzeit,

REFA-Zeitart; besteht aus der Summe der Zeiten aller Ablaufabschnitte, die zusätzlich zur Ausführung planmäßiger Arbeitsabläufe sowie auftragsunabhängig auftreten können und dem Zeitbedarf für die Ausführung planmäßiger Arbeitsabläufe durch Menschen oder Betriebsmittel hinzugefügt werden. Sie beziehen sich auf die Menge $M=1$. Verteilzeiten gehen in die Auftrags-, Belegungs- und Rüstzeit ein. Unterscheiden wird zwischen sachlicher (t_s) und persönlicher Verteilzeit (t_p):

die **sachliche Verteilzeit** enthält Zeiten für „zusätzliche Tätigkeit MZ“ und „störungsbedingtes Unterbrechen MS“

die **persönliche Verteilzeit** umfasst alle Zeiten für persönlich bedingtes Unterbrechen der Tätigkeit MP“.³⁴⁸

Verteilzeitermittlung

Dient dazu, unplanmäßige Ablaufabschnitte systematisch zu erfassen und ihr Ausmaß (Häufigkeit, Dauer des Auftretens) zu ermitteln. Die Ergebnisse werden zur Ableitung prozessverbessernder Maßnahmen und zur Erarbeitung von Soll-Verteilzeiten benötigt. Verwendet werden spezielle Zeitarten und unterschiedliche Methoden, z. B. die REFA-Zeitstudie oder die Multimomentaufnahme. Alle ermittelten Zeiten sind Ist-Zeiten bzw. Mittelwerte von Ist-Zeiten.³⁴⁹

Vorgang

Mit Vorgang wird der Abschnitt eines Arbeitsablaufes bezeichnet, der in der Ausführung an einer Mengeneinheit eines Arbeitsauftrages besteht. Der Vorgang wiederholt sich bei der Ausführung eines Auftrags n-mal. Ein Vorgang besteht im Allgemeinen aus mehreren Teilvorgängen, manchmal aber auch nur aus einer oder mehrerer Vorgangsstufen.³⁵⁰

³⁴⁷ REFA: Unterbrechen. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/396/unterbrechen>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴⁸ REFA: Verteilzeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/407/verteilzeit-tv-tvb>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁴⁹ REFA: Verteilzeitermittlung. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/408/verteilzeitermittlung-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁵⁰ REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.: REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. S. 15

Vorgangselemente	Bezeichnung für solche Glieder eines Vorgangs, die weder technologisch noch zeitlich weiter unterteilt werden können. Sie treten faktisch in allen Aufgaben und Abläufen auf. Ihre Erfassung ist aufwändig und erfolgt z. B. mittels Videoaufnahme oder Anwendung eines Systems vorbestimmter Zeiten. Umgangssprachlich werden sie auch als „Bewegungen“ bezeichnet, obschon die ebenfalls technische Vorgangselemente wie den automatischen Maschinenlauf umfassen. ³⁵¹
Wartezeit_w	REFA-Zeitart; besteht aus der Summe der Zeiten aller Ablaufabschnitte der Ablaufart „Ablaufbedingtes Unterbrechen MA“, die bei der planmäßigen Ausführung eines Ablaufes durch den Menschen vorkommen. Sie bezieht sich auf die Mengen $m=1$ und ist nicht wertschöpfend. ³⁵²
Zeitarten (REFA-)	Kennzeichen den Arbeitsablauf bzw. die Ablaufabschnitte unter dem Zeitaspekt. Sie können sich auf mehrstufige Gesamtabläufe (z. B. Auftragsdurchlaufzeit), auf die Ausführung einer Aufgabe (z. B. Vorgabe- bzw. Auftragszeit, Tätigkeitszeit) oder auch auf ein Vorgangselement beziehen. ³⁵³
Zeitstudie (REFA-)	REFA-Methode zur systematischen Erfassung, Bewertung, und Verarbeitung von Arbeitsdaten. Ihre Ergebnisse werden vielseitig genutzt, z. B. für Planung und Verbesserung, als Leistungsvorgabe, für Planzeitbausteine, für Kalkulation und Vergleich. REFA-Zeitstudien bestehen in der Beschreibung des Arbeitssystems, speziell des Arbeitsverfahrens, der Arbeitsmethode und der Arbeitsbedingungen, in der Erfassung der Bezugsmengen, der Einflussgrößen, der Leistungsgrade und Ist-Zeiten für einzelne Ablaufabschnitte sowie in der Verarbeitung für die jeweilige Verwendung. Das Vorgehen wird im REFA-Standardprogramm Zeitstudie detailliert beschreiben, erfordert sorgfältiges Arbeiten und eine geeignete Ausbildung. ³⁵⁴

³⁵¹ REFA: Vorgangselemente. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/414/vorgangselemente>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁵² REFA: Wartezeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/415/wartezeit-tw>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁵³ REFA: Zeitarten. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/428/zeitarten-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

³⁵⁴ REFA: Zeitstudie. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/434/zeitstudie-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014

Literaturverzeichnis

- ARCH+ING. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSULENTEN BAIK: Honorarordnung für Projektsteuerung. Honorarordnung. Wien. BIK, 2001.
- ASCHENBRENNER, H.; FALK, U.; GANTERT, U.: Die häufigsten Baufehler. München. Haufe, 2007.
- BARESCH, J. et al.: Sicherheit im Holzbau. Broschüre. Wien. Bundesinnung Holzbau, 2010.
- BRUNS, K.: Analys und Beurteilung von Entsorgungslogistiksystemen. Wiesbaden. Gabler, 1997.
- BSP HOLZ: Brettsperrholz-Merkblatt. Merkblatt. Wuppertal. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., 2013.
- BÜCHS, A.: Das VOB-Baustellenbuch. Mering. Forum, 2012.
- BÜHNER, R.: Der Mitarbeiter im Total Quality Management. Berlin Heidelberg. Springer, 1993.
- DACHRODT, H.-G. et al.: Praxishandbuch Human Resources. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.
- DINORT, G.: Richtig kalkulieren im Zimmererhandwerk. Karlsruhe. Bruderverlag, 2002.
- DOMSCHKE, W.; SCHOLL, A.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Berlin Heidelberg. Springer, 2005.
- DREES, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. Berlin. Bauwerk, 2000.
- DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. Wien. Linde, 2013.
- FISCHBACH, R.; WOLLENBERG, K.: Volkswirtschaftslehre 1. Einführung und Grundlagen. München. Oldenbourg, 2003.
- FREY, H.: Bautechnik. 12 Auflage. Haan-Gruiten. Europa-Lehrmittel, 2007.
- GERHARD, K.: REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. Frankfurt am Main. Zeittechnik, 1984.
- GIRMSCHIED, G.; MOTZKO, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. Berlin Heidelberg. Springer, 2007.
- GUTENBERG, E.: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Berlin Heidelberg. Springer, 1985.
- HOFSTADLER, C: Schararbeiten: Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation. Berlin. Springer, 2008.

- : Produktivität im Baubetrieb. Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste. Berlin Heidelberg. Springer, 2014.
- : Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Berlin. Springer, 2007.
- : Verbesserungspotential in der Bauausführung durch gezielte Arbeitsvorbereitung. In: Baumarkt+Bauwirtschaft, 2007.
- : Bauablaufplanung - Interaktionsdiagramm für Bewehrungsarbeiten. In: Baumarkt + Bauwirtschaft, 1/2005.
- : Schwierigkeitsgrad von Schalarbeiten - Darstellung der Auswirkungen im IAD. In: Österreichische Bauzeitung, 14/2005.
- : Schalungs- und Rüsttechnik . Skriptum WS2004/2005. Graz. TU Graz, 2005.
- HOFSTADLER, C.; FRANZL, G.: Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb. Ratschendorf. Verband Österreichischer Biege- und Verlegetechnik (VÖBV), 2011.
- HECK,D; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. Graz. TU Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2011.
- HERING, E.: Kalkulation für Ingenieure. Wiesbaden. Springer Fachmedien, 2014.
- HOFMANN, A.: Analyse technischer und wirtschaftlicher Aspekte der Holz-Massivbauweise mit Brettspertholz. Diplomarbeit. Graz. TU Graz. Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2010.
- INFORMATIONSDIENST HOLZ: Bauen mit Brettspertholz. Planen und Bauen mit Brettspertholz. Reihe 4. Teil 6. Folge 1. Handbuch Holzbau. Wuppertal. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., 2010.
- INFORMATIONSDIENST HOLZ: Herstellung und Eigenschaften von geklebten Vollholzprodukten. Reihe 4. Teil 2. Folge 2. Holzbau Handbuch. Wuppertal. Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., 2014.
- INFORMATIONSDIENST HOLZ: Holzrahmenbau. Reihe 1. Teil 3. Folge 4. Holzbau Handbuch. Düsseldorf. Arbeitsgemeinschaft Holz , 1998.
- IZB INSTITUT FÜR ZEITWIRTSCHAFT UND BETRIEBSBERATUNG BAU: Kostendeckende Preise im Holzbau 2011/2012. Neu-Isenburg. Zeittechnik, 2010.
- JODL, H.; OBERNDORFER, W.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. Interdisziplinäre Begriffswelt des Bauens . Wie. Austrian Standards plus, 2010.
- KALVERAM, W.: Industrielles Rechnungswesen. Wiesbaden. Gabel; Springer Fachmedien, 1970, 2011.
- KOLB, J.: Holzbau mit System. Basel. Birkhäuser, 2007.

- KOSIOL, E.: Organisation der Unternehmung. Wiesbaden. Gabel, 1976.
- KRATSCH, S.: Prozess- und Arbeitsorganisation in Fließmontagesystemen. Schriftenreihe des Instituts für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU Braunschweig. Essen. Vulkan, 2000.
- KROPIK, A.: Die Bedeutung von K-Blättern. In: ZVB, 05/2014.
- KROPIK, A.; HEEGEMANN, I.: Know-how am Bau. Die Übernahme der Bauleistung. Merkblatt. Wien. Wirtschaftskammer Österreich, Geschäftsstelle Bau, 2010.
- LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. Düsseldorf. VDI, 1988.
- LECHNER, H.: Grundlagen der Bauwirtschaftslehre. Skriptum. Graz. TU Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2010.
- : Grundlagen der Bauwirtschaftslehre. Skriptum. Graz. TU Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2010.
- : Der Weg...zum Projekt. Diskussionsbeitrag für den Start von Projekten. In: Projektmanagement. Hrsg.: SOMMERAKADEMIE: Graz. TU Graz, 2008.
- LOTTER, B.; WIENDAHL, H.-P.: Montage in der industriellen Produktion. Berlin Heidelberg. Springer, 2012.
- LUCZAK, H.: Arbeitswissenschaft. Berlin Heidelberg. Springer, 1998.
- NEDEß, C.: Organisation des Produktionsprozesses. Stuttgart. B.G. Teubner, 1997.
- NERDINGER, F.; BLICKLE, G.; SCHAPER, N.: Arbeits- und Organisationspsychologie. Berlin Heidelberg. Springer, 2008.
- PATZAK, G.; RATTAY, G.: Projektmanagement - Leitfaden zum Management von Projekten, Projektportfolios und projektorientierten Unternehmen. Wien. Linde, 2004.
- PFALLER, C.: Experimentell und theoretische Betrachtung verklebte Holz-Holz-Verbindungen am Beispiel von Freiformflächen in Brettsperrholz. Masterarbeit. Graz. TU Graz. Institut für Holzbau und Holztechnologie, 2012.
- PLÜMECKE, K.: Preisermittlung im Holzbau. Köln. Bruderverlag, 2009.
- REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 2 Datenermittlung. München. Carl-Hanser, 1978.
- REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): REFA in der Baupraxis. Teil 2 Datenermittlung. München. Carl-Hanser, 1984.

- REFA-VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBSORGANISATION E. V. (HRSG.): Methodenlehre der Betriebsorganisation: Lexikon der Betriebsorganisation. München. Carl-Hanser, 1993.
- RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000.
- ROWOLD, J.: Human Resource Management. Berlin Heidelberg. Springer, 2013.
- RUG, W.: 100 Jahre Holzbautechnik. In: Bauen mit Holz, 3/2003.
- SCHALCHER, H.-R.: Bauwerk als System. Projektplanung. In: Projektmanagement. Hrsg.: SOMMERAKADEMIE: Graz. ETH Zürich. Institut für Bauplanung und Baubetrieb, 2008.
- SCHICKHOFER, G.; AL., e.: BSPHandbuch. Holzmasivbauweise in Brettsperrholz. 1. Auflage. Handbuch. Graz. TU Graz. Institut für Holz und Holztechnologie, 2009.
- SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung. Entwicklung einer Systematik zur Vorhersage des Leistungsrückgangs auf Basis physiologischer Grundlagen und Darstellung der Anwendung im Mauerwerksbau. Doktorarbeit. Graz. TU Graz, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2011.
- SCHLICK, C.; BRUDER, R.; LUCZAK, H.: Arbeitswissenschaft. Berlin Heidelberg. Springer, 2010.
- SHLOMO, P.: Vorfertigung auf der Baustelle. Köln-Braunsfeld. Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen, 1964.
- SPUR, G.; HELWIG, H.: Einführung in die Montagetechnik. In: Handbuch der Fertigungstechnik. Bd.5. Fügen, Handhaben, Montieren. Hrsg.: München Wien. Hanser, 1986.
- STIRN, H.: Arbeitswissenschaft. Uni-Taschenbücher 1039. Opladen. Leske und Budrich GmbH, 1980.
- STORA ENSO BUILDING SOLUTIONS: Mappe. 2012.
- STÖRRLEIN, K.-H.: Die europäische Bauproduktenverordnung. In: Impulse / LGA Materialprüfungsamt, 1/2011.
- STUHR, C.; JAKOB, D.; CH., W.: Kalkulieren im Ingenieurbau. Wiesbaden. Vieweg+Teubner, Springer Fachmedien, 2011.
- TEIBINGER, M.; MATZINGER, I.: Bauen mit Brettsperrholz im Geschoßbau. Fokus Bauphysik. Planungsbroschüre. Wien. Holzforschung Austria, 2013.
- THIEL, A.: Hebesysteme für BSP. Forschungsbericht. Graz. holz.bau forschung gmbh, 2014.

THOMMEN, J.-P.; ACHLEITNER, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Umfassende Einführung aus managementorientierten Sicht. Wiesbaden. Gabel, 2003.

TIEDTKE, J.: Allgemeine BWL. Wiesbaden. Gabler, 2007.

WALLNER-NOVAK, M.; KOPPELHUBER, J.; POCK, K.: Brettsperrholz Bemessung. Grundlagen für Statik und Konstruktion nach Eurocode. Publikation. Wien. pro Holz Austria, 2013.

WARNECKE, H.-J.: Der Produktionsbetrieb 1. Organisation, Produkt, Planung.. Berlin Heidelberg. Springer, 1993.

WARNECKE, H.; LÖHR, H.-G.; KIENER, W.: Montagetechnik: Schwerpunkt d.Rationalisierung (Buchenreihe Produktionstechnik heute; Bd.7). Mainz. Krausskopf, 1975.

WESTKÄMPER, E. et al.: Montageplanung - effizient und marktgerecht. Berlin Heidelberg. Springer, 2001.

WOLKERSTORFER, H.; LANG, C.: Praktische Baukalkulation. Wien. Linde, 2014.

WÖRLE, P.: Kosten- und Qualitätssicherung in der Planung von Ingenieur(holz)bauten. 13.Internationale Holzbau-Forum. Beitrag. Biel. Berner Fachhochschule für Architektur, Holz und Bau (Hrsg.), 2007.

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: ARH Holzbau Zimmerarbeiten. Teil 1, 2 und 3 . Neu-Isenburg. Zeittechnik, 2001.

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: ARH Holzbau. Tabellen und Erläuterungen. Zimmerarbeiten. Neu-Isenburg. Zeittechnik, 2001.

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: Arbeitszeit-Richtwerte Tiefbau / ART-Tabelle. Neu-Isenburg. Zeittechnik.

ZENTRALVERBAND DES DEUTSCHEN BAUGEWERBES E.V.: Arbeitszeit-Richtwerte Hochbau / ARH-Tabelle. Neu-Isenburg. Zeittechnik.

Normen

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2050: Vergabe von Aufträgen über Leistungen - Ausschreibung, Angebot, Zuschlag - Verfahrensnorm. Norm. Wien. Austrian Standards, 2006-11-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2051: Vergabe von Aufträgen über Leistungen im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung - Ausschreibung, Angebot und Zuschlag - Verfahrensnorm. Norm. Wien. Austrian Standards, 2005-05-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement - Objekterrichtung. Norm. Wien. Austrian Standards, 2009-06-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 1801-1: Kosten im Hoch- und Tiefbau - Kostengliederung. NORM. Wien. Austrian Standards, 1995-05-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2061: Preisermittlung für Bauleistungen - Verfahrensnorm. Norm. Wien. Austrian Standards, 1999-09-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2107-2: Umsetzung des Bauarbeitenkoordinationsgesetzes (BauKG) - Teil: 2: Verfahren zur Erstellung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzplänen sowie von Unterlagen für spätere Arbeiten. Norm. Wien. Austrian Standards, 2014-08-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 3802-3: Holzschutz im Bauwesen - Teil 3: Chemischer Schutz des Holzes. Norm. Wien. Austrian Standards, 2015-01-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 3806: Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten (Baustoffen) für Luft führende Schächte und Lüftungsleitungen, Gebäudetrennfugen, Doppel- und Hohlraumböden. Norm. Wien. Austrian Standards, 2012-10-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM DIN 18202: Toleranzen im Hochbau - Bauwerke. ÖNORM. Wien. Austrian Standards, 2013-12-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM DIN 4074-1: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelschnittholz. Norm. Wien. Austrian Standards, 2012-09-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM DIN 69901 Projektwirtschaft - Projektmanagement - Begriffe. Norm. Wien. Austrian Standards, 2000.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 13501-1: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten. Norm. Wien. Austrian Standards, 2009-12-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 16351: Holzbauwerke - Brettspertholz - Anforderungen. ÖNORM. Wien. Austrian Standards Institute, 2012-01-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 1912: Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen - Zuordnung von visuellen Sortierklassen und Holzarten (konsolidierte Fassung). Norm. Wien. Austrian Standards, 2013-10-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: 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). ÖNORM. Wien. Austrian Standards, 2014-11-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 338: Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen. Norm. Wien. Austrian Standards, 2013-10-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: 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 Gefährdungsk. Norm. Wien. Austrian Standards, 1994-08-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 13353: Massivholzplatten (SWP) - Anforderungen. Norm. Wien. Austrian Standards, 2011-06-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM EN 14081-1 : Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende zwecke mit rechteckigem

Querschnitt - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Norm. Wien. Austrian Standards, 2014-02-01.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2215: Holzbauarbeiten - Werkvertragsnorm. Norm. Wien. Austrian Standards, 2009-07-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2060: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Leistungen - Vertragsnorm. Norm. Wien. Austrian Standards, 2013-03-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm. Norm. Wien. Austrian Standards, 2013-03-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE / ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2118: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen unter Anwendung des Partnerschaftsmodells, insbesondere bei Großprojekten - Werkvertragsnorm. Norm. Wien. Austrian Standards, 2013-03-15.

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE/ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM M 9601 - Krane und Hebezeuge - Betriebs- und Wartungsvorschriften. Wien. Austrian Standards plus, 2012-03-01.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG: DIN 33400: 1983-10 Gestalten von Arbeitssystemen nach arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen; Begriffe und allgemeine Leitsätze. Berlin. Deutsches Institut für Normung, 1983.

Internetquellen

o. V.: Fügen zu Einzelschichten.

http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2011.05.23/1306155116_1.jp

g. Datum des Zugriffs: 23.02.2015.

o. V.: Schleifen.

http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2014.06.04/14018621736597_1.jpg

_1.jpg. Datum des Zugriffs: 23.02.2015.

o. V.: Sortierung.

http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2008.07.02/1215003704_1.jp

g. Datum des Zugriffs: 23.02.2015.

o. V.: Transport.

http://cdn.agrarverlag.at/to/mmedia/image//2010.12.13/1292257323_1.jp

g. Datum des Zugriffs: 02.03.2015.

AGROP NOVA: Fräbung. <http://www.novatop-system.cz/wp-content/uploads/CNC-a-pila-v-akci.jpg>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015.

ARCH+ING. BUNDESKAMMER DER ARCHITEKTEN UND INGENIEURKONSULENTEN BAIK: Leistungsmodelle 2014.

<http://www.arching.at/baik/leistungen/leistungsmodelle2014/content.html>.

Datum des Zugriffs: 28.11.2014.

AUSTRIAN STANDARDS: Eurocodes. <https://www.austrian-standards.at/de/infopedia-themencenter/infopedia-artikel/eurocodes/>.

Datum des Zugriffs: 17.09.2014.

AUVA: Soziale Unfallversicherung.

<http://www.auva.at/portal27/portal/auvaportal/content/contentWindow?contentid=10007.670874&action=2&viewmode=content>.

Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

AUVA SOZIALE UNFALLVERSICHERUNG: Unfallverhütungsdienste.

<http://www.auva.at/portal27/portal/auvaportal/content/contentWindow?action=2&viewmode=content&contentid=10007.670992>.

Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

AWF : Arbeitsgemeinschaft für Wirtschaftliche Fertigung.

<http://www.awf.de/>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014.

BAUDATENBANK: ÖNORM EN 16351.

<http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=409789>. Datum des Zugriffs:

17.09.2014.

BAUDATENBANK: ÖNORM EN 1912 .

<http://www.bdb.at/Service/NormenDetail?id=506844>. Datum des Zugriffs:

17.09.2014.

BAUGENIAL: Schwerpunkt Technologie und Bautechnik. Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus.

http://baugenial.at/itrfiler/_1_/81a4dc9c77ae4d80325e0d64b5699c41/BAU.GENIAL_Schwerpunkt%20Bautechnik.pdf. Datum des Zugriffs: 15.10.2014.

BAULINKS: Blockbau. <http://www.baulinks.ch/ratgeber/6/blockbau/>. Datum des Zugriffs: 15.09.2014.

BAULINKS: Holzrahmenbau. <http://www.baulinks.ch/ratgeber/5/holzrahmenbau/>. Datum des Zugriffs: 15.10.2014.

BAULINKS: Holzskelettbau. <http://www.baulinks.ch/ratgeber/4/holzskelettbau/>. Datum des Zugriffs: 15.10.2014.

BAUSICHERHEIT: Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan (SiGePlan). <http://www.bausicherheit.at/faq/sicherheits-und-gesundheitsschutzplan-sigeplan/>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

BAUSICHERHEIT: Baustellenrichtlinie EU-Richtlinie 92/57/EWG. <http://www.bausicherheit.at/faq/eu-richtlinie-9257ewg-baustellenrichtlinie/>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

BETRIEBLICHER UMWELTSCHUTZ IN BADEN-WÜRTTEMBERG: Verteilzeit. <http://www.umweltschutz-bw.de/?lvl=2553>. Datum des Zugriffs: 12.07.2014.

BG BAU. BERUFSGENOSSENSCHAFT DER BAUWIRTSCHAFT: Montage von Holzbauteilen. http://www.bgbau-medien.de/bausteine/d_138/d_138.htm. Datum des Zugriffs: 15.09.2014.

BILDUNGSZENTRUM DES ZIMMERER- UND AUSBAUGEWERBES: Zeichnungen zur DIN 1052. http://www.holzbau-kompetenzzentren.de/uploads/media/TP_II-Zeichnungen_DIN_1052.pdf. Datum des Zugriffs: 15.09.2014.

BSP: Brettsperrholz (BSP oder X-Lam). http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/mn_45160. Datum des Zugriffs: 20.06.2014.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Allgemeines Sozialversicherungsgesetz. <http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008147>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Rechtsvorschrift für Kinder- und Jugendlichen-Beschäftigungsgesetz 1987. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008632>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Rechtsvorschrift für Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für

Jugendliche.

<http://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009096>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM:

ArbeitnehmerInnenschutzgesetz.

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008910>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM:

Arbeitsinspektionsgesetz.

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008840>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM:

Bauarbeitenkoordinationsgesetz.

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009146>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Gesamte Rechtsvorschrift für Bundesvergabegesetz 2006.

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20004547>. Datum des Zugriffs: 27.02.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM: Gesamte Rechtsvorschrift für Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumente.

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009021>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

BUNDESKANZLERAMT RECHTSINFORMATIONSSYSTEM:

Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumente.

<http://www.ris.bka.gv.at/Ergebnis.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Kundmachungsort=&Index=&Titel=&Gesetzesnummer=10009021&VonArtikel=&BisArtikel=&VonParagraf=&BisParagraf=&VonAnlage=&BisAnlage=&Typ=&Kundmachungsnummer=&Unterzeichnungsdatum=&FassungVom=25.06.200>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

CEN EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION: You & CEN.

<https://www.cen.eu/you/Pages/default.aspx>. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.

CITB: CITB. <https://www.citb.co.uk/>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

CITB: Plant Operator.

<http://qa.cskills.org/supportbusiness/routes/jobprofiles/plantoperator.aspx>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

CITB: Construction Site Supervisor.

http://cskills.org/supportbusiness/construction_training_courses/leadership_and_management/construction_site_supervisor.aspx. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

COMPLIANCE HEALTH & SAFETY: Safe Systems of Work.

<http://www.compliancehealthandsafety.co.uk/consultancy-services/safe-systems-of-work.asp>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

DAS WIRTSCHAFTSLEXIKON: Montage.

<http://www.daswirtschaftslexikon.com/d/montage/montage.htm#hwprod-m0226L13>. Datum des Zugriffs: 17.11.2014.

DER BAUPROFESSOR: Qualitätsstufen der Kalkulation.

<http://www.bauprofessor.de/Qualit%c3%a4tsstufen%20der%20Kalkulation/dee367f2-b4f9-4760-8e49-925b8098b3d7>. Datum des Zugriffs: 06.12.2014.

DER BAUPROFESSOR: Arbeitszeit-Richtwerte.

[http://www.bauprofessor.de/Arbeitszeit-Richtwerte%20\(AR\)/c67bae94-1cc2-4850-93c8-f28bee07e855](http://www.bauprofessor.de/Arbeitszeit-Richtwerte%20(AR)/c67bae94-1cc2-4850-93c8-f28bee07e855). Datum des Zugriffs: 06.12.2014.

DETAIL 05/2010: Individualisierung im Fertighausbau.

http://www.detail.de/uploads/pics/tech_maaars_rp_2-2_02.gif. Datum des Zugriffs: 02.03.2015.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: EOTA.

<https://www.dibt.de/de/DIBt/Mitgliedschaften-EOTA.html>. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: Zulassungen für Bauprodukte und Bauarten.

<https://www.dibt.de/de/Zulassungen/Zulassungen.html>. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG : CE-Kennzeichnung.

<http://www.din.de/cmd?level=tpl-unterrubrik&menuid=47421&cmsareaid=47421&menurubricid=47429&msrubid=47429&menubrubid=47435&cmssubrubid=47435>. Datum des Zugriffs: 25.10.2014.

EBERLE SYSTEME VERTRIEBS GMBH: DBD-Kalkulationsansätze.

<http://www.eberle-systeme.de/dbd/dbdkalkulationsansaetze.php>. Datum des Zugriffs: 06.12.2014.

EFTA: The European Free Trade Association. <http://www.efta.int/>. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.

ETUI: Vertretung im Bereich des Arbeitsschutzes. <http://de.worker-participation.eu/Nationale-Arbeitsbeziehungen/Laender/Vereinigtes-Koenigreich/Arbeitsschutz>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

FISCHER, F.: Projektmanagement. http://www.bba.uni-oldenburg.de/download/archiv/leseprobe_projektmanagemen.pdf. Datum des Zugriffs: 03.11.2014.

FRAUNHOFER-INFORMATIONSZENTRUM RAUM UND BAU IRB: ÖNORM B 2061.

<https://www.baufachinformation.de/literatur.jsp?bu=2003055009777>.

Datum des Zugriffs: 10.12.2014.

GPM DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR PROJEKTMANAGEMENT /
MICHAEL GESSLER (HRSG.): Kompetenzbasiertes
Projektmanagement (PM3). http://www.fb12.uni-bremen.de/fileadmin/Arbeitsgebiete/berufsbildung/Gessler_Projektphase_n_2010.pdf. Datum des Zugriffs: 03.11.2014.

GT-SYSTEMFERTIGUNG: Montageanleitung.
http://www.systemfertigung.com/fileadmin/PDF/Montageanleitung_MHM___PHE.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014.

HAAS FERTIGBAU: Profilhandbuch für Brettsperholz Timbory.
http://timbory.com/download/C50559c66X141e5856467X5b8e/Timbory_ProfiBuch_download.pdf. Datum des Zugriffs: 19.11.2014.

HARTL-HAUS: Produktion.
http://homaggroupwebapp.homag.de/Medien/HARTL-HAUS-Produktion_25077.jpg. Datum des Zugriffs: 28.02.2015.

HASSLACHER NORDICA TIMBER: Beleimungsportal.
<http://www.hasslacher.at/holzwerkstoffe/brettsperholz/>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015.

HEALTH AND SAFETY AUTHORITY: HSA.
http://www.hsa.ie/eng/About_Us/. Datum des Zugriffs: 08.01.2015.

HEALTH AND SAFETY AUTHORITY: Safety, Health and Welfare at
Work (General Application) Regulations 2007 .
http://www.hsa.ie/eng/Legislation/Acts/Safety_Health_and_Welfare_at_Work/General_Application_Regulations_2007/. Datum des Zugriffs:
09.01.2015.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: Health and Safety at Work etc Act
1974. <http://www.hse.gov.uk/legislation/hswa.htm>. Datum des Zugriffs:
08.01.2015.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: HSE.
<http://www.hse.gov.uk/legislation/enforced.htm>. Datum des Zugriffs:
08.01.2015.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: Permit to Work Systems.
<http://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeaspermit.htm>. Datum des
Zugriffs: 09.01.2015.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: Mobile elevating work platforms
(MEWPs). <http://www.hse.gov.uk/construction/safetytopics/mewp.htm>.
Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE: RIDDOR - Reporting of Injuries,
Diseases and Dangerous Occurrences Regulations 2013.
<http://www.hse.gov.uk/riddor/index.htm>. Datum des Zugriffs: 08.01.2015.

- HEATH AND SAFETY EXECUTIVE: The Approved Code of Practice (ACOP). <http://www.hse.gov.uk/construction/cdm/acop.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.
- HOFSTADLER, C.: Kalkulation Stahlbetonarbeiten. <http://christianhofstadler.at/wp-content/uploads/2011/06/Kalkulation-Stahlbetonarbeiten-Hofstadler-2011.pdf>. Datum des Zugriffs: 13.09.2014.
- HOLZBAU SCHWEIZ: Verbesserte Arbeitssicherheit. <http://www.holzbau-schweiz.ch/de/dienstleistungen/sicherheit-gesundheit/arbeitssicherheit/>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.
- HOLZBAUAUSTRIA. FACHMAGAZIN FÜR HOLZBAU UND NACHHALTIGE ARCHITEKTUR: Standardleistungsbeschreibung für den Holzbau . http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=5002&cHash=6fb8c039606f3ce202da7dbebe114083. Datum des Zugriffs: 12.02.2015.
- HOLZBAUAUSTRIA. FACHMAGAZIN FÜR HOLZBAU UND NACHHALTIGE ARCHITEKTUR: Österreichische BSP-Hersteller dominieren. http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=4991&cHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Datum des Zugriffs: 01.03.2015.
- HOLZBAUPLAN: Holzliste. <http://www.holzbauplan.de/Holz1.php>. Datum des Zugriffs: 28.02.2015.
- HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: Holzbauweisen. http://www.infoholz.at/fileadmin/infoholz/media/datenblaetter_hfa_pdfs/Holzbaueisen.pdf. Datum des Zugriffs: 15.09.2014.
- HOLZKURIER 39/2012: "Nummer 1" für Brettsperrholz. http://www.hundegger.de/uploads/media/2012-09_Holz-Kurier_HMS.pdf. Datum des Zugriffs: 01.03.2015.
- IBHOLZ INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU : Fertigungsprozessauslegung für Holzgroßprojekte. <http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Holzgrossprojekte.pdf>. Datum des Zugriffs: 02.12.2014.
- INSTITUT FÜR BAUBETRIEB UND BAUWIRTSCHAFT TU GRAZ: LM.VM.2014. http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/TU_Graz/Einrichtungen/Institute/Homepages/i2180/publikationen/lmvm2014. Datum des Zugriffs: 28.11.2014.
- INSTITUT FÜR BAUWIRTSCHAFT AN DER UNIVERSITÄT KASSEL: Schriftenreihe Bauwirtschaft. Forschung 6. <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-214-7.volltext.frei.pdf>. Datum des Zugriffs: 03.11.2014.

INSTITUT FÜR BRANDSCHUTZTECHNIK UND SICHERHEITSFORSCHUNG : ÜA-Kennzeichnung. <http://www.ibs-austria.at/de/unsere-leistungen/inspektionsstelle-bauprodukte/uea-kennzeichnung.html>. Datum des Zugriffs: 30.10.2014.

INSTITUT FÜR WERKZEUGMASCHINEN UND FERTIGUNGSTECHNIK UND INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND HOLZBAU IBHOLZ: Ökologische Herstellung von Holzhäusern. http://www.ibholz.tu-bs.de/dat/Forschung/Oekologische_Herstellung_von_Holzhaeusern.pdf. Datum des Zugriffs: 02.12.2014.

IRISH STATUTE BOOK: Safety, Health and Welfare at Work (General Application) Regulations 2007. <http://www.irishstatutebook.ie/2007/en/si/0299.html>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

IRISH STATUTE BOOK: Safety, Health and Welfare at Work Act 2005. <http://www.irishstatutebook.ie/2005/en/act/pub/0010/>. Datum des Zugriffs: 08.01.2015.

ISOPP, A.: Welches Potenzial steckt in der Vorfertigung?. <http://www.proholz.at/zuschnitt/50/nachgefragt-welches-potenzial-steckt-in-der-vorfertigung/>. Datum des Zugriffs: 18.09.2014.

IZB INSTITUT FÜR ZEITWIRTSCHAFT UND BETRIEBSBERATUNG BAU: Zeitaufnahmen. http://www.zeittechnik-verlag.de/inhalt.php?id=7757&menu_level=2&id_mnu=10108&id_kunden=1015. Datum des Zugriffs: 01.12.2014.

JAKOB, M.: Grundsätze der Gestaltung und Bewertung von Arbeitssystemen. <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/jakob-martina-2005-02-03/HTML/chapter2.html>. Datum des Zugriffs: 11.12.2014.

JELENEWSKI, A.: Werkvertrag - Zur konkludenten Abnahme. <http://www.haerlein.de/blogs/rechtsanwalt-matthias-jelenewski/werkvertrag-%E2%80%93-zur-konkludenten-abnahme>. Datum des Zugriffs: 17.11.2014.

KARASEK, G.: Skriptum. ÖNORM B2110. http://zivilrecht.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/inst_zivilr/Jud/Liegenschafts-_und_Baurecht/Karasek_%C3%96NORM/%C3%96NORM_B_2110_Vorlesung_WS_2011.pdf. Datum des Zugriffs: 16.09.2014.

KAUFMANN, H.: Essay. Der andere Bauprozess.. <http://www.proholz.at/zuschnitt/50/essay/>. Datum des Zugriffs: 08.07.2014.

KLH MASSIVHOLZ: Montage Installation. http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Kreuzlagenholz/Montage/Montage_Installation_dt.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014.

KLH MASSIVHOLZ: Hebesysteme.

http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Kreuzlagenholz/Montage/121217_KLH_Hebesysteme%20CE%20zertifiziert.pdf. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.

KLH MASSIVHOLZ: Konstruktion.

http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Technische%20Anwendungen/Konstruktion/120314_Konstruktion_dt.pdf. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.

KROPIK, A.: Nachtragsmanagement.

http://zivilrecht.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/inst_zivilr/Jud/Liegenschafts-_und_Baurecht/Kropik_Nachtragsmanagement/1_Nachtragsmanagement_UNI_Wien_2012.pdf. Datum des Zugriffs: 12.12.2014.

LATTKE, F.: Zukunftsfähig. Holz und Holzstoffe in der energetischen Gebäudemodernisierung.

<http://www.proholz.at/zuschnitt/34/zukunftsaehig/>. Datum des Zugriffs: 09.06.2014.

LEDINEK: Hydraulische Presse.

<http://www.ledinek.com/images/06/x04.jpg>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015.

LEGROS: Zeitwirtschaft. [http://www.awf-](http://www.awf-arbeitsgemeinschaft.de/download/Zeitwirtschaft-im-wandel-legros.pdf)

[arbeitsgemeinschaft.de/download/Zeitwirtschaft-im-wandel-legros.pdf](http://www.awf-arbeitsgemeinschaft.de/download/Zeitwirtschaft-im-wandel-legros.pdf). Datum des Zugriffs: 07.12.2014.

LEHRSTUHL UND INSTITUT FÜR ARBEITSWISSENSCHAFT DER

RWTH AACHEN: Zeitwirtschaft. http://www.iaw.rwth-aachen.de/download/lehre/vorlesungen/2005-ws-aw1/aw1bo_04_ws2005.pdf. Datum des Zugriffs: 06.12.2014.

LEITZ: Zur professionellen Fertigung im konstruktiven Holzbau.

<http://www.leitz.org/?action=document&invisible=1&id=655>. Datum des Zugriffs: 02.12.2014.

MAYR MELNHOF HOLZ: MM crosslam. [http://www.mm-](http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Deutsch/MM_crosslam_D_web_Einzelseiten.pdf)

[holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Deutsch/MM_crosslam_D_web_Einzelseiten.pdf](http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Deutsch/MM_crosslam_D_web_Einzelseiten.pdf). Datum des Zugriffs: 13.07.2013.

MAYR MELNOF HOLZ: Lagerlogistik. [http://www.mm-](http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Bilder/Image/CF_131483.jpg)

[holz.com/fileadmin/user_upload/Bilder/Image/CF_131483.jpg](http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Bilder/Image/CF_131483.jpg). Datum des Zugriffs: 02.03.2015.

NAGEL, U.: Baubetrieb / Projektmanagement 1, Teil: Qualitätssicherung.

http://studhome.fh-mainz.de/~fsb/nagel_service/skript_qualitaetssteuerung_2006.pdf. Datum des Zugriffs: 15.09.2014.

NEUMÜLLER, A.: Eurocode 5 für Bemessung von Holztragwerken.

<http://www.holzforchung.at/fileadmin/Content->

Pool/downloads/Magazin/2009/2009_03/HFA_Mag_2009_3_08_Euroco de_5.pdf. Datum des Zugriffs: 17.09.2014.

OCCUPATIONAL HEALTH & SAFETY INFORMATION SERVICE: GS 39. <http://products.ihs.com/Ohsis-SEO/111095.html>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

ÖKOLOGISCH BAUEN: Holzskelettbau. <http://www.oekologisch-bauen.info/hausbau/bauweisen/holzbau/holzskelettbau.html>. Datum des Zugriffs: 10.09.2014.

ÖKOLOGISCH BAUEN: Brettstapelbauweise. <http://www.oekologisch-bauen.info/hausbau/bauweisen/holzbau/brettstapelbauweise.html>. Datum des Zugriffs: 10.09.2014.

ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: Die Baustofflisten ÖA und ÖE. <http://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/baustofflisten>. Datum des Zugriffs: 25.10.2014.

ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: Kennzeichnung und Zulassung von Bauprodukten. <http://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten>. Datum des Zugriffs: 06.03.2015.

ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB-95.3-004/08 Checkliste Vorgefertigte Wand- und Deckenbauteile mit hölzerner Tragkonstruktion. http://www.oib.or.at/sites/default/files/oib_checkliste_4.1.1.pdf. Datum des Zugriffs: 15.10.2014.

ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB. <http://www.oib.or.at/>. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.

PETSCHEK, P.: Holzbau. http://www.technikseiten.hsr.ch/fileadmin/technikseiten/Skripte/Technikskript/Kapitel/holz_12.pdf. Datum des Zugriffs: 05.08.2014.

PICCOLURAZ, P.: Haftung als Baukoordinator. <http://www.pmanwaelte.at/de/publikationen/paragraphen-mehr/nr-1-juni-2009/haftung-als-baukoordinator.aspx>. Datum des Zugriffs: 08.02.2015.

PREFABRICATED ACCESS SUPPLIERS' & MANUFACTURERS' ASSOCIATION: PASMA. <http://www.pasma.co.uk/>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

PROHOLZ: Bauen mit Holz in Oberösterreich. <http://www.proholz-ooe.at/fileadmin/proholz.ooe/media/BMHOOE2.pdf>. Datum des Zugriffs: 15.09.2014.

PROHOLZ: Die Logik der Vorfertigung. <http://www.proholz.at/zuschnitt/50/die-logik-der-vorfertigung/>. Datum des Zugriffs: 15.10.2014.

- PROHOLZ: Vorfertigung im internationalen Vergleich.
<http://www.proholz.at/zuschnitt/06/vorfertigung-im-internationalen-vergleich/>. Datum des Zugriffs: 15.10.2014.
- REFA: Ablaufarten (REFA-). <http://www.refa-lexikon.de/artikel/4/ablaufarten-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Ablaufabschnitte. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/3/ablaufabschnitte>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Ablaufstufe. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/13/ablaufstufe>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Arbeitsaufwand. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/28/arbeitsaufwand>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Arbeitssystem. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/49/arbeitssystem>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Arbeitszeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/58/arbeitszeit>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Aufnahmezeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/66/aufnahmezeit-az>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Erholung (Erholen). <http://www.refa-lexikon.de/artikel/144/erholung-erholen>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Erholungszeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/147/erholungszeit-ter>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Haupttätigkeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/187/haupttaetigkeit-mh-mhr>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Leistung. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/228/leistung>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Multimomentaufnahme. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/267/multimomentaufnahme-mma>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Nebentätigkeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/270/nebentaetigkeit-mn>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Pause. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/283/pause>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Produktivität. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/298/produktivitaet>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Rüsten. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/338/ruesten>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.

- REFA: Soziale Kompetenz. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/357/soziale-kompetenz>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Tätigkeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/378/taetigkeit-mt>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Unterbrechen. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/396/unterbrechen>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Verteilzeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/407/verteilzeit-tv-tvb>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Verteilzeitermittlung. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/408/verteilzeitermittlung-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Vorgangselemente. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/414/vorgangselemente>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Wartezeit. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/415/wartezeit-tw>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Zeitarten. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/428/zeitarten-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- REFA: Zeitstudie. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/434/zeitstudie-refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.
- SCHICKHOFER, G.: Die Holzmassivbauweise am Beispiel von Brettsperrholz. <http://www.proholz.at/forschung-technik/werkstoffportraits/die-holzmassivbauweise-am-beispiel-von-brettsperrholz/>. Datum des Zugriffs: 19.11.2014.
- SCHIERMEYER, V.: Verbindungstechnik in der Brettsperrholzbauweise. http://www.forum-holzbau.ch/pdf/fbc12_schiermeyer.pdf. Datum des Zugriffs: 22.11.2014.
- SCHWARZ, M.: Begleitmaterial zur Vorlesung Logistik (Grundlagen). http://www.ba-breitenbrunn.de/fileadmin/benutzer/benutzer_i/skripte/herr_prof_dr_schwarz/Logistik-Grundlagen__Kapitel_1_.pdf. Datum des Zugriffs: 01.12.2014.
- SIGA: Rissan 60. <http://www.siga.ch/de/produktuebersicht/detail-rissan-60.html>. Datum des Zugriffs: 16.01.2015.
- SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Arbeitsinspektion. <http://www.sozialministerium.at/site/Arbeit/Arbeitsschutz/Arbeitsinspektion/>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.
- SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Arbeitsschutz-Organisation.

http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsschutz/Allgemeines/asallg_010.htm. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Evaluierung - Allgemeines.

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Arbeitsschutz/Evaluierung/default.htm>. Datum des Zugriffs: 01.07.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Koordination bei Bauarbeiten.

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Bauarbeiten/Koordination/default.htm>. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: SiGe-Dokument.

http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/6F5073C7-C415-477B-9188-502641C2EBD2/0/Sicherheits_Gesundheitsschutzdokument_2010_Folder.pdf. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Unterlage für spätere Arbeiten.

http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Bauarbeiten/Koordination/080seite_14.htm. Datum des Zugriffs: 07.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Bauarbeiten - Koordination und Absturzsicherung.

http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/9ED255EC-B0ED-4F5F-96EA-0A093470927A/0/baukoordination_11_2011_Broschuere.pdf. Datum des Zugriffs: 08.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Jugendliche am Bau.

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Bauarbeiten/Jugendliche/default.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Arbeitsschutz - SiGe-Dokument. http://www.arbeitsinspektion.gv.at/NR/rdonlyres/6F5073C7-C415-477B-9188-502641C2EBD2/0/Sicherheits_Gesundheitsschutzdokument_2010_Folder.pdf. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION: Kinder und Jugendliche.

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Personengruppen/Jugendliche/default.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

SOZIALMINISTERIUM ARBEITSINSPEKTION : Jugendliche.

<http://www.arbeitsinspektion.gv.at/AI/Personengruppen/Jugendliche/default.htm>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

STROBL: Holzblockhaus.

http://www.strobl.at/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=36. Datum des Zugriffs: 10.09.2014.

STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU. INFORMATIONSVEREIN
HOLZ: Brettsperrholz (BSP oder X-Lam).

http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/mn_45160.

Datum des Zugriffs: 20.06.2014.

STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU. INFORMATIONSVEREIN
HOLZ: Gültige Zulassungen.

http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/gueltige-zulassungen/mn_45182. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.

STUDIENGEMEINSCHAFT HOLZLEIMBAU. INFORMATIONSVEREIN
HOLZ: Herstellung von Brettsperrholz.

http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/herstellung/mn_45176. Datum des Zugriffs: 20.11.2014.

SYSTEM-HOLZ : Hausbau mit Holz. http://bau-dein-haus-mit-holz.de/hausbau_mit_holz.html. Datum des Zugriffs: 10.09.2014.

THE NATIONAL ARCHIVES: The Management of Health and Safety at Work Regulations 1999.

<http://www.legislation.gov.uk/ukxi/1999/3242/contents/made>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

THE NATIONAL ARCHIVES: The Control of Substances Hazardous to Health Regulations 2002.

<http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2002/2677/regulation/6/made>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

THE NATIONAL ARCHIVES: The Work at Height Regulations 2005.

<http://www.legislation.gov.uk/ukxi/2005/735/contents/made>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

THE NATIONAL ARCHIVES: The Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998.

<http://www.legislation.gov.uk/ukxi/1998/2306/introduction/made>. Datum des Zugriffs: 09.01.2015.

VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, BETRIEBSORGANISATION
UND UNTERNEHMENSENTWICKLUNG: REFA. <http://www.refa-lexikon.de/artikel/320/refa>. Datum des Zugriffs: 15.07.2014.

VERBAND FÜR ARBEITSGESTALTUNG, BETRIEBSORGANISATION
UND UNTERNEHMENSENTWICKLUNG: REFA.

<http://www.refa.de/info/weitere-informationen>. Datum des Zugriffs: 01.12.2014.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE: VDI. <https://www.vdi.de/>. Datum des Zugriffs: 17.11.2014.

VINZENZ HARRER SHERPA: Sherpa Spezialschrauben.

http://bilder.dabag.ch/documents/80/80_sherpa.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014.

VINZENZ HARRER SHERPA: Sherpa-Verbinder.
http://marketing.harrer.at/Blaetterkatalog/Sherpa_Statik_Handbuch/blaetterkatalog/blaetterkatalog/pdf/complete.pdf. Datum des Zugriffs: 23.11.2014.

WKO WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH: Kollektivverträge.
<https://www.wko.at/Content.Node/Service/Arbeitsrecht-und-Sozialrecht/Kollektivvertraege/kvdb.html>. Datum des Zugriffs: 14.11.2014.

WKO WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH: Leitfaden zur Kostenabschaetzung von Planungsleistungen1.
https://www.wko.at/Content.Node/branchen/oe/Geschaefsstelle-Bau/Leitfaden_zur_Kostenabschaetzung_von_Planungsleistungen1.html. Datum des Zugriffs: 03.11.2014.

WKO. BUNDESINNUNG BAU: Leitfaden zur Kostenschätzung von Planungsleistungen. Band 1: Grundlagen. 2006. http://www.bau-noe.at/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/planungshonorar/Band_1_Grundlagen.pdf. Datum des Zugriffs: 11.09.2014.

WKO. BUNDESINNUNG BAU: Leitfaden zur Kostenschätzung von Planungsleistungen. Band 4: Projektmanagement. 2008. http://www.bau-noe.at/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/planungshonorar/Leitfaden_Band4_PM_Endversion.pdf. Datum des Zugriffs: 03.11.2014.

WOLF SYSTEM: Fertighausproduktion.
http://www.wolfssystem.de/var/em_plain_site/storage/images/medien/bilder/deutschland/unternehmen/wolf-system-deutschland/sliderbox/fertighausproduktion/1119798-1-ger-DE/Fertighausproduktion_startpage_sujet.jpg. Datum des Zugriffs: 28.02.2015.

WOODTEC FRANKHAUSER: Vakuumpresse.
<http://www.woodtec.ch/images/content/news/medienmitteilungen/Teaserbild%20Agrop.jpg>. Datum des Zugriffs: 23.02.2015.

WÜRTH: Würth Transportanker System. <http://www.rutishauser-holzleimbau.ch/pdf/Betriebsanleitung%20Transportanker%20Link%20Fa%20Wuerth%20Partner.pdf>. Datum des Zugriffs: 23.11.2014.

ZIMMEREI STELZL: Abbund. <http://www.abbundzentrum-stelzl.de/produktion.htm>. Datum des Zugriffs: 04.12.2014.

ZÖLLNER, C.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. http://www.wiso.uni-hamburg.de/fileadmin/sozialoekonomie/bwl/bassen/Lehre/ABWL/4__5_Materialwirtschaft__Produktion.pdf. Datum des Zugriffs: 14.11.2014.

ZUKUNFT HOLZ: Kapitel 10 - Verbindungstechniken. http://www.fva-bw.de/publikationen/zukunft_holz/zh_k10.pdf. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.

A.1 Anhang 1 – Verteilungen der Arbeitszeit und ihrer Beurteilung

A.1.1 Grunddaten über die Aufnahme der Daten für die Untersuchung der Montagearbeiten

Mannschaft:

4 Monteure aus Österreich (Fa. Wiehag) inklusive Vorarbeiter

2 Monteure aus Irland

4 Monteure aus England

10 Monteure gesamt (inkl. Vorarbeiter)

Erfasste Bauzeit:

31 Arbeitstage

1253 Arbeitsstunden

von 13.05. bis 24.06.2013

Aufgenommene Daten:

290 Erfassungsbögen A3-Format

Digitale Bilder und Videoaufnahmen – Datenmenge von 500 GB

Optionen für die Beurteilung der Arbeitstage – Einteilung in gut, mittel und schlecht

nach:

– Zeitarten (Grundzeit, Erholungszeit, Verteilzeit)

(Z)

– Tätigkeiten und Unterbrechungen,

(T+U)

mit und ohne Vorarbeiter:

– Option A: Monteure mit Vorarbeiter (die gesamte Mannschaft)



– Option B: Monteure ohne Vorarbeiter (nur Bauarbeiter).



Bild A.1 Beginn der Montage – der ersten Tag der Aufzeichnung (13.05.2013)



Bild A.2 Baustelle am letzten Tag der Datenaufnahme (24.06.2013)

A.1.2 Verteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten und nach Tätigkeiten mit Unterbrechungen

Tabelle A.1 Zeitarten – Unterteilung in die erste und zweite

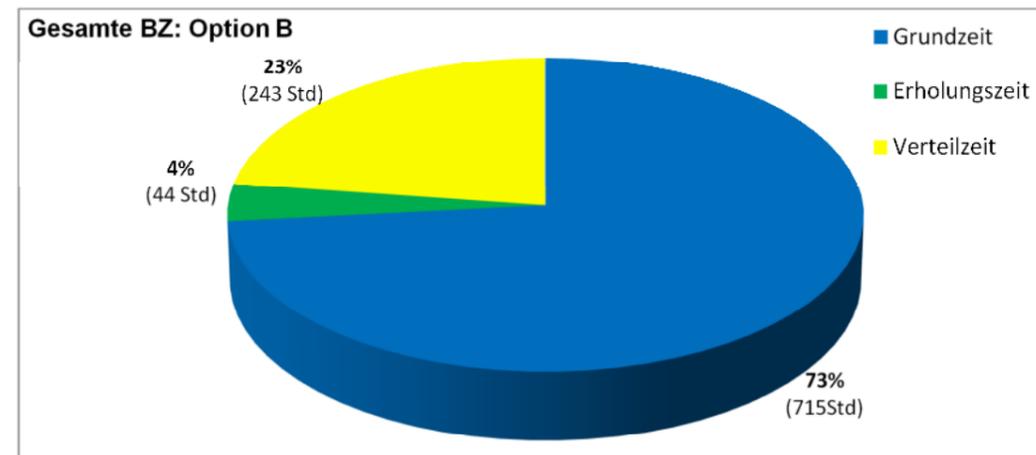
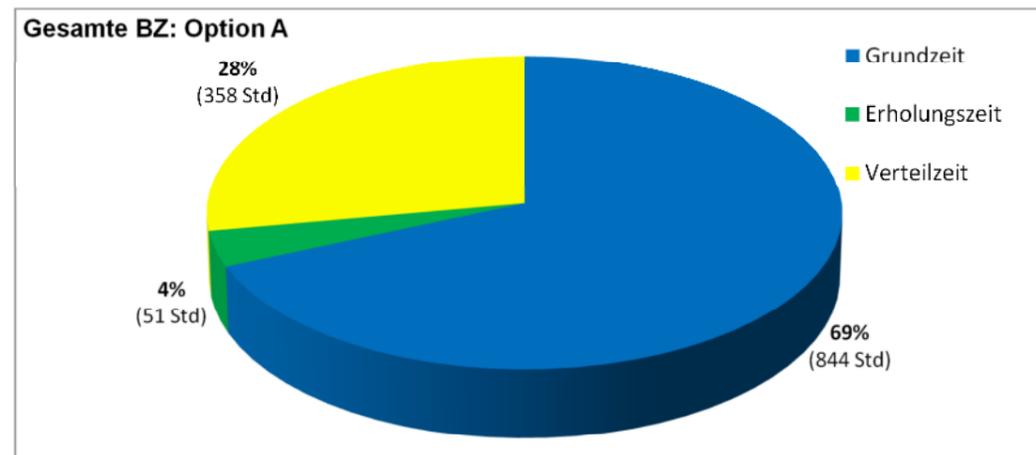


Bild A.3 Verteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten (Option A und Option B) über gesamte Bauzeit

Tabelle A.2 Tätigkeit- und Unterbrechung – Unterteilung in der erste, zweite und dritte Ebene

Tätigkeit	Haupttätigkeit	Nebentätigkeit	Zusätzliche Tätigkeit
	Baustelleneinrichtung	Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Fundamentplatte AG - Unebenheiten bereinigen
	Site Induction	Transport entladen, Airbags, zwischenlagern	Kran aufstellen
	Schwelle EG	Paletten mit Gipskarton und Profilen	Tätigkeit für andere Baustelle
	Wand EG	Holzplattenverkleidung Boden 2.OG	
	Stützen EG	Hilfskonstruktion DOKA-Plattform montieren	
	Unterzüge EG	Lüftungszentrale hinaufbringen	
	Verschraubung AW-IW EG	Zaun, Sicherungen montieren	
	Decke über EG	DOKA-Plattform demontieren	
	Montage Easi Edge Decke über EG	Rechnung für Kleinteile bezahlen	
	Verschraubung Decke über EG	Arbeitsvorbereitung zweite Baustelle	
	Demontage Easi Edge Decke über EG		
	Schwelle OG		
	Wand OG		
	Stützen OG		
	Unterzüge OG		
	Verschraubung AW-IW OG		
	Decke über OG		
	Montage Easi Edge		
	Verschraubung Decke über EG		
	Demontage Easi Edge		
	Sparren Dach		
	Stützen Dach		
	Grat Dach		
	Dachplatte CLT		
	Montage Easi Edge		
	Verschraubung Dachplatte		
	Demontage Easi Edge		

Unterbrechung	Ablaufbedingte Unterbrechung	Störungsbedingte Unterbrechung	Erholungsbedingte Unterbrechung	Persönlich bedingte Unterbrechung
	Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Wartezeit	eigene Pause
	Kontrolle Kabel, Baubegehung	Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer	Teambesprechung ü. Hindernisse	vorgegebene Pause
	Vorbereitung des AG, Kranstehzeit, LKW Ankunft	ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden	Wasser trinken	Abwesenheit

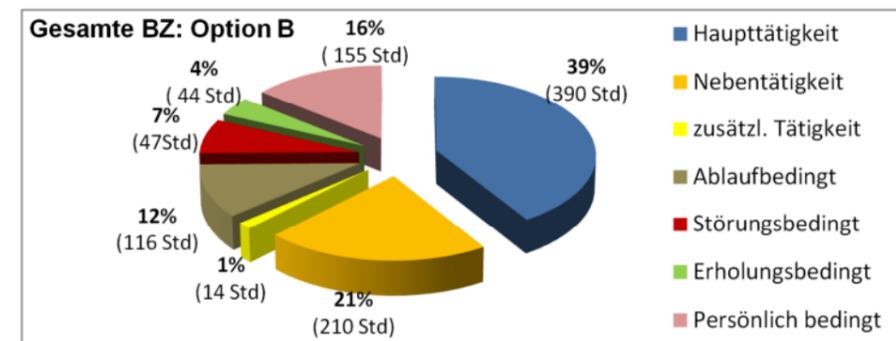
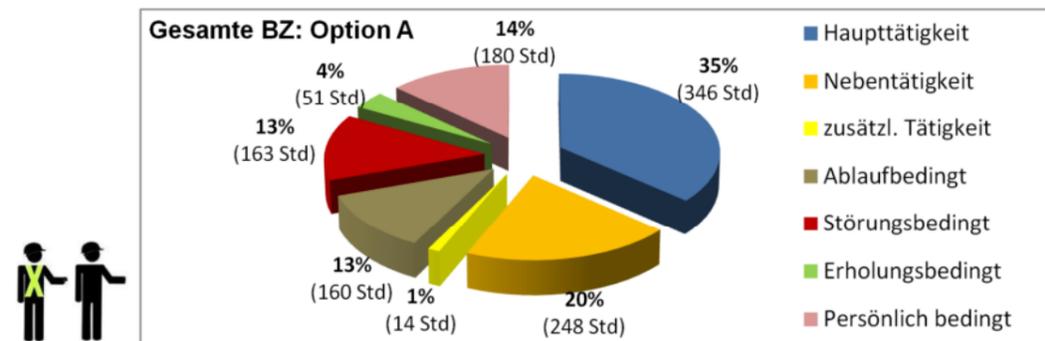


Bild A.4 Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A und Option B) über gesamte Bauzeit

Tabelle A.3 Verteilung der Tätigkeiten über gesamte Bauzeit (Option A und Option B)

		Option A		Option B	
Baustelleneinrichtung, Site Induction	Haupttätigkeit	2%	36%	3%	40%
Montage Bauteile EG		14%		16%	
Montage Bauteile OG		6%		7%	
Montage Bauteile Dach		9%		10%	
Stufen, Podest, Stiege		1%		1%	
Löcher verschließen, Abkleben		1%		1%	
Snagging, Baustelle reinigen		3%		3%	
Arbeitsvorbereitung	Nebentätigkeit	14%	20%	14%	21%
Transporte		5%		6%	
weitere Nebentätigkeiten		1%		1%	
zusätzliche Tätigkeiten	zusätzl. Tätigkeit	1%	1%	1%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	12%	43%	11%	37%
störungsbedingt		13%		7%	
erholungsbedingt		4%		4%	
persönlich bedingt		14%		15%	

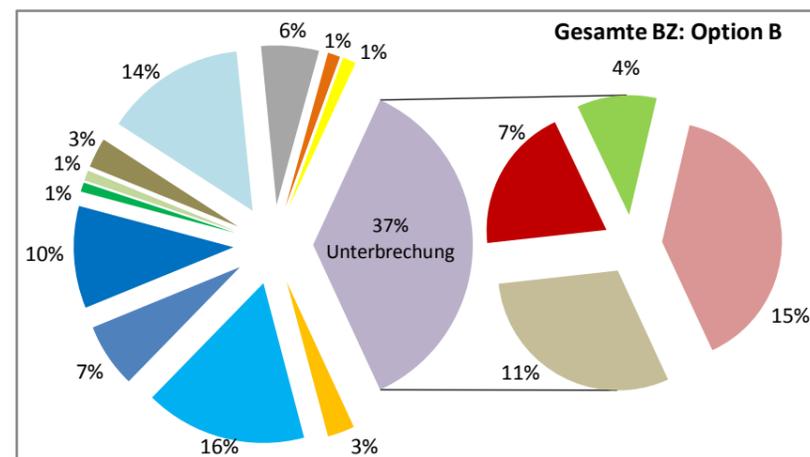
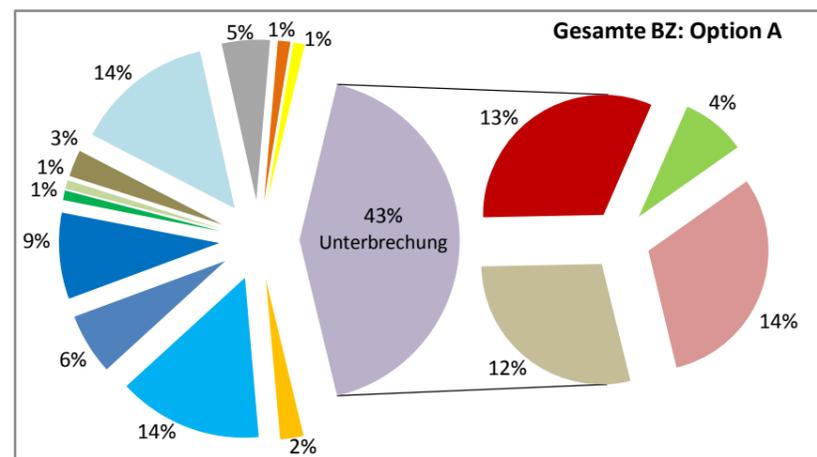
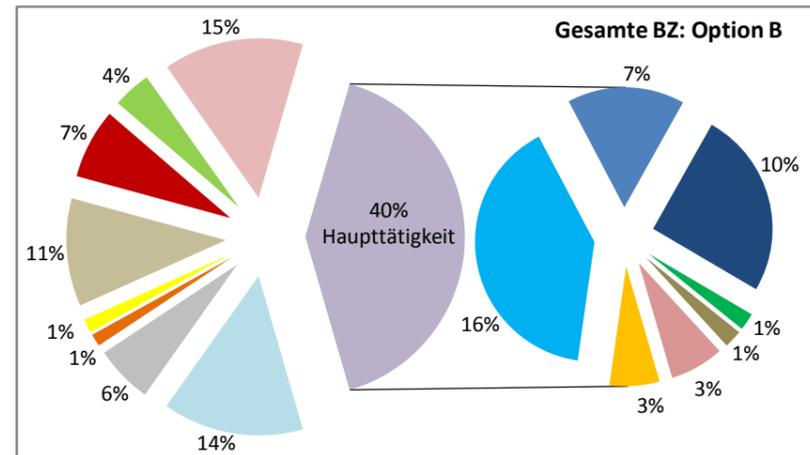
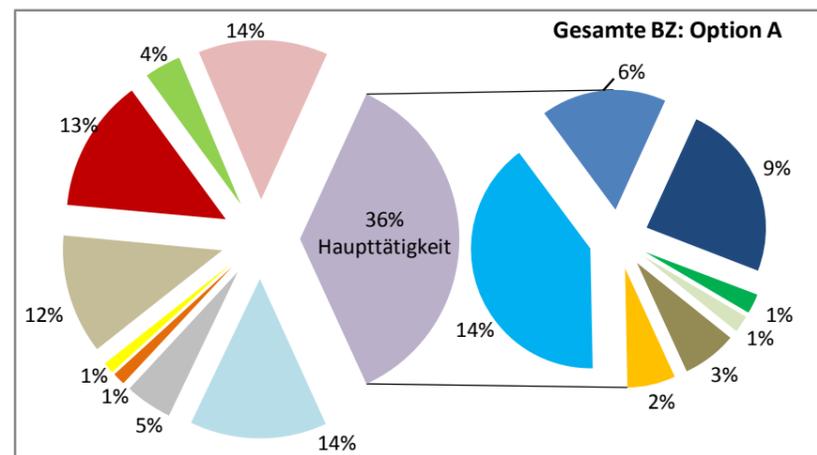


Bild A.5 Verteilung der Tätigkeiten über die gesamte Bauzeit (Option A und Option B)

A.1.3 Beurteilung der Wochen nach Grundzeit

Z



Tabelle A.4 Beurteilung der Wochen nach Grundzeit (Option A)

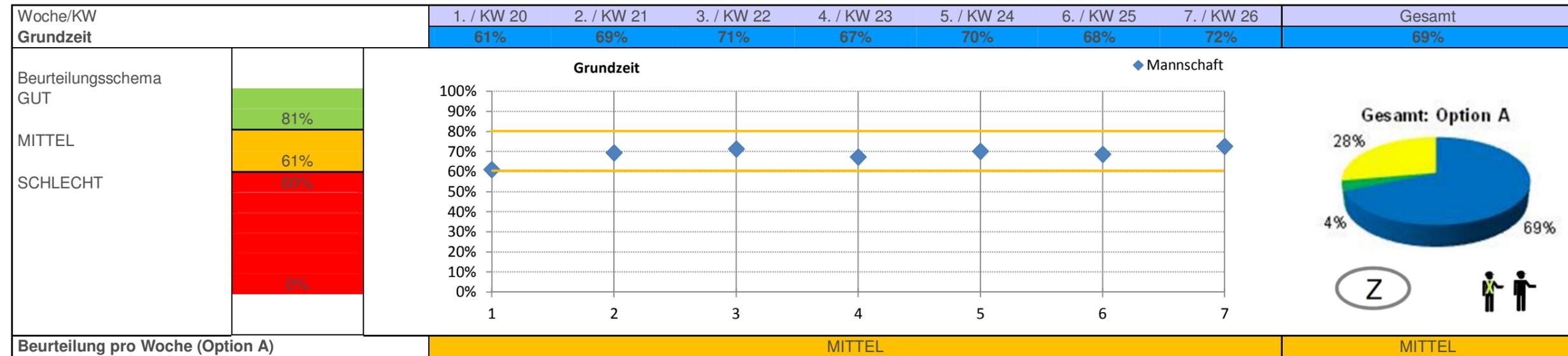
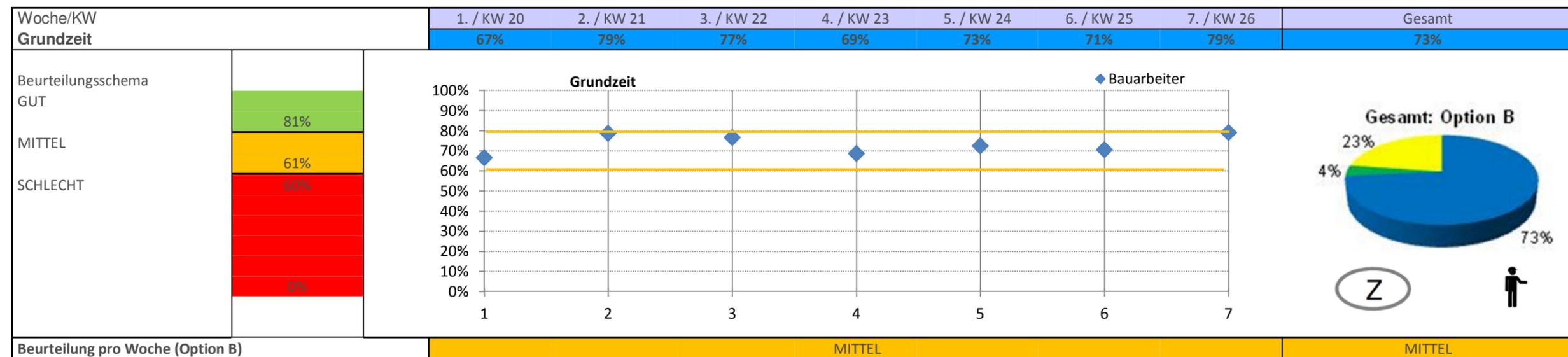


Tabelle A.5 Beurteilung der Wochen nach Grundzeit (Option B)



A.1.4 Beurteilung der Wochen nach Tätigkeiten und Unterbrechungen



Tabelle A.6 Beurteilung der Wochen nach Tätigkeiten (Option A)

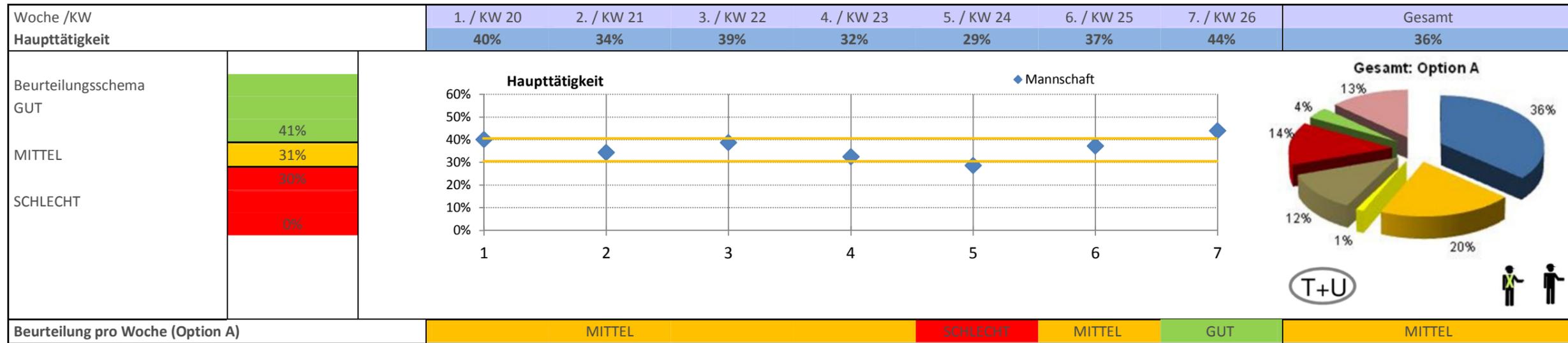
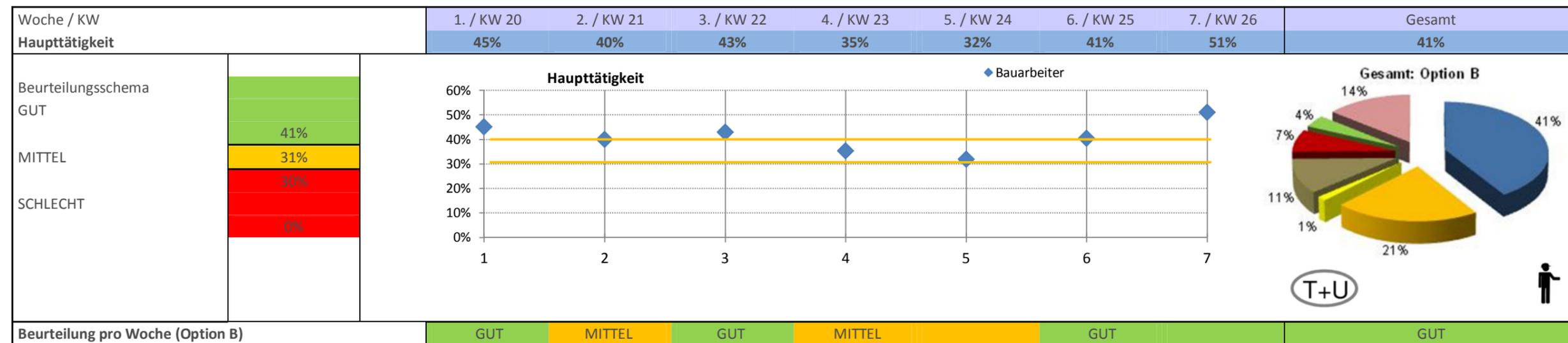


Tabelle A.7 Beurteilung der Wochen nach Tätigkeiten (Option B)



A.1.5 Verteilung der Arbeitszeit nach Zeitarten pro Woche (Auswertung der zweiten Ebene)

Z



Tabelle A.8 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option A)

Woche / KW	1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Gesamt
Grundzeit	61%	69%	71%	67%	70%	68%	72%	69%
Erholungszeit	0%	3%	4%	6%	4%	6%	2%	4%
Verteilzeit	39%	28%	24%	27%	25%	25%	26%	28%
Beurteilung pro Woche (Option A)	MITTEL							MITTEL

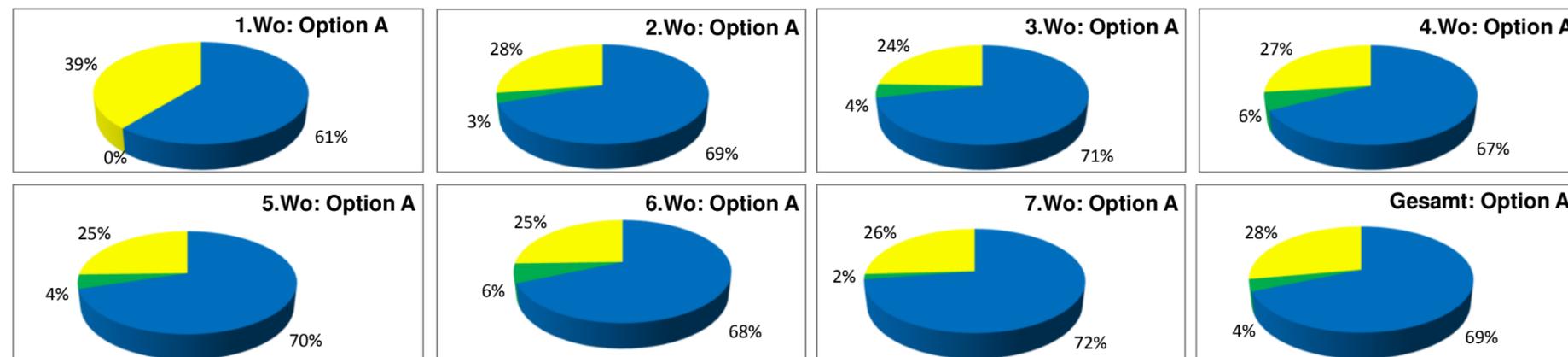


Bild A.6 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option A)

Tabelle A.9 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option B)



Woche / KW	1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Gesamt
Grundzeit	67%	79%	77%	69%	73%	71%	79%	73%
Erholungszeit	0%	3%	4%	7%	5%	7%	2%	4%
Verteilzeit	33%	18%	20%	25%	23%	22%	19%	23%
Beurteilung pro Woche (Option B)	MITTEL							MITTEL

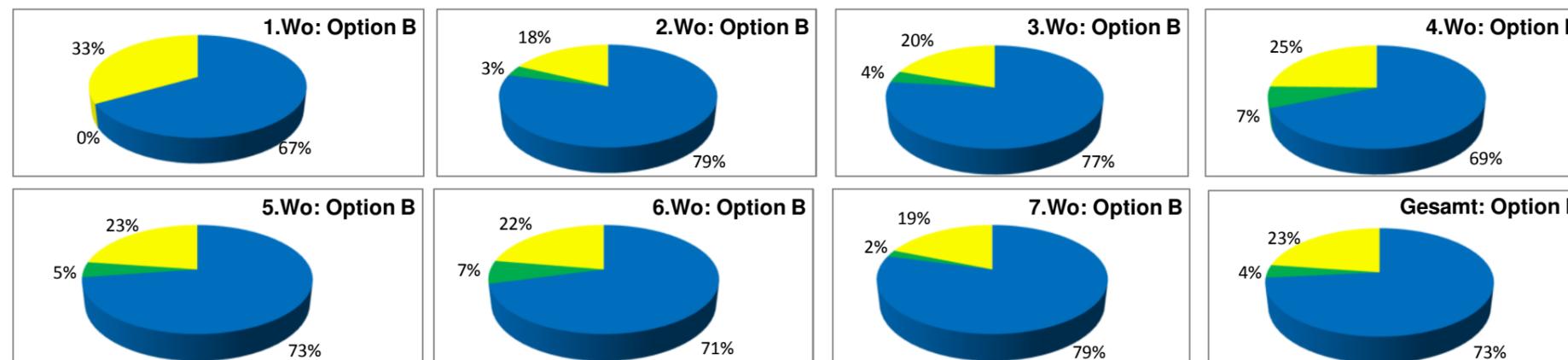


Bild A.7 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Zeitarten (Option B)

A.1.6 Verteilung der Arbeitszeit nach Tätigkeiten mit Unterbrechungen pro Woche (Auswertung der zweiten Ebene)



Tabelle A.10 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option A)

Woche / KW		1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Ges.
Haupttätigkeit	Tätigkeit	40%	34%	39%	32%	29%	37%	44%	36%
Nebentätigkeit		11%	19%	21%	23%	24%	20%	23%	20%
zusätzl. Tätigkeit		1%	3%	1%	2%	1%	1%	0%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	10%	16%	12%	12%	18%	12%	6%	12%
störungsbedingt		25%	17%	8%	11%	12%	9%	12%	14%
erholungsbedingt		0%	3%	4%	6%	4%	6%	2%	4%
persönlich bedingt		13%	8%	15%	14%	13%	16%	14%	13%
Beurteilung pro Woche (Option A)		MITTEL			SCHLECHT		MITTEL	GUT	MITTEL

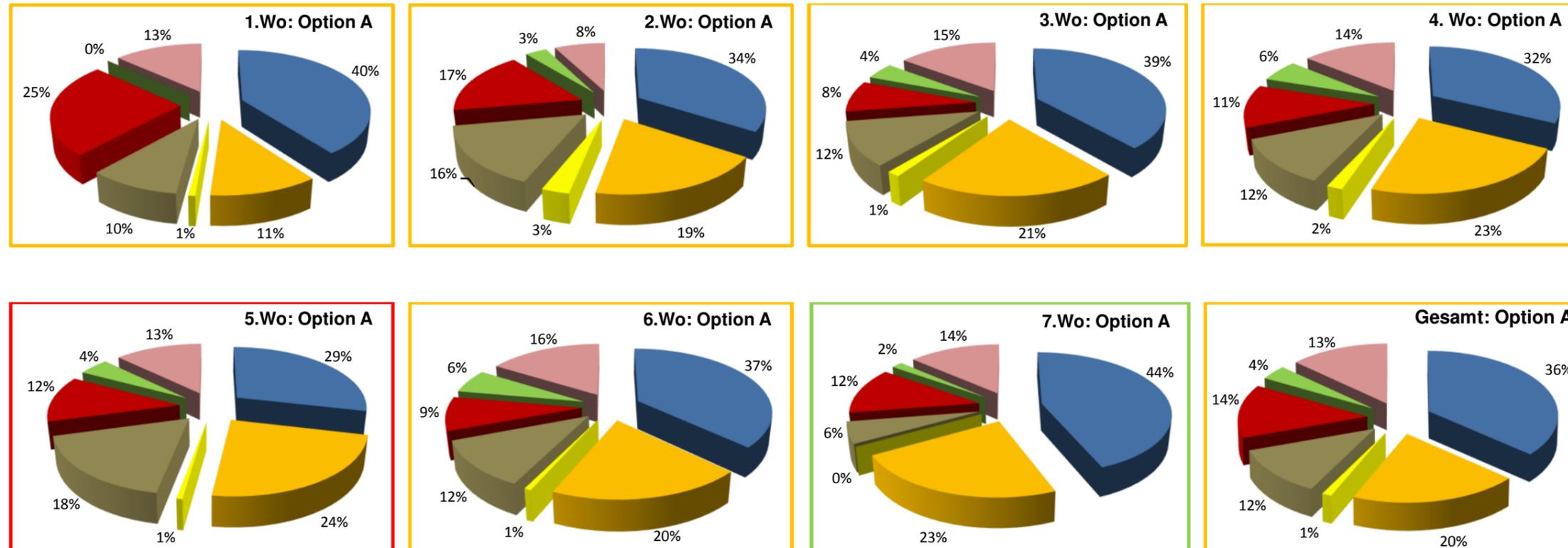


Bild A.8 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option A)



Tabelle A.11 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option B)

Woche / KW		1. / KW 20	2. / KW 21	3. / KW 22	4. / KW 23	5. / KW 24	6. / KW 25	7. / KW 26	Ges.
Haupttätigkeit	Tätigkeit	45%	40%	43%	35%	32%	41%	51%	41%
Nebentätigkeit		13%	22%	24%	24%	24%	20%	23%	21%
zusätzl. Tätigkeit		1%	4%	1%	2%	1%	1%	0%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	8%	17%	9%	10%	17%	11%	5%	11%
störungsbedingt		19%	5%	2%	8%	8%	4%	5%	7%
erholungsbedingt		0%	3%	4%	7%	5%	7%	2%	4%
persönlich bedingt		14%	9%	17%	15%	14%	17%	14%	14%
Beurteilung pro Woche (Option B)		GUT	MITTEL	GUT	MITTEL		GUT		GUT

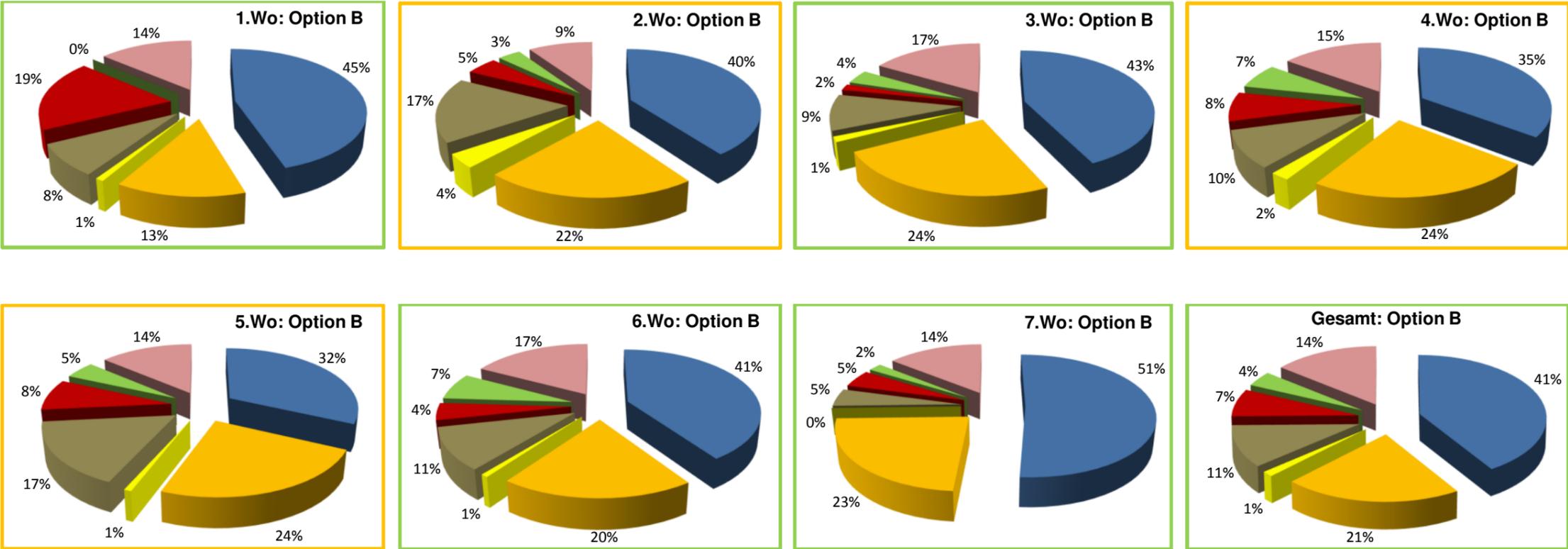


Bild A.9 Verteilung der Arbeitszeiten pro Woche nach Ablaufarten (Option B)

Tabelle A.12 Beurteilung der Arbeitstage nach Tätigkeiten (Option A)

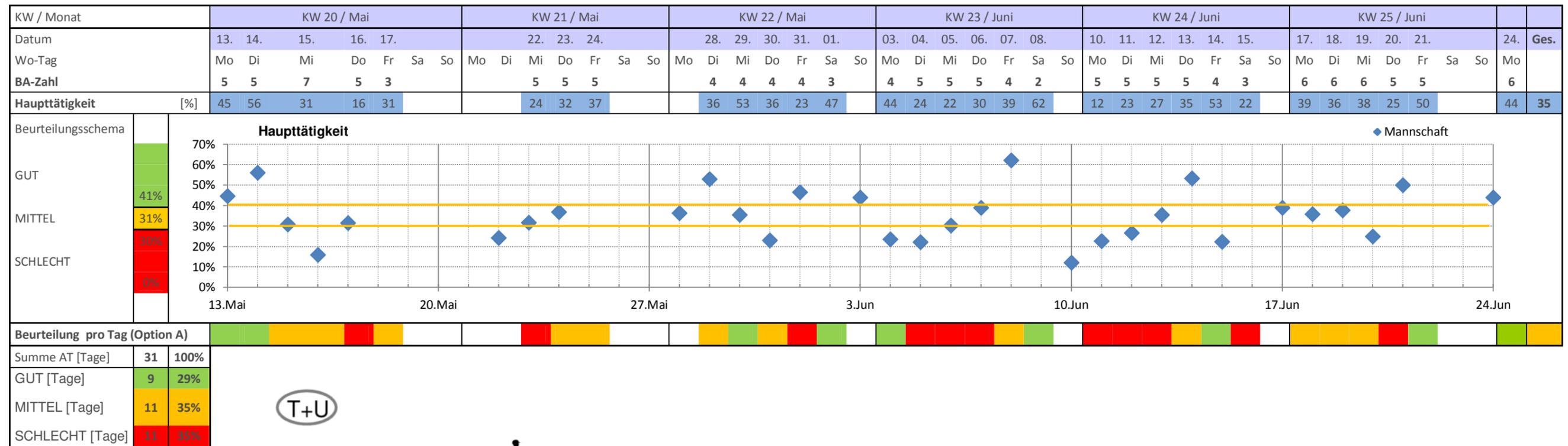


Tabelle A.13 Beurteilung der Arbeitstage nach Tätigkeiten (Option B)

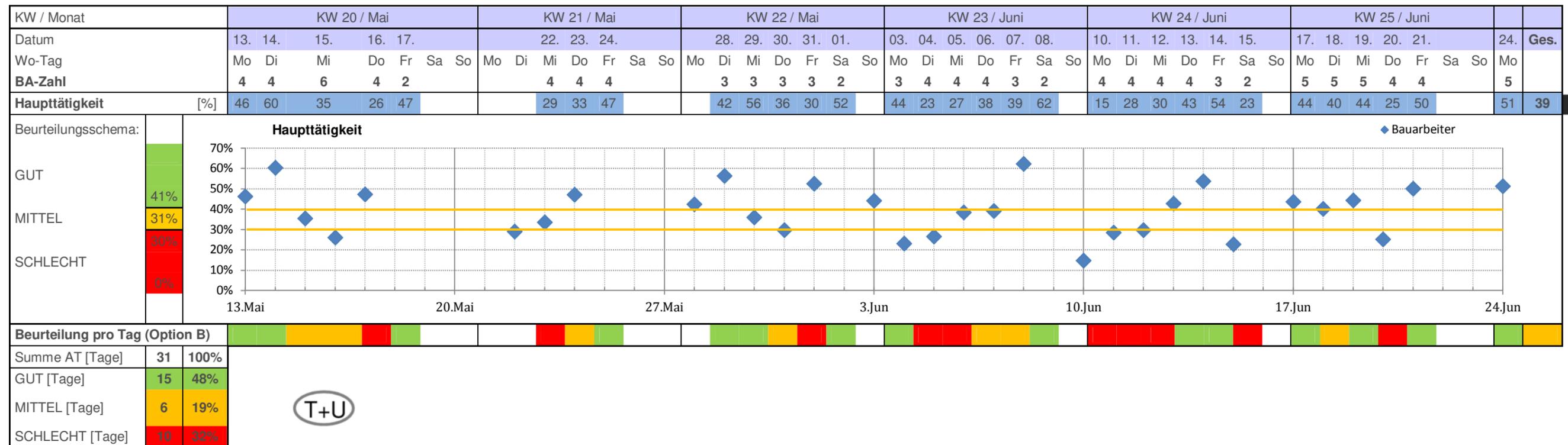




Tabelle A.14 Gesamte und tägliche Verteilung (in der zweiten Ebene) der Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)



KW / Monat		KW 20 / Mai							KW 21 / Mai							KW 22 / Mai							KW 23 / Juni							KW 24 / Juni							KW 25 / Juni								
Datum		13.	14.	15.	16.	17.			22.	23.	24.				28.	29.	30.	31.	01.		03.	04.	05.	06.	07.	08.		10.	11.	12.	13.	14.	15.		17.	18.	19.	20.	21.		24.	Ges.			
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	
BA-Zahl		5	5	7	5	3			5	5	5				4	4	4	4	3		4	5	5	5	4	2		5	5	5	5	4	3		6	6	6	5	5		6				
Haupttätigkeit	Tätigkeit [%]	45	56	31	16	31			24	32	37				36	53	36	23	47		44	24	22	30	39	62		12	23	27	35	53	22		39	36	38	25	50		44	35			
Nebentätigkeit		13	6	7	24	28			16	23	12				26	9	27	23	20		16	32	30	22	11	20		24	27	20	21	14	54		24	17	18	18	20		23	21			
zusätzl. Tätigkeit		0	1	1	0	2			5	3	0				0	0	5	0	1		1	5	2	0	1	0			2	1	0	0	0		0	0	2	1	0		0	1			
ablaufbedingt	Unterbrechung [%]	9	15	7	3	11			15	17	13				13	10	14	7	14		9	15	13	16	10	1		35	13	17	12	14	14		10	17	8	18	4		6	12			
störungenbedingt		21	8	39	41	23			20	12	14				9	13	2	11	6		6	6	15	15	15	1		13	20	15	11	2	4		7	9	12	8	5		12	13			
erholungsbedingt		0	0	0	0	0			1	1	7				3	2	3	13	2		6	7	4	5	9	6		2	5	2	9	5	4		4	10	6	3	5		2	4			
persönlich bedingt		12	14	14	16	5			19	13	16				13	13	14	23	11		19	12	14	12	17	10		14	12	18	12	12	2		14	11	17	27	16		14	14			
Beurteilung pro Tag (Option A)		[Color bars]							[Color bars]							[Color bars]							[Color bars]							[Color bars]															



Tabelle A.15 Gesamte und tägliche Verteilung (in der zweiten Ebene) der Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)



KW / Monat		KW 20 / Mai							KW 21 / Mai							KW 22 / Mai							KW 23 / Mai							KW 24 / Mai							KW 25 / Mai								
Datum		13.	14.	15.	16.	17.			22.	23.	24.				28.	29.	30.	31.	01.		03.	04.	05.	06.	07.	08.		10.	11.	12.	13.	14.	15.		17.	18.	19.	20.	21.		24.	Ges.			
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	Mo	
BA-Zahl		4	4	6	4	2			4	4	4				3	3	3	3	2		3	4	4	4	3	2		4	4	4	4	3	2		5	5	5	4	4		5				
Haupttätigkeit	Tätigkeit [%]	46	60	35	26	47			29	33	47				42	56	36	30	52		44	23	27	38	39	62		15	28	30	43	54	23		44	40	44	25	50		51	39			
Nebentätigkeit		16	7	8	36	33			18	28	12				31	11	29	33	16		14	34	34	24	11	20		26	31	21	18	13	55		25	17	17	18	20		23	23			
zusätzl. Tätigkeit		0	1	1	0	3			6	3	0				0	0	5	0	0		2	6	3	0	1	0		1	2	1	0	0	0		1	0	2	1	0		0	1			
ablaufbedingt	Unterbrechung [%]	8	12	6	3	10			13	20	14				10	11	10	5	13		7	14	9	10	10	1		35	10	16	8	15	14		8	15	7	18	4		5	11			
störungenbedingt		18	4	35	18	0			12	0	1				0	5	0	2	0		6	2	8	8	15	1		7	11	12	9	1	3		2	4	4	8	5		5	7			
erholungsbedingt		0	0	0	0	0			1	1	7				3	3	4	5	3		7	8	4	6	9	6		2	5	2	8	5	3		5	12	7	3	5		2	4			
persönlich bedingt		12	15	14	18	7			22	14	18				13	15	16	24	16		20	13	15	13	17	10		14	13	18	13	12	2		15	12	18	27	16		14	15			
Beurteilung pro Tag (Option B)		[Color bars]							[Color bars]							[Color bars]							[Color bars]							[Color bars]															

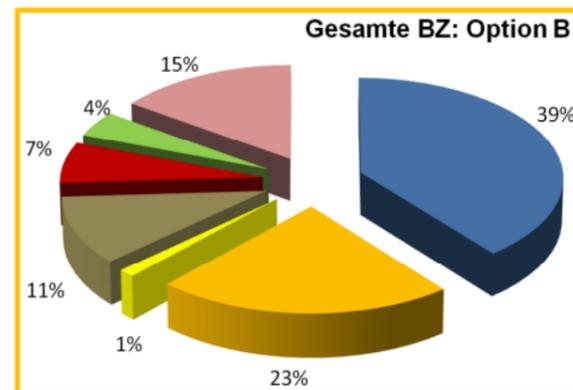
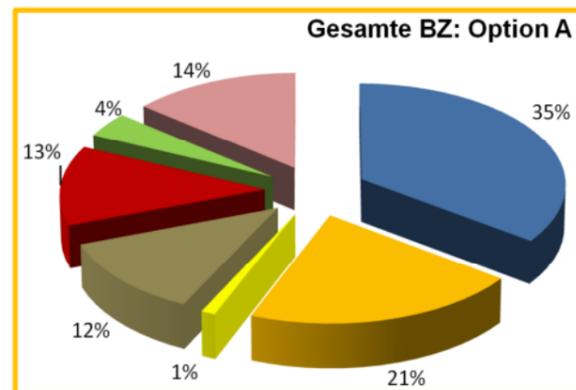


Bild A.10 Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (in der zweiten Ebene) für die gesamte Bauzeit (Option A und Option B)

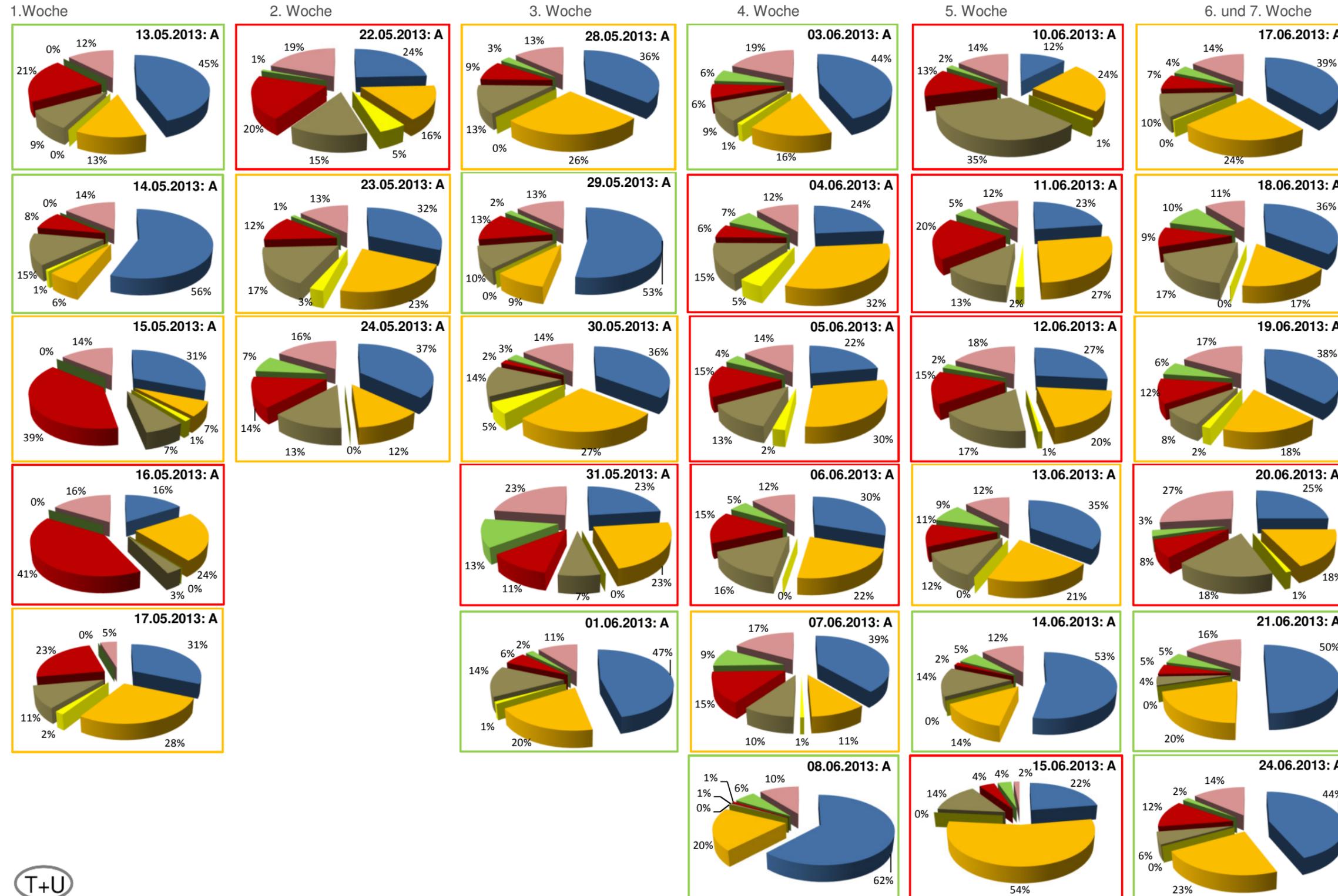


Bild A.11 Tägliche Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (in der zweiten Ebene) (Option A)



Anhang 1 – Verteilungen der Arbeitszeit und ihrer Beurteilung

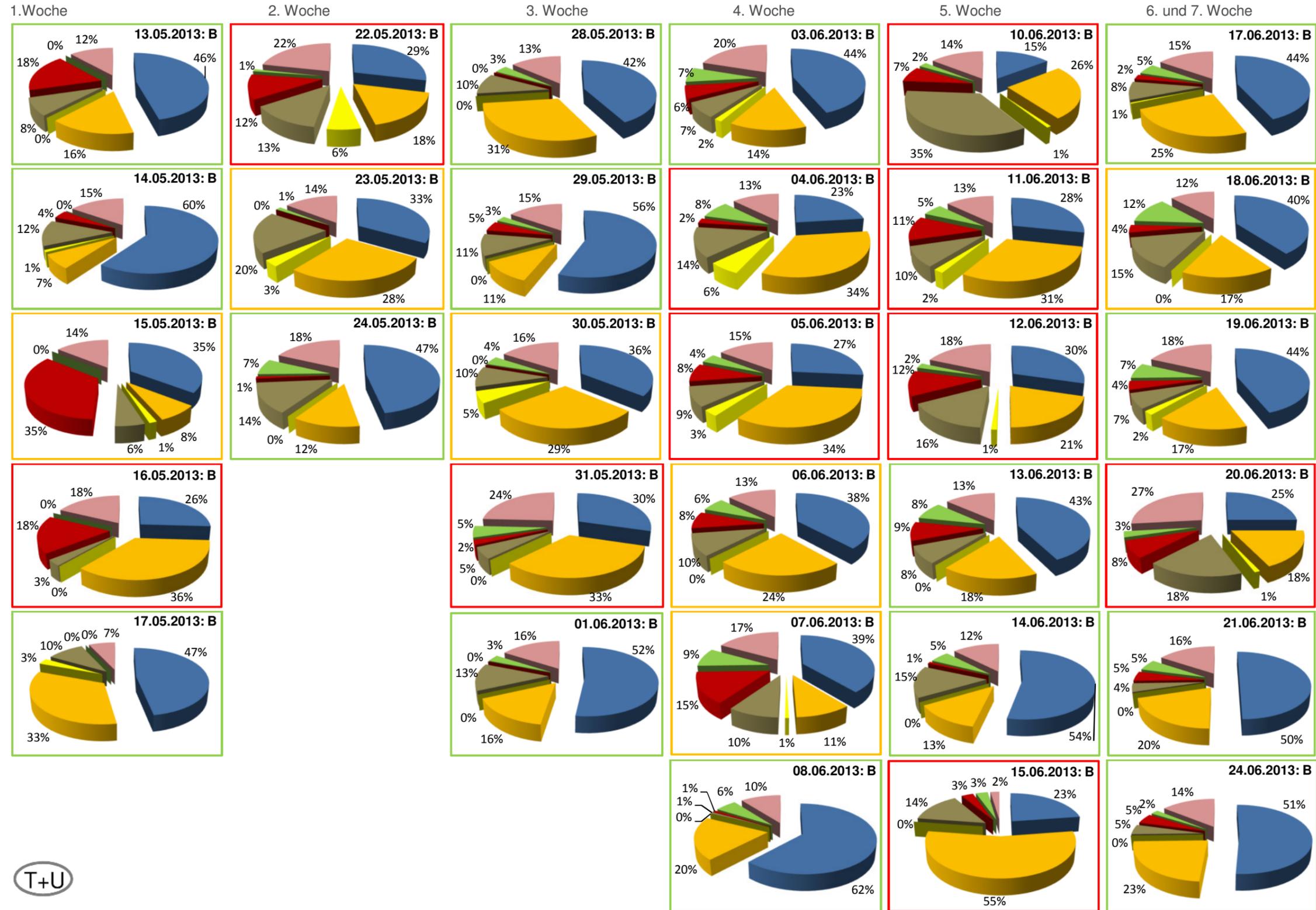


Bild A.12 Tägliche Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen (in der zweiten Ebene) (Option B)





Tabelle A.16 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 1.Woche (Option A)

KW / Monat		20 KW / Mai						
Datum		13.	14.	15.	16.	17.	Sa	So
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr		
BA- Zahl		5	5	7	5	3		
Baustelleneinrichtung	Haupttätigkeit	11%	0%	17%	0%	0%		
Site Induction		20%	0%	10%	0%	0%		
Schwelle EG		14%	56%	4%	16%	31%		
allg. Arbeitsvorbereitung	Nebentätigkeit	2%	5%	1%	16%	23%		
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen		1%	2%	0%	9%	6%		
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		10%	0%	6%	0%	0%		
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	1%	1%	0%	2%		
ablaufbedingt	Unterbrechung	9%	14%	7%	3%	11%		
störungsbedingt		21%	8%	39%	40%	22%		
erholungsbedingt		0%	0%	0%	0%	0%		
eigene Pause		4%	7%	1%	7%	5%		
vorgegebene Pause		8%	6%	13%	10%	0%		
Beurteilung pro Tag (Option A)								

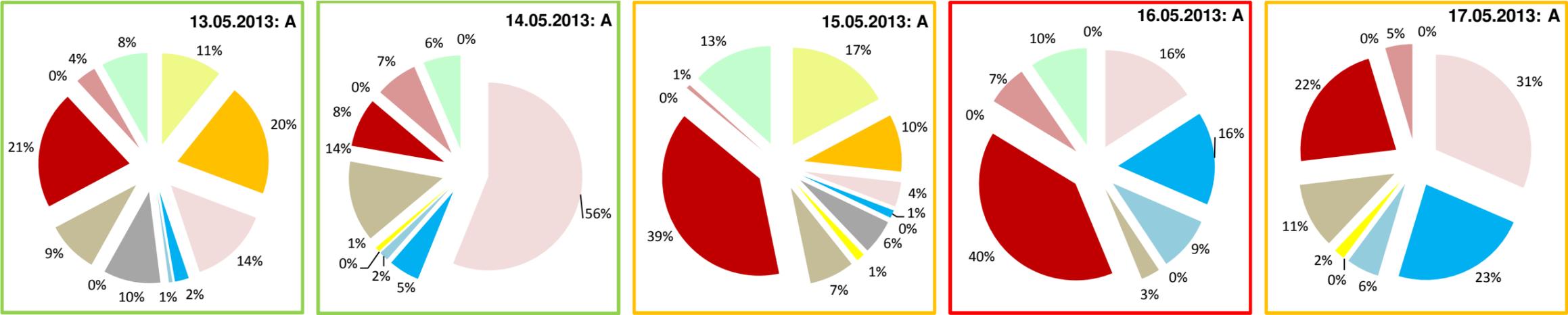


Bild A.13 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 1.Woche (Option A)





Tabelle A.17 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 2.Woche (Option A)



KW / Monat		KW 21 / Mai						
Datum		22. 23. 24.						
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
BA-Zahl								
		5 5 5						
Schwelle EG	Haupttätigkeit	1% 7% 3%						
Wand EG		16% 24% 29%						
Stützen EG		0% 0% 1%						
Unterzüge EG		0% 1% 4%						
Baustelle reinigen		7% 0% 0%						
allg. Arbeitsvorbereitung	Nebentätigkeit	3% 4% 8%						
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen		5% 7% 8%						
Transport entladen, Airbag, zwischenlagern		11% 12% 0%						
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	5% 3% 0%						
ablaufbedingt	Unterbrechung	12% 17% 13%						
störungsbedingt		20% 12% 13%						
erholungsbedingt		1% 1% 5%						
eigene Pause		10% 5% 5%						
vorgegebene Pause		9% 8% 11%						
Beurteilung pro Tag (Option A)		[Red bar] [Yellow bar]						

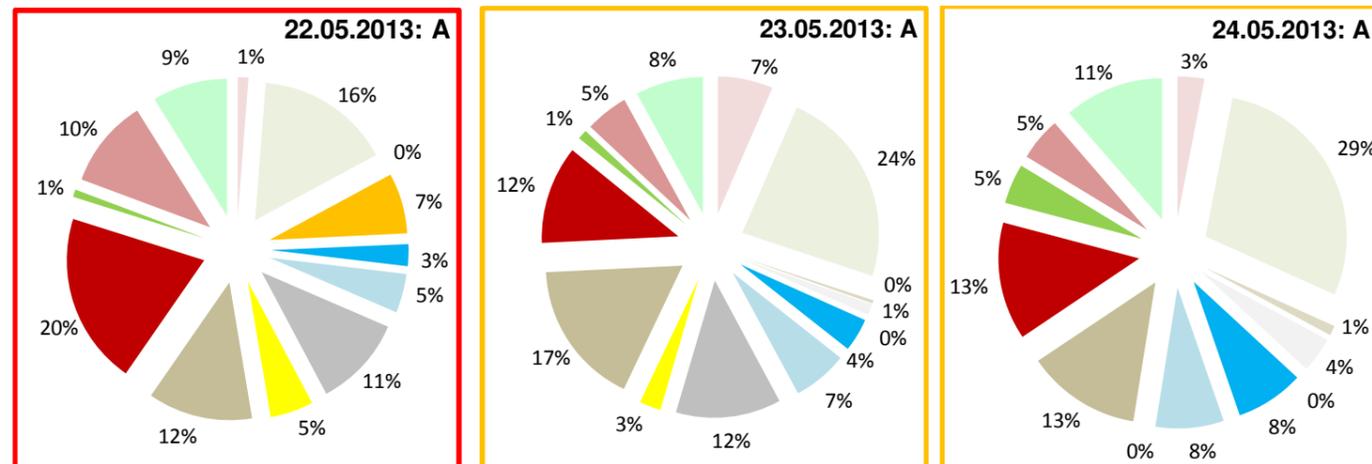


Bild A.14 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 2.Woche (Option A)





Tabelle A.18 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 3.Woche (Option A)



KW / Monat		KW 22 / Mai						
Datum		28.	29.	30.	31.	01.		
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
BA-Zahl		4	4	4	4	3		
Baustelleneinrichtung	Haupttätigkeit	0%	0%	2%	0%	0%		
Site Induction		0%	0%	0%	0%	0%		
Schwelle EG		12%	8%	0%	0%	0%		
Wand EG		23%	15%	4%	10%	0%		
Stützen EG		0%	1%	0%	0%	0%		
Unterzüge EG		1%	5%	0%	0%	0%		
Montage Easi Edge Decke über EG		0%	9%	12%	4%	22%		
Montage Decke über EG		0%	12%	17%	7%	22%		
Demontage Easi Edge Decke über EG		0%	3%	1%	1%	3%		
Baustelle reinigen		0%	0%	0%	0%	0%		
allg. Arbeitsvorbereitung	Nebentätigkeit	6%	4%	3%	5%	8%		
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen		10%	6%	13%	18%	10%		
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		10%	0%	11%	2%	6%		
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	5%	0%	1%		
ablaufbedingt	Unterbrechung	13%	10%	14%	6%	14%		
störungsbedingt		9%	12%	2%	11%	6%		
erholungsbedingt		3%	2%	3%	13%	2%		
eigene Pause		5%	5%	6%	15%	6%		
vorgegebene Pause		8%	7%	8%	7%	0%		
Beurteilung pro Tag (Option A)								

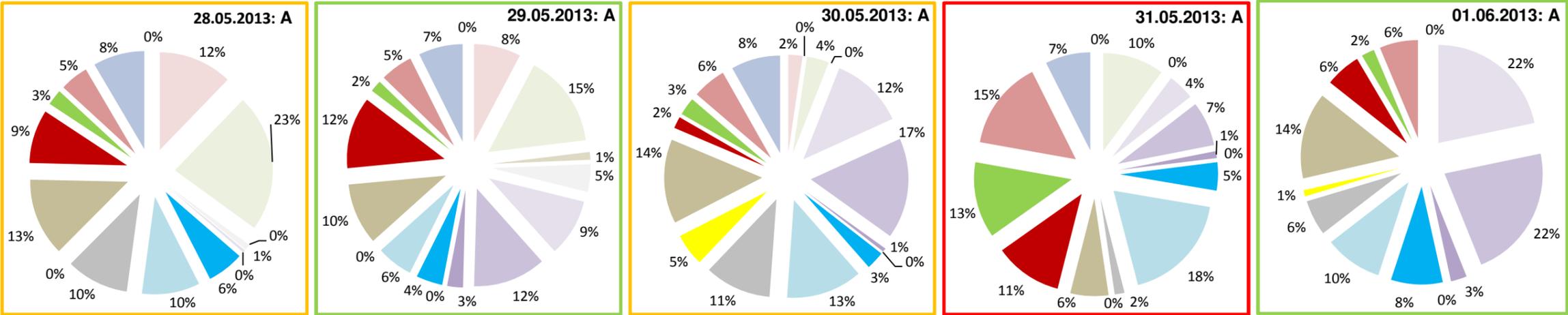


Bild A.15 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 3.Woche (Option A)



Tabelle A.19 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 4.Woche (Option A)



KW / Monat		KW 23 / Juni						
Datum		03.	04.	05.	06.	07.	08.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
BA-Zahl		4	5	5	5	4	2	
Schwelle EG	Haupttätigkeit	0%	0%	0%	1%	0%	0%	
Wand EG		8%	0%	0%	0%	0%	0%	
Stützen EG		0%	1%	3%	0%	0%	18%	
Unterzüge EG		0%	2%	3%	0%	0%	0%	
Montage Decke ü. EG		11%	1%	0%	0%	0%	0%	
Montage Easi Edge Decke über EG		4%	2%	0%	0%	0%	0%	
Verschraubung Decke über EG		0%	1%	0%	0%	0%	0%	
Demontage Easi Edge Decke über EG		1%	1%	0%	0%	0%	0%	
Schwelle OG		19%	7%	1%	0%	0%	8%	
Wand OG		0%	9%	15%	25%	5%	0%	
Stützen OG		0%	0%	0%	0%	0%	5%	
Verschraubung AW-IW OG		0%	0%	0%	0%	5%	0%	
Löcher verschließen / Fugen verkleben		0%	0%	0%	3%	15%	3%	
Baustelle reinigen		0%	0%	0%	0%	13%	28%	
allg. Arbeitsvorbereitung	Nebentätigkeit	4%	5%	5%	1%	4%	3%	
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen		11%	19%	14%	20%	6%	17%	
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	8%	10%	1%	0%	0%	
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	1%	5%	2%	0%	1%	0%	
ablaufbedingt	Unterbrechung	9%	15%	13%	16%	10%	1%	
störungsbedingt		6%	6%	8%	15%	15%	1%	
erholungsbedingt		6%	7%	3%	5%	9%	6%	
eigene Pause		10%	3%	14%	4%	6%	10%	
vorgegebene Pause		9%	8%	8%	7%	11%	0%	
Beurteilung pro Tag (Option A)								

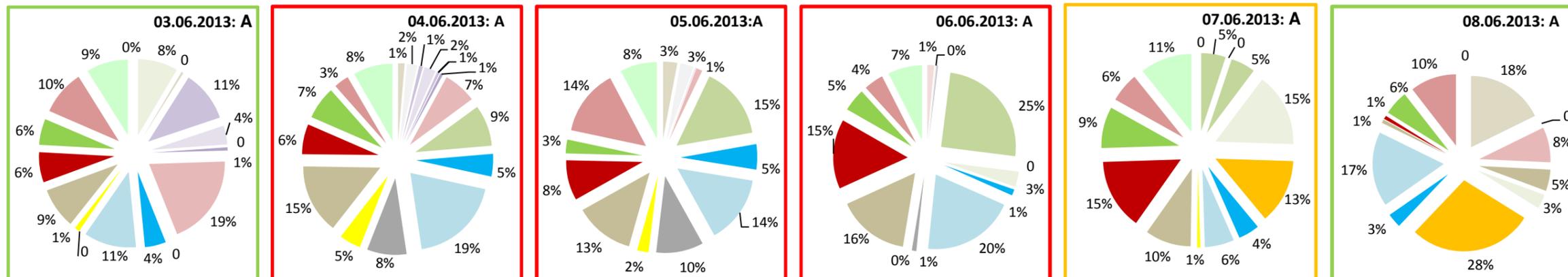


Bild A.16 Verteilung der Arbeitszeiten pro Tag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 4.Woche (Option A)





Tabelle A.20 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 5.Woche (Option A)

KW / Monat		KW 24 / Juni						
Datum		10.	11.	12.	13.	14.	15.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
BA-Zahl		5	5	5	5	4	3	
Decke über EG	Haupttätigkeit	1%	1%	0%	0%	0%	0%	
Demontage Easi Edge Decke über EG		0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Stützen OG		0%	0%	0%	0%	8%	0%	
Wand OG		9%	5%	1%	1%	7%	0%	
Unterzug OG		0%	1%	2%	0%	0%	0%	
Decke über OG		0%	0%	4%	1%	12%	0%	
Montage Easi Edge		0%	0%	0%	6%	7%	0%	
Verschraubung Decke über EG		0%	0%	0%	0%	10%	15%	
Demontage Easi Edge Decke über EG		0%	0%	0%	10%	5%	3%	
Sparren Dach		0%	8%	0%	0%	0%	5%	
Dachplatte CLT		0%	0%	8%	0%	0%	0%	
Montage Easi Edge Dach		0%	0%	0%	4%	1%	0%	
Stiegenloch / Einnetzen		1%	1%	0%	0%	0%	0%	
Vormontage Stufen / Laufplatte		0%	3%	0%	0%	0%	0%	
Montage Stiege / Podest		0%	3%	9%	1%	0%	0%	
Löcher verschließen / Fugen verkleben		0%	1%	0%	3%	3%	0%	
Baustelle reinigen		0%	0%	2%	8%	0%	0%	
allg. Arbeitsvorbereitung	Nebentätigkeit	2%	5%	4%	3%	1%	0%	
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen		13%	18%	11%	16%	12%	31%	
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		8%	3%	1%	0%	0%	0%	
Paletten mit Gipskarton und Profilen		0%	1%	0%	0%	0%	0%	
Holzplattenverkleidung Boden 2.OG		0%	0%	0%	0%	0%	23%	
Hilfskonstruktion DOKA-Plattform montieren		0%	0%	6%	0%	0%	0%	
Rechnung für Kleinteile bezahlen		0%	0%	0%	2%	0%	0%	
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	1%	2%	1%	0%	0%	0%	
ablaufbedingt	Unterbrechung	35%	12%	16%	12%	14%	14%	
störungsbedingt		13%	20%	15%	11%	2%	4%	
erholungsbedingt		2%	5%	2%	9%	5%	4%	
eigene Pause		3%	3%	6%	4%	2%	2%	
vorgegebene Pause		10%	8%	11%	8%	10%	0%	
Beurteilung pro Tag (Option A)								

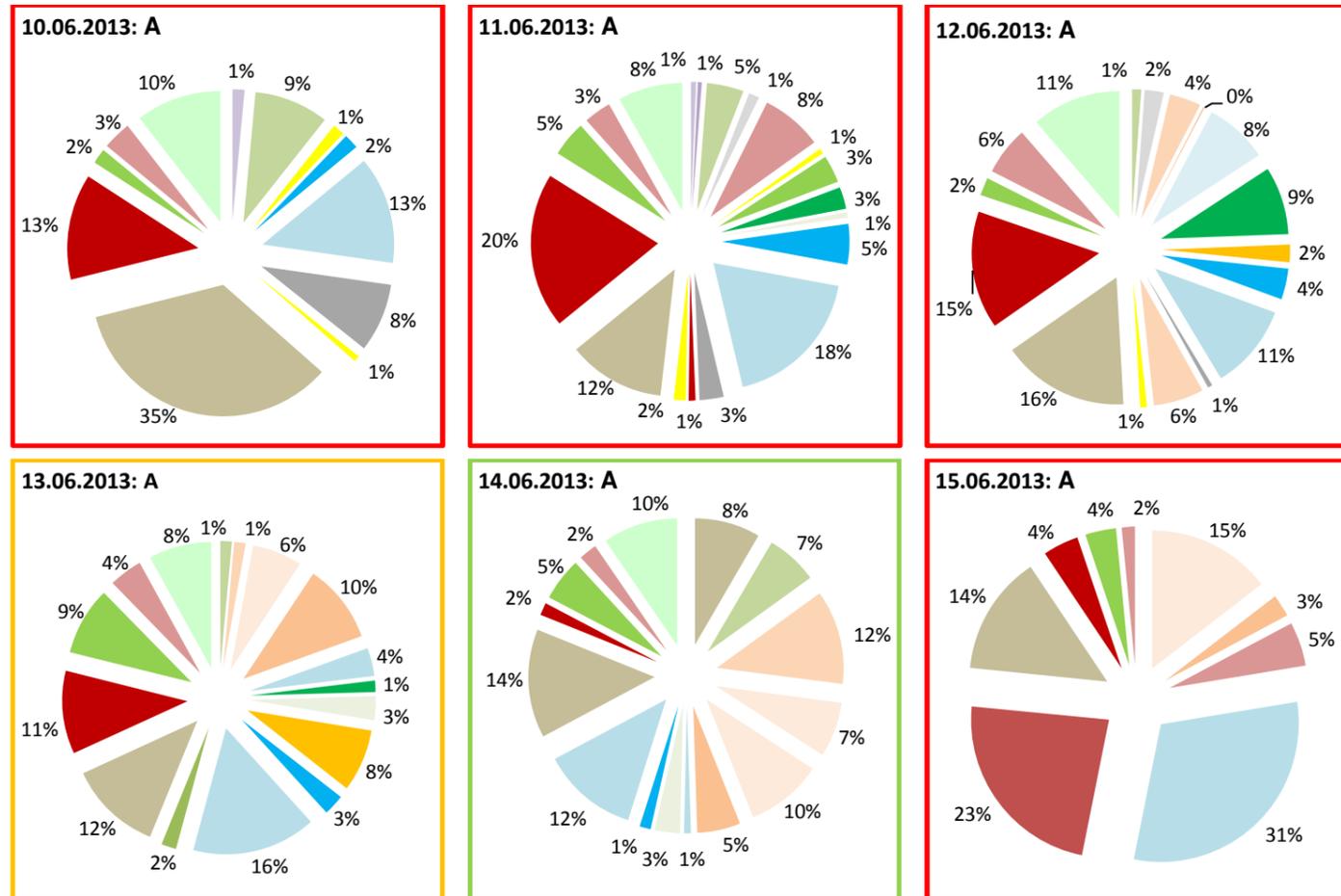


Bild A.17 Verteilung der Arbeitszeiten pro Tag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 5.Woche (Option A)





Tabelle A.21 Verteilung der Arbeitszeiten pro Trag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 6. und 7.Woche (Option A)



KW / Monat		KW 25 / Juni						
Datum		17.	18.	19.	20.	21.		24.
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
BA-Zahl		6	6	6	5	5		6
Demontage Easi Edge OG	Haupttätigkeit	2%	0%	2%	0%	0%		0%
Wand OG		10%	3%	4%	0%	2%		0%
Stützen OG Kehl Supp.		0%	1%	1%	0%	0%		0%
Unterzug Dach		9%	4%	0%	0%	0%		0%
Sparen Dach		0%	1%	8%	7%	11%		3%
Stützen Dach, Supp. Grat		0%	0%	0%	0%	2%		0%
Grat Kehl Dach		0%	2%	0%	0%	3%		0%
Montage Easi Edge Dach		11%	8%	10%	4%	0%		15%
Dachplatten Montage		3%	4%	5%	11%	0%		12%
Dachplatten Verschraubung		0%	0%	0%	0%	3%		1%
Demontage Easi Edge Dach		0%	0%	0%	0%	6%		5%
Vormontage Stufen		2%	1%	0%	0%	0%		0%
Montage Stiege		0%	10%	0%	0%	0%		0%
Löcher verschließen / Fugen verkleben		1%	1%	3%	0%	1%		0%
Snaggig		0%	0%	1%	0%	10%		0%
Baustelle reinigen		0%	0%	4%	3%	12%		8%
allg. Arbeitsvorbereitung		Nebentätigkeit	4%	5%	5%	1%	5%	
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	15%		10%	14%	6%	11%		14%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern	4%		2%	2%	6%	4%		5%
DOKA Plattform demontieren	0%		0%	0%	0%	0%		2%
Lüftungszentrale hinaufbringen	1%		1%	0%	0%	0%		0%
Paletten mit Gipskarton und Profilen	1%		0%	0%	4%	1%		0%
Zaun, Sicherungen montieren	0%	0%	0%	2%	0%		0%	
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	2%	1%	0%		0%
ablaufbedingt	Unterbrechung	10%	17%	6%	18%	4%		5%
störungsbedingt		7%	9%	11%	8%	5%		12%
erholungsbedingt		4%	10%	6%	3%	5%		2%
eigene Pause		3%	3%	7%	15%	2%		4%
vorgegebene Pause		11%	7%	10%	11%	13%		10%
Beurteilung pro Tag (Option A)								

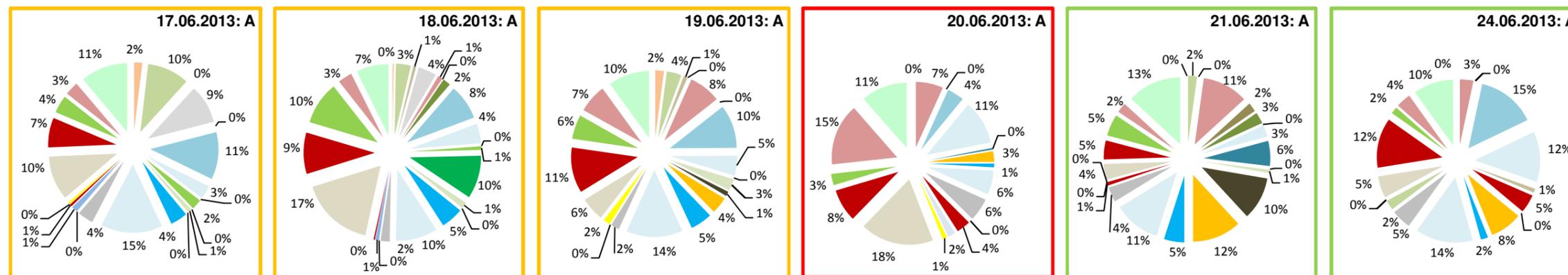


Bild A.18 Verteilung der Arbeitszeiten pro Tag (in der dritten Ebene) nach Tätigkeiten – 6. und 7.Woche (Option A)



A.2 Anhang 2 – Aufwandswerte

A.2.1 Definitionen

Aufwandswert AW ³⁵⁵

$$\text{Aufwandswert} = \text{Arbeitsaufwand} / \text{Verrechnungseinheiten} \quad [\text{Std} / \text{VE}]$$

z. B. $AW = 8,0 \text{ Std} / 16 \text{ m}^2 = 0,50 \text{ Std/m}^2$

Lohnstunde STD und Zeitstunde h

$$\text{Lohnstunde} = \text{Arbeitskraft} \times \text{Zeitstunde} \quad \text{STD} = \text{AK} \times \text{h}$$

z. B. $AW = 0,50 \text{ Std/m}^2$ in Lohnstunden kann bedeuten:

1 Mann:

$$1 [\text{Std/h}] = 0,50 / 1,0 [(\text{Std/m}^2) / (\text{Std/h})] = 0,50 [\text{h/m}^2] \text{ in Zeitstunden}$$

Preis (MLP 30€/Std): $0,50 \text{ Std/m}^2 \times 30 \text{ €/Std} = 15 \text{ €/m}^2$

2 Mann:

$$2 [\text{Std/h}] = 0,50 / 2,0 [(\text{Std/m}^2) / (\text{Std/h})] = 0,25 [\text{h/m}^2] \text{ in Zeitstunden}$$

Preis (MLP 30 €/Std): $0,25 \text{ Std/m}^2 \times 2 \text{ Std/h} \times 30 \text{ €/Std} = 15 \text{ €/m}^2$

AW Netto

Arbeitsaufwand = Haupttätigkeit [Std]

AW Brutto

Arbeitsaufwand = Tätigkeiten + Unterbrechungen =

= Haupttätigkeit + Nebentätigkeit + zusätzliche Tätigkeit + Unterbrechung [Std]

³⁵⁵ HECK.D; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftslehre VU (Master). Skriptum. S. 233

Optionen für die Beurteilung T+U

mit und ohne Vorarbeiter:

- Option A: Monteure und Vorarbeiter (gesamte Mannschaft)
- Option B: Monteure ohne Vorarbeiter (Bauarbeiter)



Gesamte BZ und Tage der Haupttätigkeit:

- Variante 1: alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag
- Variante 2: alle Tätigkeiten die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen
- 2a – Montage
- 2b – Montage + ergänzende Tätigkeiten
- Variante 3: wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen

Untersuchte Bauteile:

Schwelle EG und OG

Wand EG, OG und Technik

Decke über EG, OG (Technik) und Dachplatten

Brettschichtholz BSH

Treppe (2 Stück)

Tabelle A.22 Bauelemente - Massen

Schwelle EG	309,10			6,04		1,0%		
Stützen EG	28,30	388,60	[m]	1,04		0,2%		
Unterzüge EG	51,20			5,84	[m³]	1,0%	52,6%	EG
Wand EG	975,94	1.776,05	[m²]	103,27		17,7%		
Decke über EG	800,11			190,40		32,7%		
Schwelle OG	194,60		[m]	2,77		0,5%		
Stützen OG	18,20	233,70	[m]	1,37		0,2%		
Unterzüge OG+DG	20,90		[m]	1,76	[m³]	0,3%	25,7%	OG
Wand OG	955,74	1.250,30	[m²]	103,09		17,7%		
Wand DG (Technik)	169,45			23,4		4,0%		
Decke über OG (Technik)	125,10			17,5		3,0%		
Sparren Dach	211,00	242,50	[m]	7,80		1,3%		
Stützen Dach	6,80		[m]	0,33	[m³]	0,1%	21,7%	Dach
Grat Kehl Dach	24,70		[m]	2,00		0,3%		
Dachplatte CLT	1.061,65	1.061,65	[m²]	116,37		20,0%		
				582,98	[m³]	100%	100%	

A.2.2 Schwellen EG und OG

Tabelle A.23 Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)



KW / Monat		20-21-22-23 KW / Mai + Juni 2013												Ges
Datum		13.	14.	15.	16.	17.	22.	23.	24.	28.	29.	5.	6.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mi	Do	Fr	Di	Mi	Mi	Do	
BA-Zahl		5	5	6	5	3	5	5	5	4	4	5	5	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	74%	64%	7%	21%		41%	88%	71%	33%	41%	82%	0%	40%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	0%	2%	0%	12%		7%	0%	3%	12%	15%	5%	0%	5%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	0%	10%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	1%	2%	0%		2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	6%	16%	13%	4%		14%	0%	3%	27%	21%	5%	2%	12%
störungsbedingt		18%	10%	67%	53%		29%	13%	22%	16%	13%	7%	78%	33%
erholungsbedingt		0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	2%	3%	0%	14%	1%
eigene Pause		2%	8%	1%	9%		6%	0%	0%	10%	6%	2%	6%	5%
Beurteilung pro Tag (Option A)		[Color-coded bar chart showing daily assessment]												

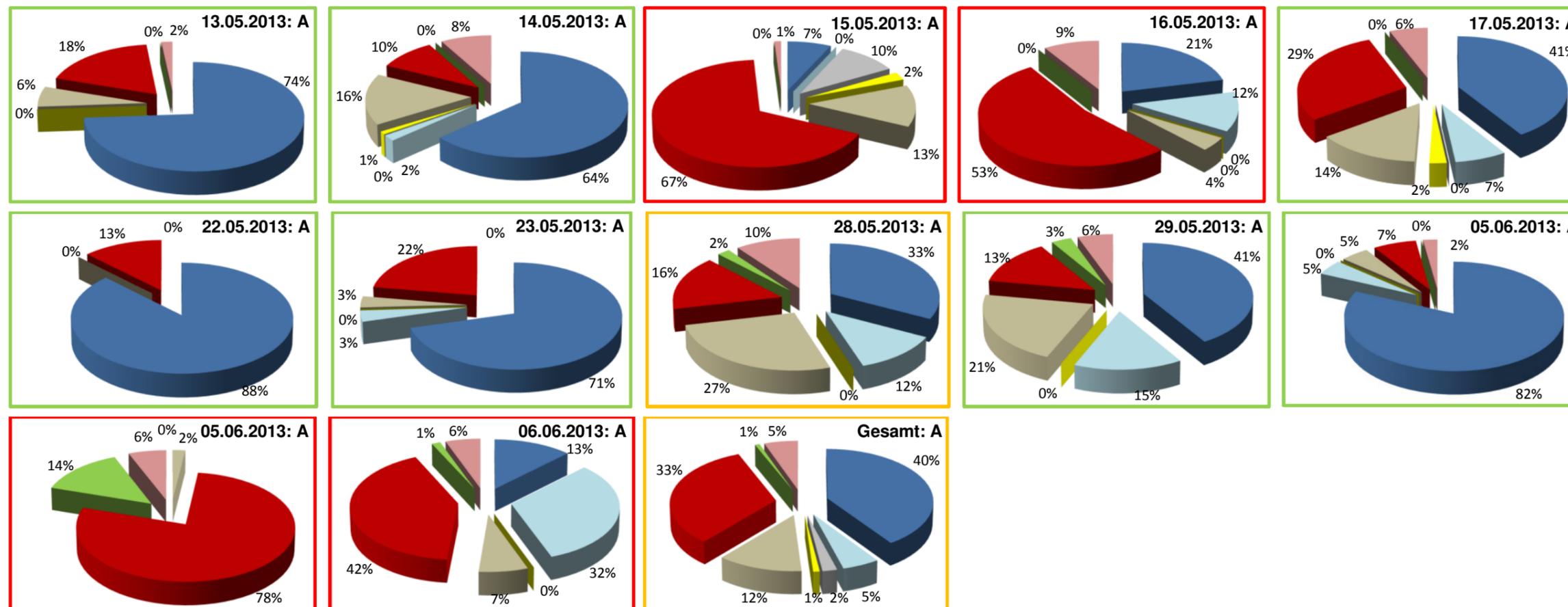


Bild A.19 Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)



Tabelle A.24 Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)

KW / Monat		20-21-22-23 KW / Mai + Juni 2013												Ges
Datum		13.	14.	15.	16.	17.	22.	23.	24.	28.	29.	5.	6.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mi	Do	Fr	Di	Mi	Mi	Do	
BA-Zahl		4	4	5	4	2	4	4	4	3	3	4	4	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	81%	68%	7%	38%	63%	88%	89%	42%	55%	83%	0%	13%	45%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit		2%	0%	19%	11%	0%	11%	17%	21%	4%	0%	32%	7%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern			0%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	1%	3%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	5%	14%	10%	4%	13%	0%	0%	25%	9%	4%	2%	7%	11%
störungsbedingt		12%	4%	66%	26%	0%	13%	0%	0%	1%	4%	78%	42%	26%
erholungsbedingt		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	5%	0%	14%	1%	1%
eigene Pause		2%	10%	1%	13%	9%	0%	0%	14%	8%	4%	6%	6%	7%
Beurteilung pro Tag (Option B)														

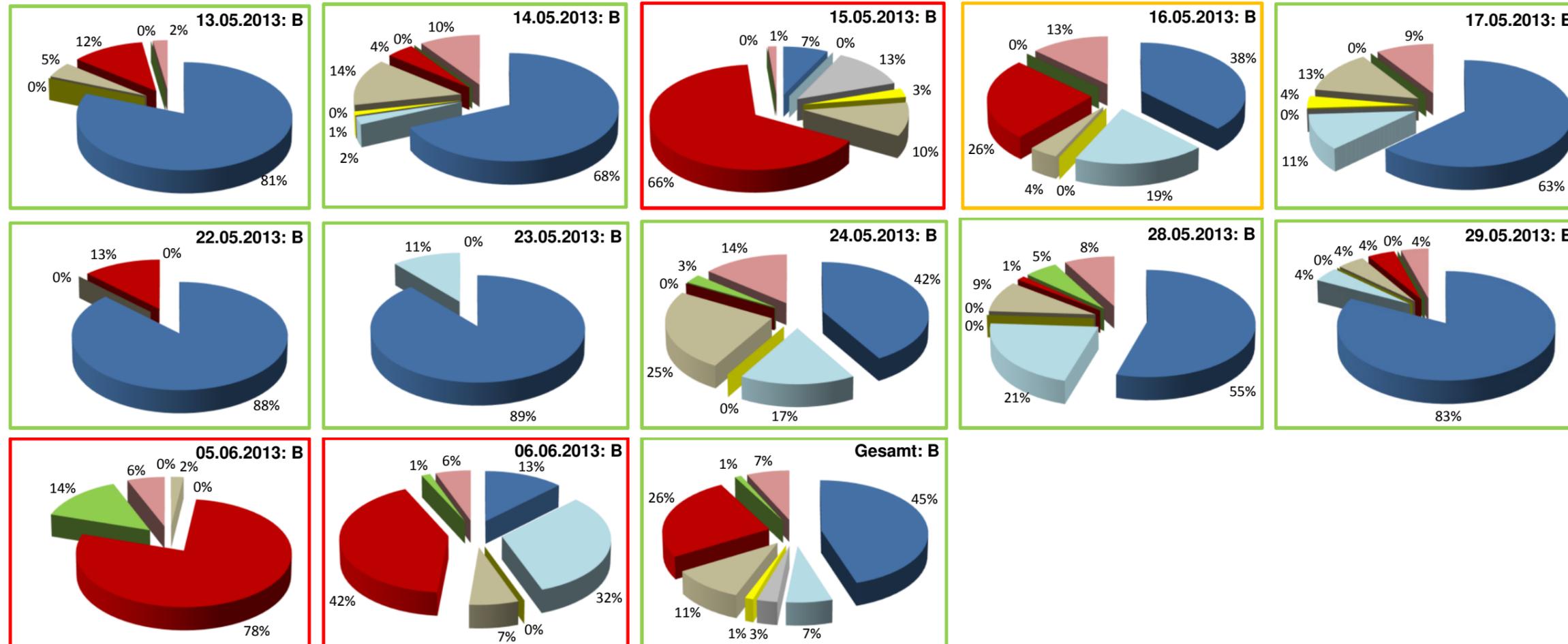


Bild A.20 Schwelle EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)



Tabelle A.25 Schwelle EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)

KW / Monat		20-21-22-23 KW / Mai + Juni 2013												Ges.
Datum		13.Mai	14.Mai	15.Mai	16.Mai	17.Mai	22.Mai	23.Mai	24.Mai	28.Mai	29.Mai	5.Jun	6.Jun	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mi	Do	Fr	Di	Mi	Mi	Do	
BA-Zahl		5	5	6	5	3	5	5	5	4	4	5	5	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	74%	64%	7%	21%	41%	88%	71%	33%	41%	82%	0%	13%	40%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	0%	2%	0%	12%	7%	0%	3%	12%	15%	5%	0%	32%	5%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	0%	12%	11%	4%	10%	0%	3%	24%	21%	5%	2%	7%	10%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		6%	3%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%
Vorbereitung des AG, Kranstehzeit, LKW Ankunft, Wartezeit		0%	1%	2%	1%	1%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	1%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	8%	5%	46%	53%	29%	13%	22%	16%	6%	5%	0%	0%	21%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		3%	1%	21%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	2%	0%	0%	6%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		7%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	78%	42%	6%
Wartezeit	Erholungsbedingt	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	3%	0%	14%	1%	1%
eigene Pause	Persönlich bedingt	2%	8%	1%	9%	6%	0%	0%	10%	6%	2%	6%	6%	5%
Beurteilung pro Tag (Option A)														



Tabelle A.26 Schwelle EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)

KW / Monat		20-21-22-23 KW / Mai + Juni 2013												Ges.
Datum		13.Mai	14.Mai	15.Mai	16.Mai	17.Mai	22.Mai	23.Mai	24.Mai	28.Mai	29.Mai	5.Jun	6.Jun	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mi	Do	Fr	Di	Mi	Mi	Do	
BA-Zahl		4	4	5	4	2	4	4	4	3	3	4	4	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	81%	68%	7%	38%	63%	88%	89%	42%	55%	83%	0%	13%	45%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	0%	2%	0%	19%	11%	0%	11%	17%	21%	4%	0%	32%	7%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	0%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	0%	11%	8%	3%	11%	0%	0%	22%	9%	4%	2%	7%	8%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		5%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Vorbereitung des AG, Kranstehzeit, LKW Ankunft, Wartezeit		0%	1%	2%	1%	2%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	1%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	0%	2%	45%	26%	0%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		5%	1%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	6%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		7%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	78%	42%	7%
Wartezeit	Erholungsbedingt	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	5%	0%	14%	1%	1%
eigene Pause	Persönlich bedingt	2%	9%	1%	13%	9%	0%	0%	14%	8%	4%	6%	6%	7%
Beurteilung pro Tag (Option B)														

Option A 

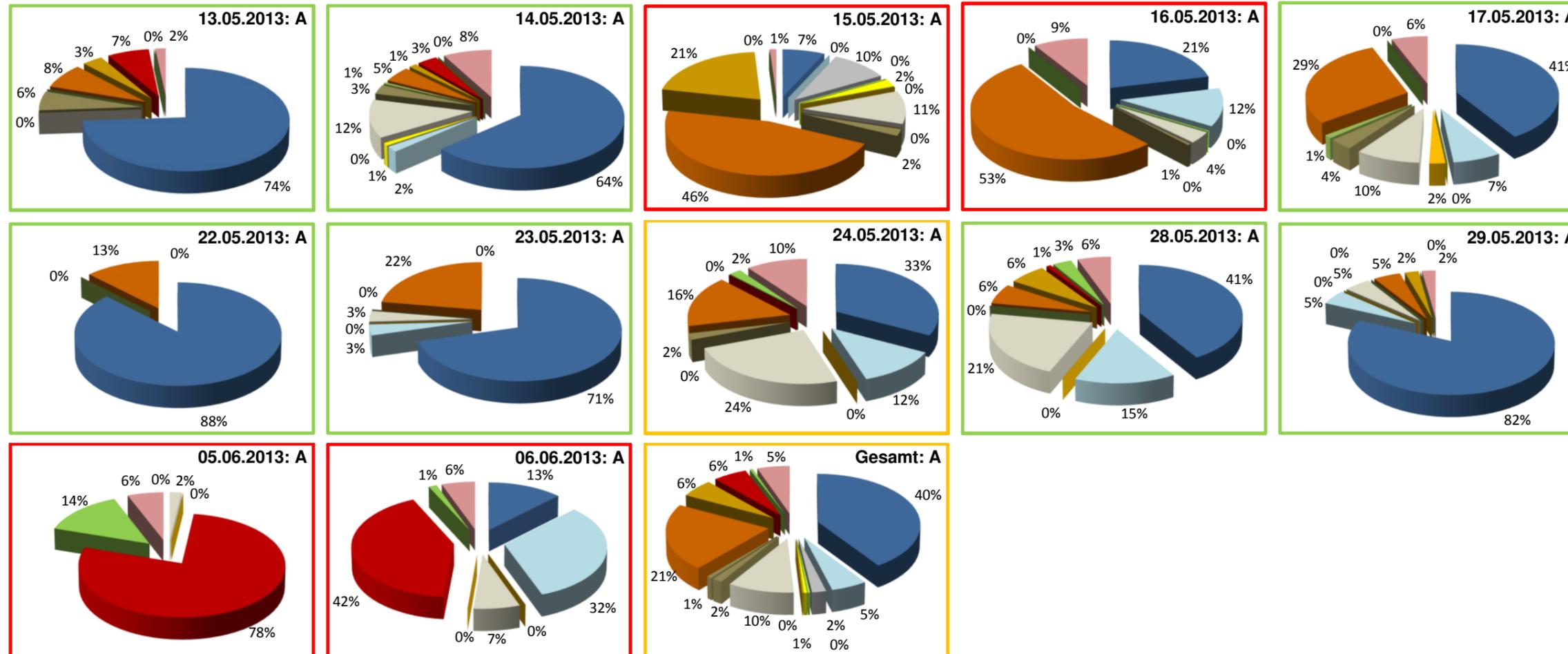


Bild A.21 Schwelle EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)

Montage Schwellen im EG

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <40%

Beurteilung der Arbeitstage (Variante 1 - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

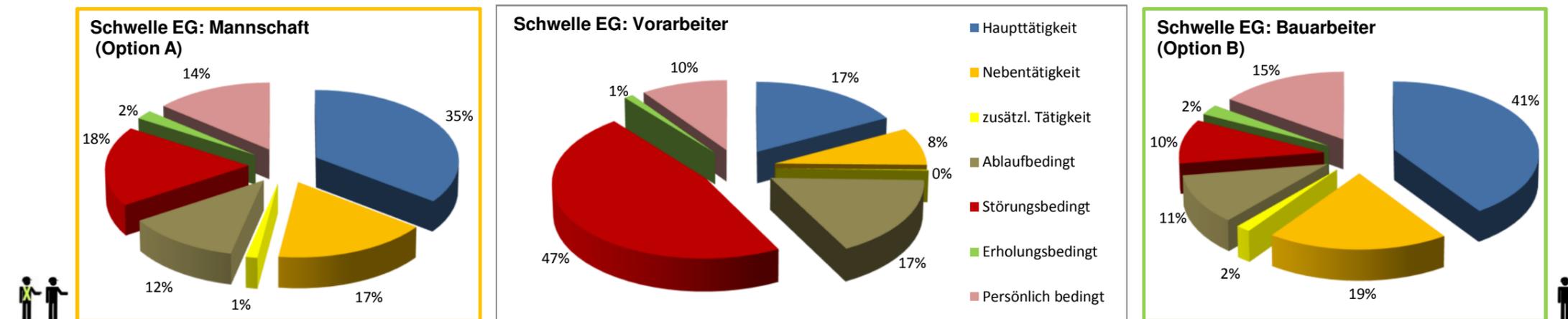


Bild A.23 Schwelle EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (Variante 2 - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

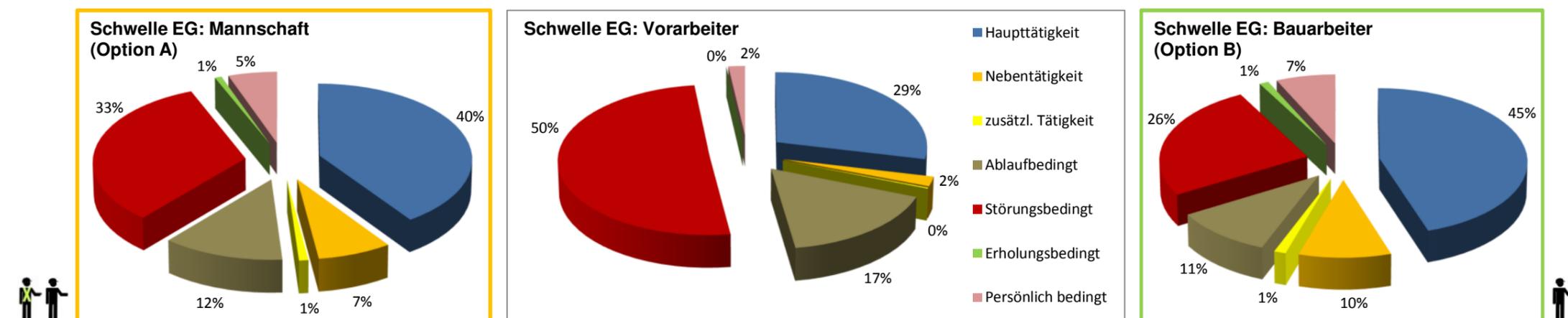


Bild A.24 Schwelle EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 2b

Montage Schwellen im EG

Verteilung der Arbeitszeiten (Variante 3 – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

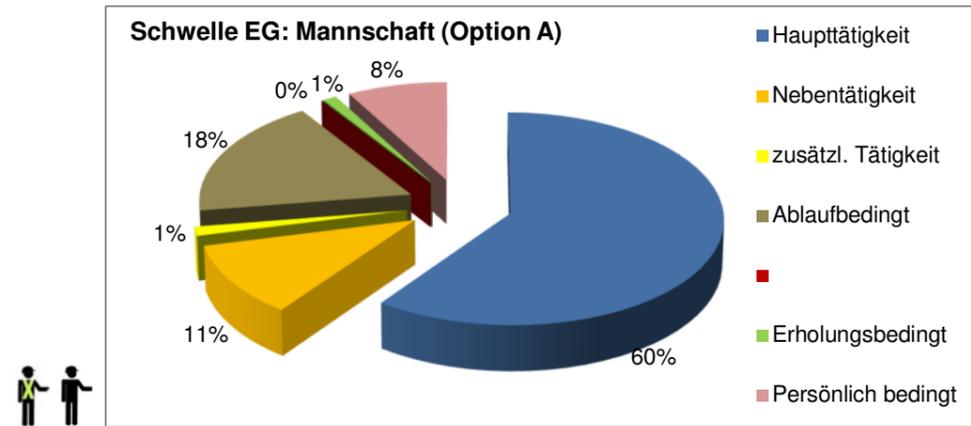


Bild A.25 Schwelle EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 3 (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)



Tabelle A.27 Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)

KW / Monat		KW 23 / Juni 2013				Ges.
Datum		3.	4.	5.	8.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Sa	
BA-Zahl		4	5	5	2	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	60%	18%	21%	50%	35%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	11%	27%	30%	35%	22%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	3%	0%	0%	2%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	12%	42%	0%	9%
ablaufbedingt	Unterbrechung	13%	16%	0%	0%	13%
störungsbedingt		3%	11%	0%	0%	7%
erholungsbedingt		3%	10%	0%	0%	6%
eigene Pause		10%	3%	6%	15%	6%
Beurteilung pro Tag (Option A)						

Option A

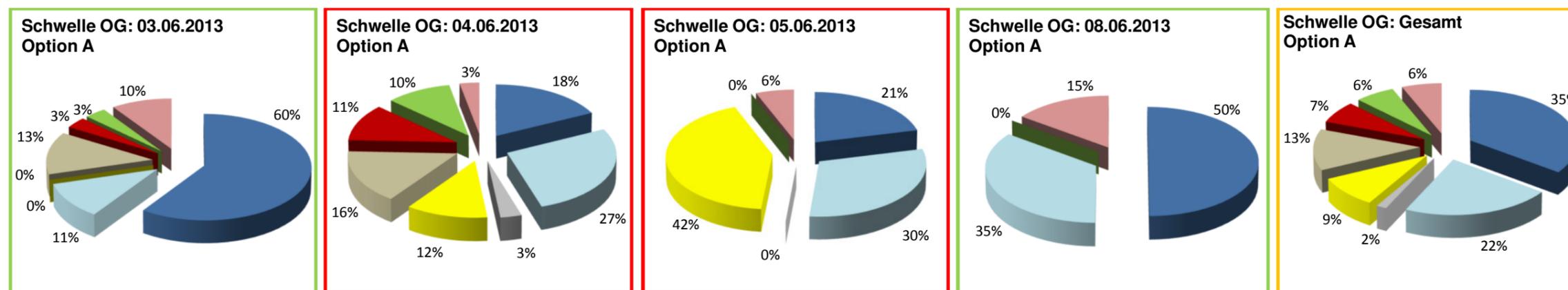


Bild A.26 Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)

Tabelle A.28 Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)



KW / Monat		KW 23 / Juni 2013				Ges.
Datum		3.	4.	5.	8.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Sa	
BA-Zahl		3	4	4	2	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	64%	22%	13%	50%	35%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	9%	20%	33%	35%	20%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	4%	0%	0%	2%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	15%	47%	0%	13%
ablaufbedingt	Unterbrechung	12%	16%	0%	0%	12%
störungsbedingt		0%	6%	0%	0%	3%
erholungsbedingt		4%	13%	0%	0%	8%
eigene Pause		12%	4%	7%	15%	7%
Beurteilung pro Tag (Option B)						

Option B

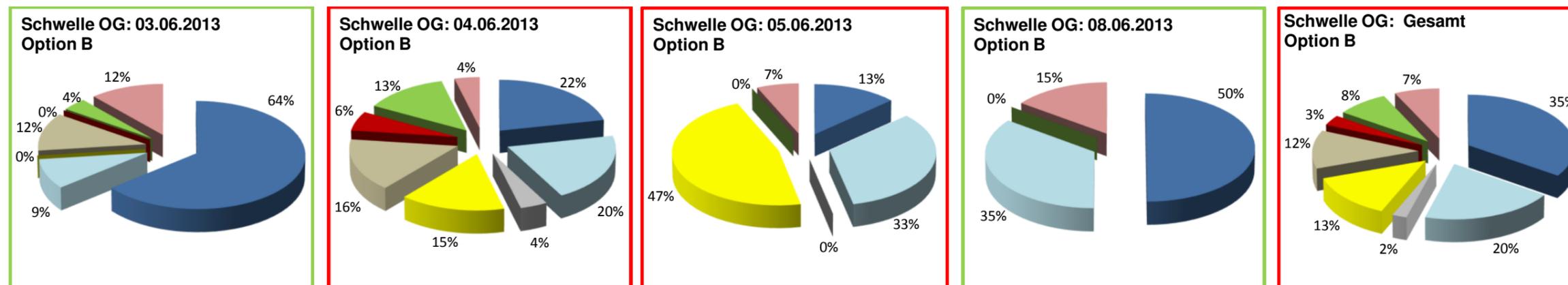


Bild A.27 Schwelle OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)

Tabelle A.29 Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)



KW / Monat		KW 23 / Juni 2013				Ges.
Datum		3.	4.	5.	8.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Sa	
BA-Zahl		4	5	5	2	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	60%	18%	21%	50%	35%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	11%	27%	30%	35%	22%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	3%	0%	0%	2%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		0%	3%	0%	0%	2%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	9%	42%	0%	8%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	13%	15%	0%	0%	12%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	0%
Vorbereitung des AG, Kranstezeit, LKW Ankunft, Wartezeit		0%	1%	0%	0%	1%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	1%	4%	0%	0%	2%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		2%	0%	0%	0%	1%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		0%	8%	0%	0%	4%
Wartezeit	Erholungsbedingt	3%	10%	0%	0%	6%
eigene Pause	Persönlich bedingt	10%	3%	6%	15%	6%
Beurteilung pro Tag (Option A)						

Option A

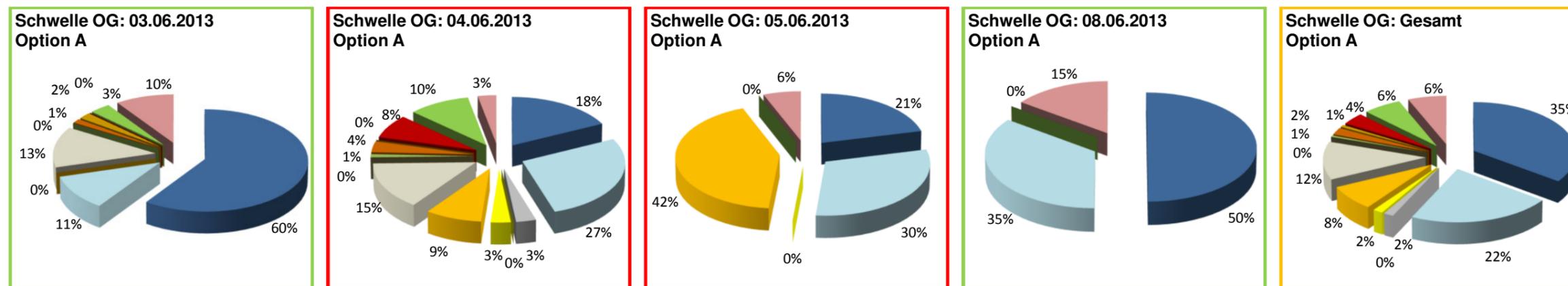


Bild A.28 Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)

Tabelle A.30 Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)



KW / Monat		KW 23 / Juni 2013				Ges.
Datum		3.	4.	5.	8.	
Wo-Tag		Mo	Di	Mi	Sa	
BA-Zahl		3	4	4	2	
Schwelle OG	Haupttätigkeit	64%	22%	13%	50%	35%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	9%	20%	33%	35%	20%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	4%	0%	0%	2%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		0%	4%	0%	0%	2%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	11%	47%	0%	11%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	12%	14%	0%	0%	11%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	0%
Vorbereitung des AG, Kranstezeit, LKW Ankunft, Wartezeit		0%	1%	0%	0%	1%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	0%	0%	0%	0%	0%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		0%	0%	0%	0%	0%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		0%	6%	0%	0%	3%
Wartezeit	Erholungsbedingt	4%	13%	0%	0%	8%
eigene Pause	Persönlich bedingt	12%	4%	7%	15%	7%
Beurteilung pro Tag (Option B)						

Option B

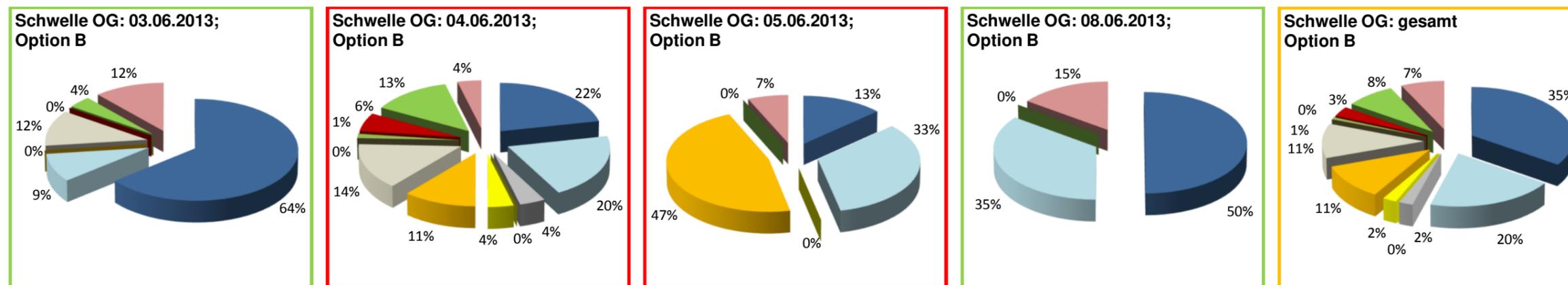


Bild A.29 Schwelle OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)

Montage Schwellen im OG

Haupttätigkeit:	>41%	 Gut
Haupttätigkeit:	>31%	 Mittel
Haupttätigkeit:	<30%	 Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

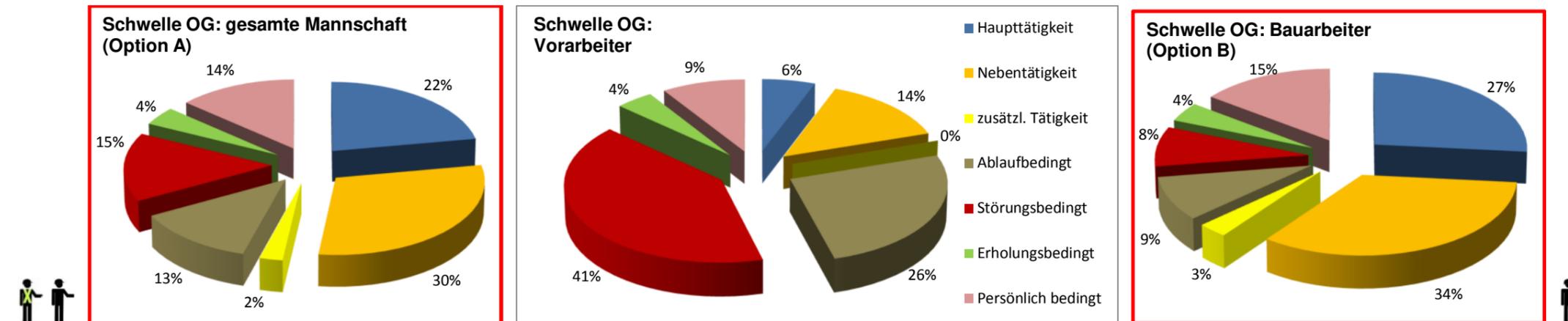


Bild A.30 Schwelle OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

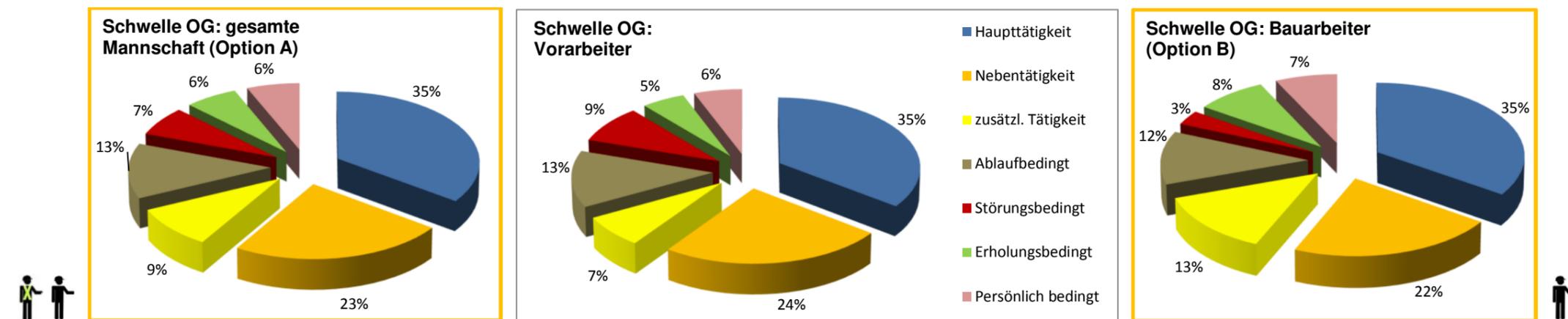


Bild A.31 Schwelle OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Schwelle OG stehen – Variante 2b

Montage Schwellen im OG

Verteilung der Arbeitszeiten (Variante 3 – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

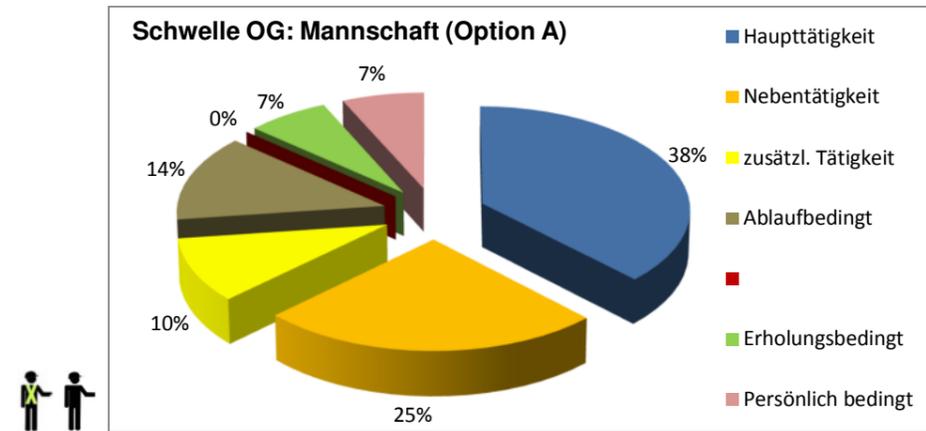


Bild A.32 Schwelle OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Schwelle OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

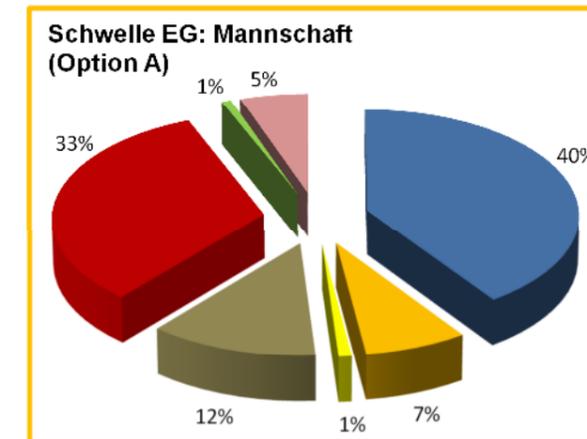
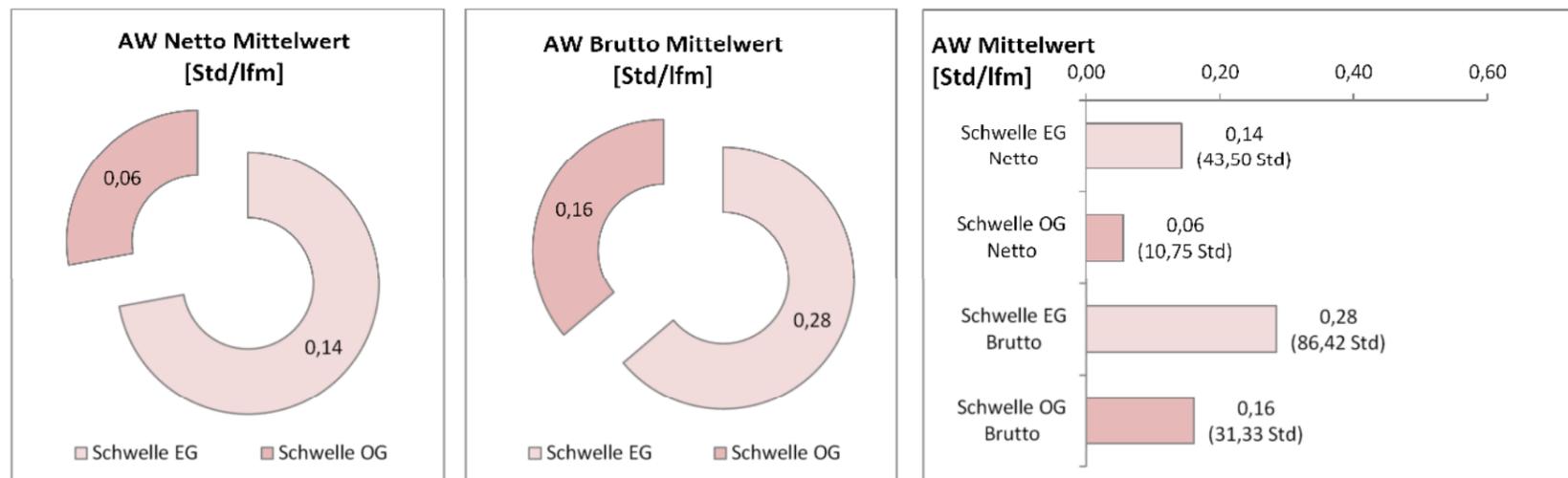
Tabelle A.31 Schwellen – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte – Variante 2a und 2b

Schwellen	[lfm]	[m³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Schwelle EG	309,10	6,04	1,0%	43,50	86,42	63,25	164,42	0,14	0,28	0,20	0,53
Schwelle OG	194,60	2,77	0,5%	10,75	31,33	11,58	33,00	0,06	0,16	0,06	0,17
Gesamt	503,70	8,81	1,5%	54,25	117,75	74,83	197,42	0,11	0,23	0,15	0,39
				Variante 2a		Variante 2b		Variante 2a		Variante 2b	



zum Vergleich:
Beurteilung der Montagezeit Schwelle EG + OG:

Variante 2a



Variante 2b

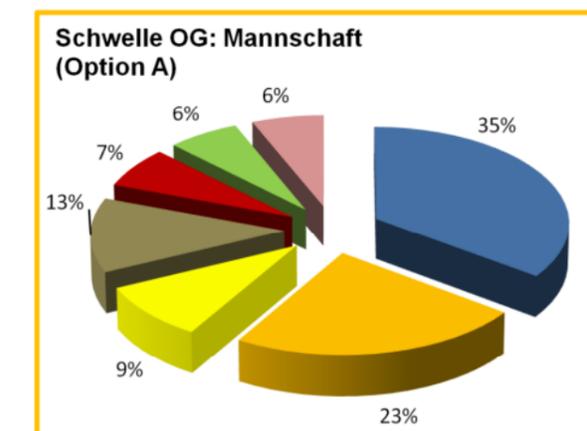
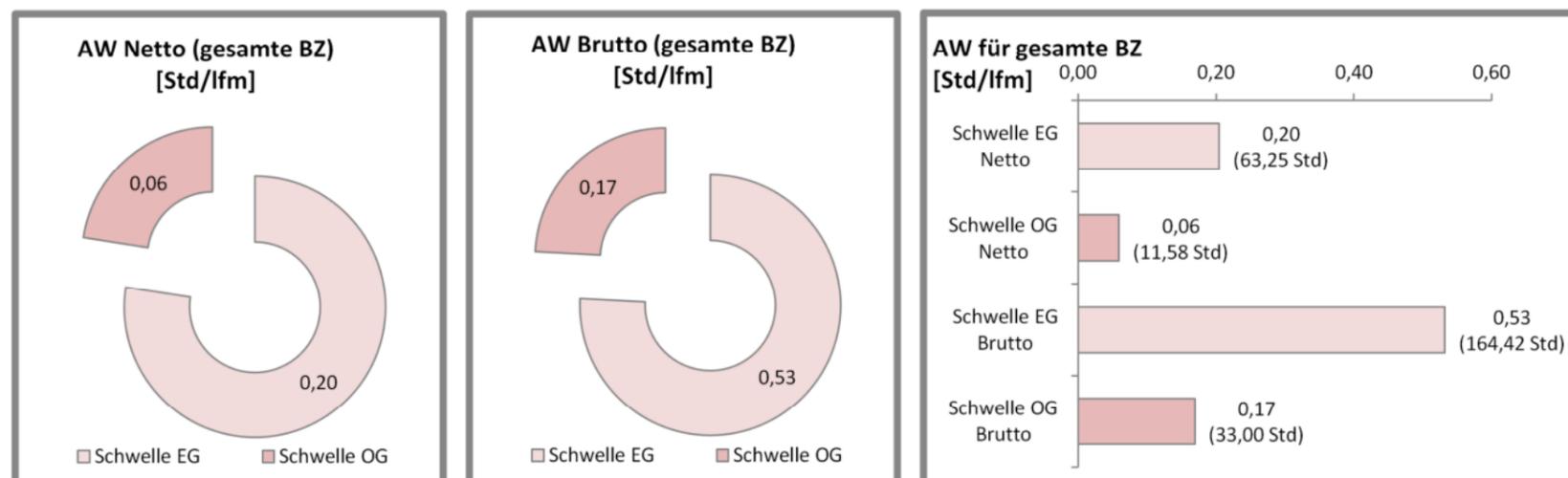


Bild A.33 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Schwellen im EG und OG – Variante 2a und 2b

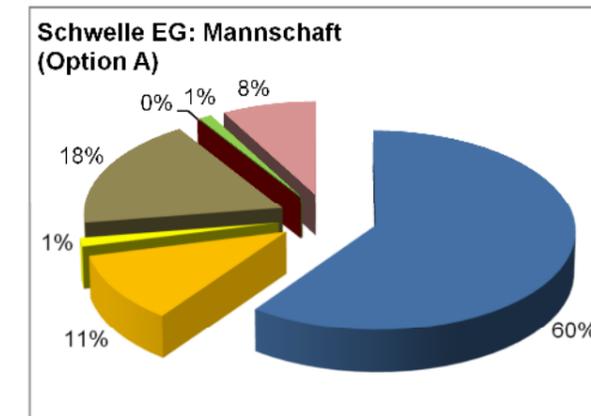
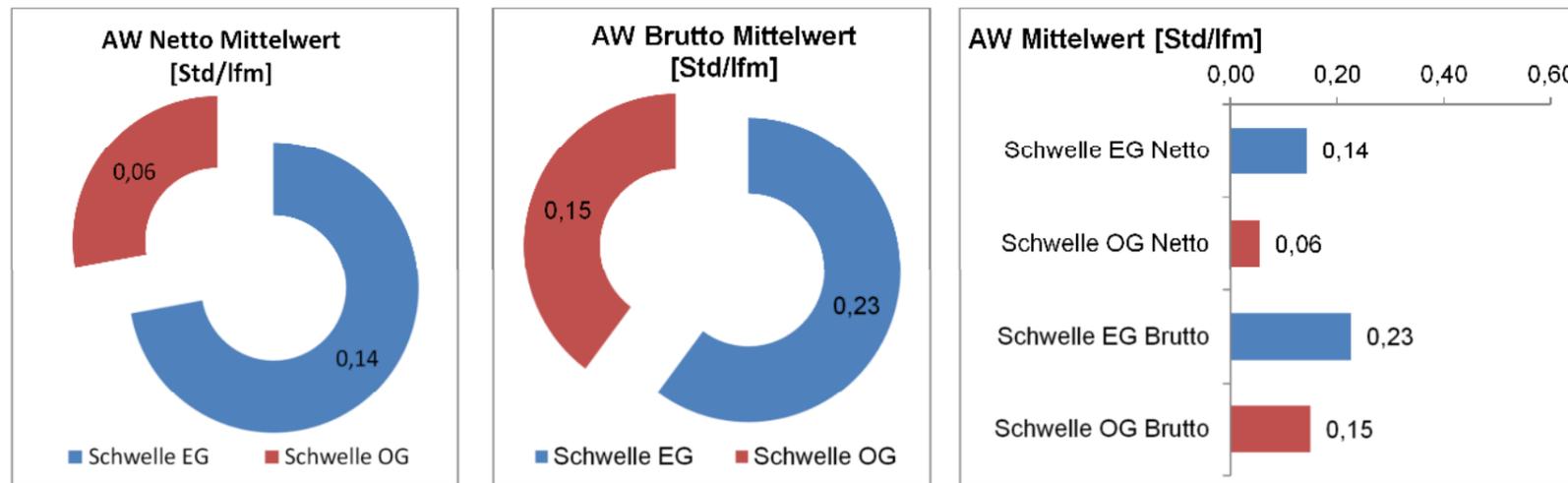
Tabelle A.32 Schwellen – Menge, Arbeitszeit exkl. störungsbedingte Unterbrechung und Aufwandswerte – Variante 3a und 3b

Schwellen	[lfm]	[m³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Schwelle EG	309,10	6,04	1,0%	43,50	68,67	63,25	107,92	0,14	0,23	0,20	0,35
Schwelle OG	194,60	2,77	0,5%	10,75	29,08	11,58	30,75	0,06	0,15	0,06	0,16
Gesamt	503,70	8,81	1,5%	54,25	97,75	74,83	138,67	0,11	0,23	0,15	0,28
				Variante 3a		Variante 3b		Variante 3a		Variante 3b	



zum Vergleich:
Montagezeit exkl. Störungen Schwelle EG + OG:

Variante 3a



Variante 3b

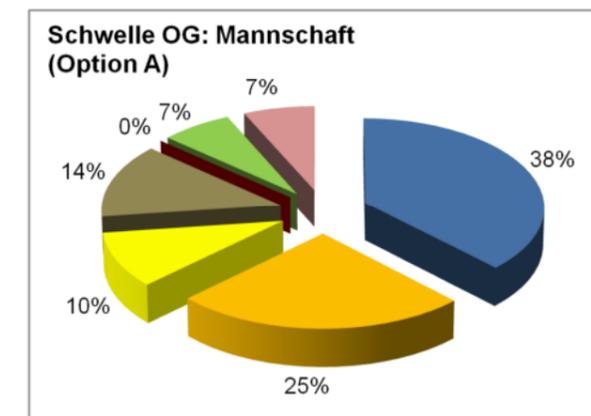
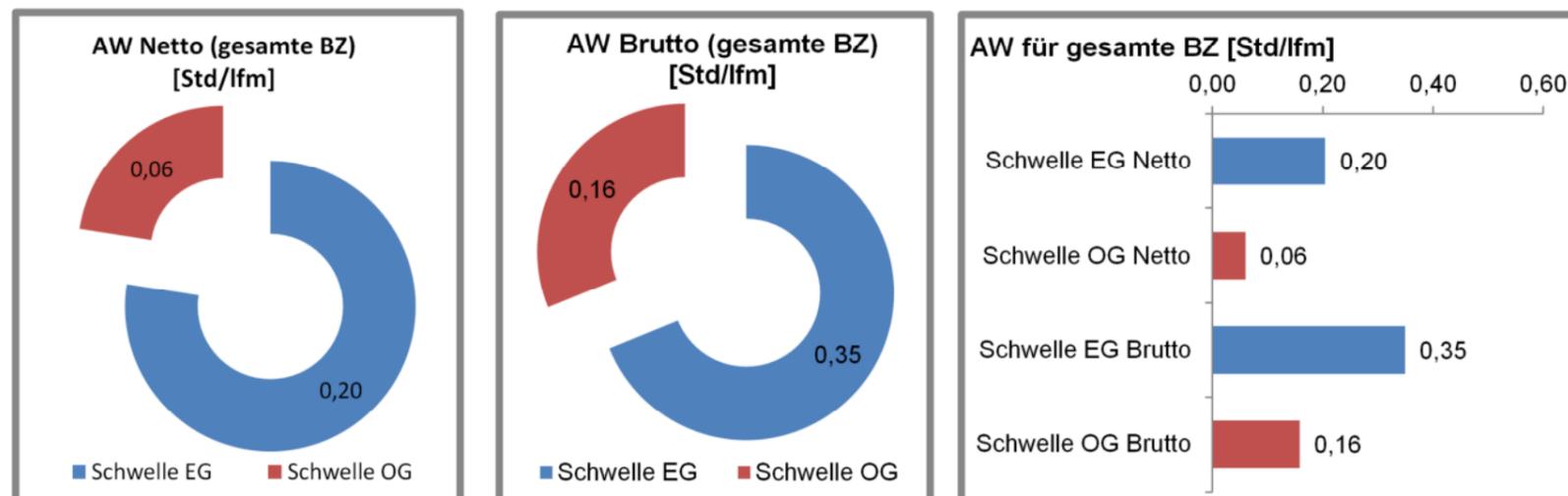


Bild A.34 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Schwellen im EG und OG – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

A.2.3 Wand EG, OG und Technik

Montage Wand EG inkl. Turm

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Haupttätigkeit:	>41%	>41%	
Haupttätigkeit:	>31%	<40%	
Haupttätigkeit:	>31%	<30%	

Variante 1

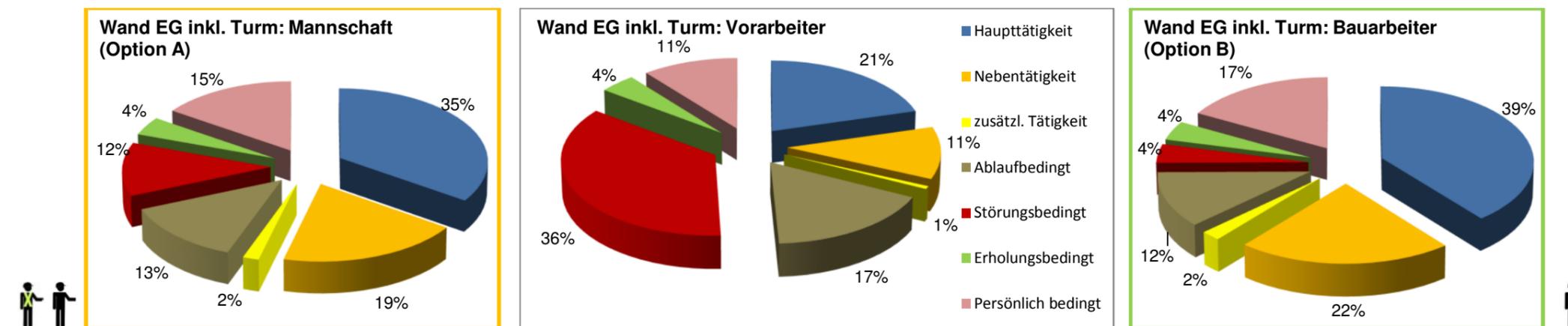


Bild A.35 Wand EG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

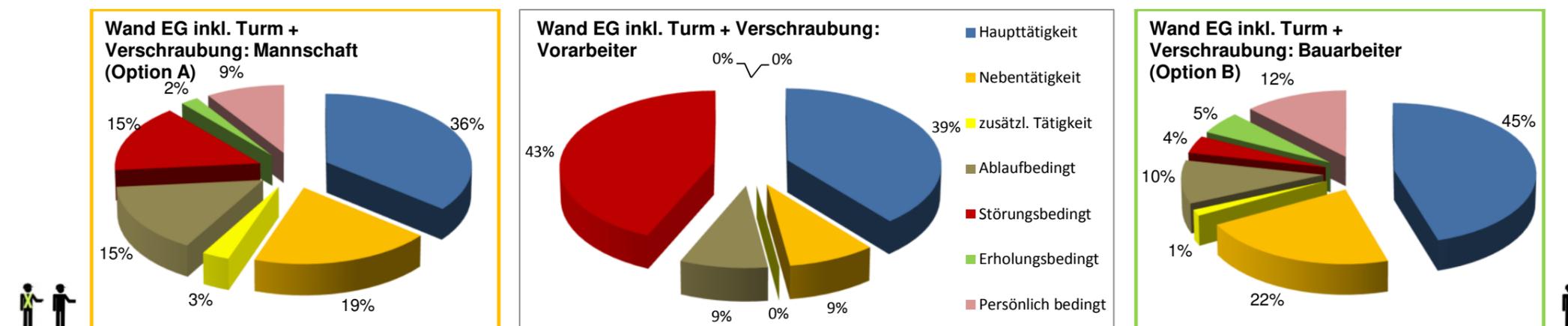


Bild A.36 Wand EG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 2b

Montage Wand EG inkl. Turm

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

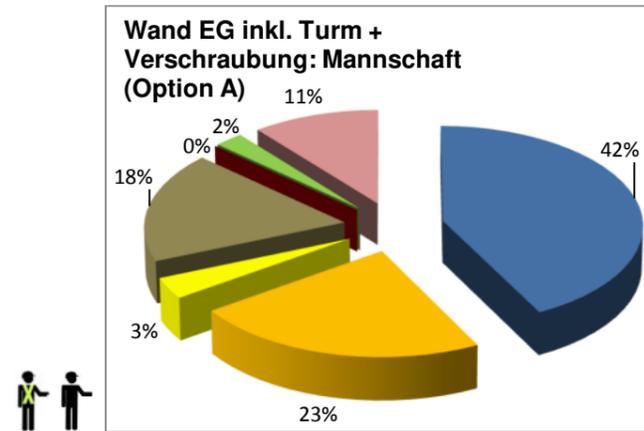


Bild A.37 Wand EG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Wand EG exkl. Turm

Haupttätigkeit: >41%
 Haupttätigkeit: >31%
 Haupttätigkeit: <30%



Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

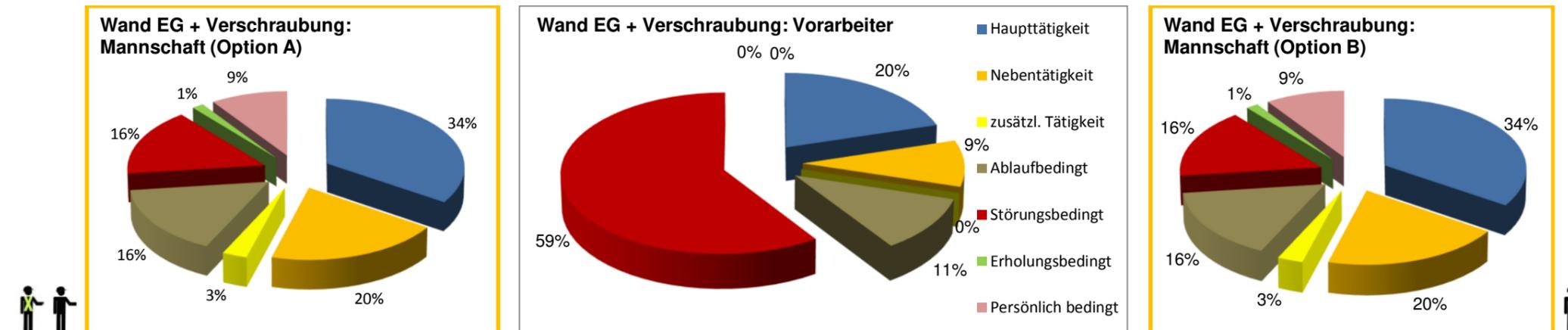


Bild A.38 Wand EG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

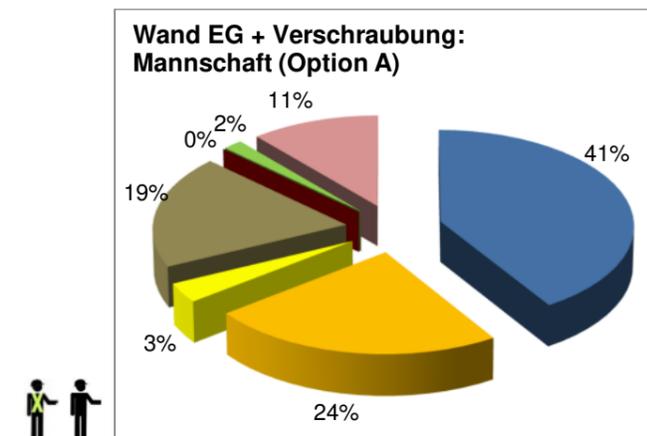


Bild A.39 Wand EG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Turm EG

Haupttätigkeit: >41% ■ Gut
 Haupttätigkeit: >31% ■ Mittel
 Haupttätigkeit: <30% ■ Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

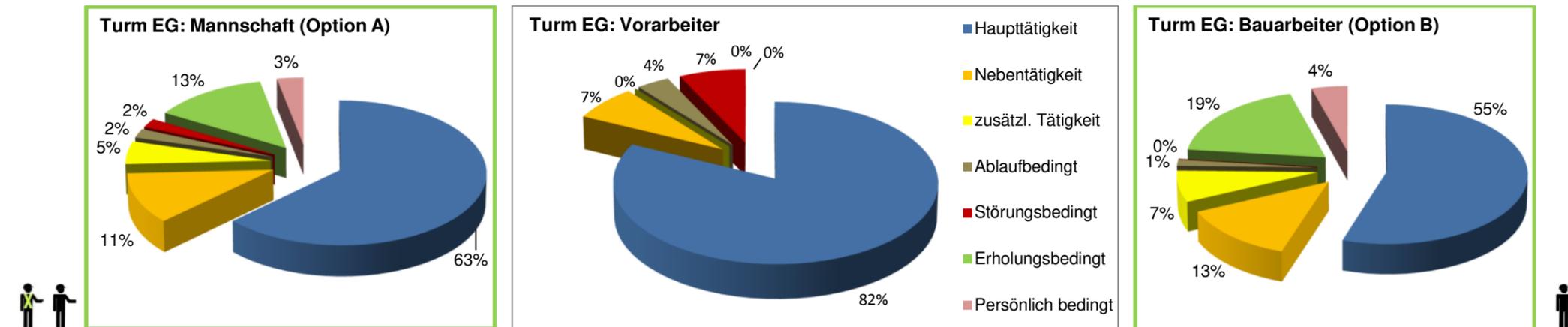


Bild A.40 Turm EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm EG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

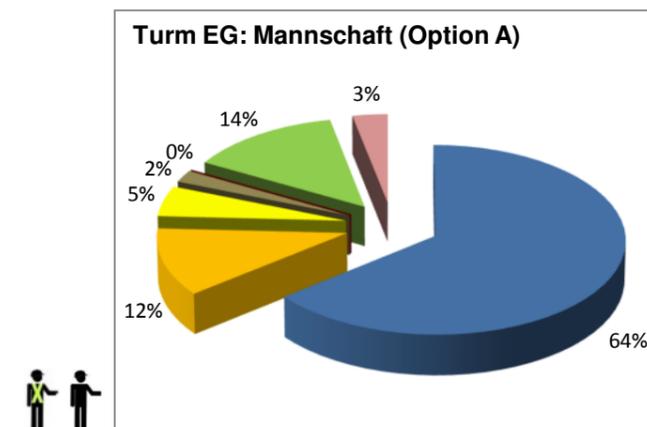


Bild A.41 Turm EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Wand OG inkl. Turm

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

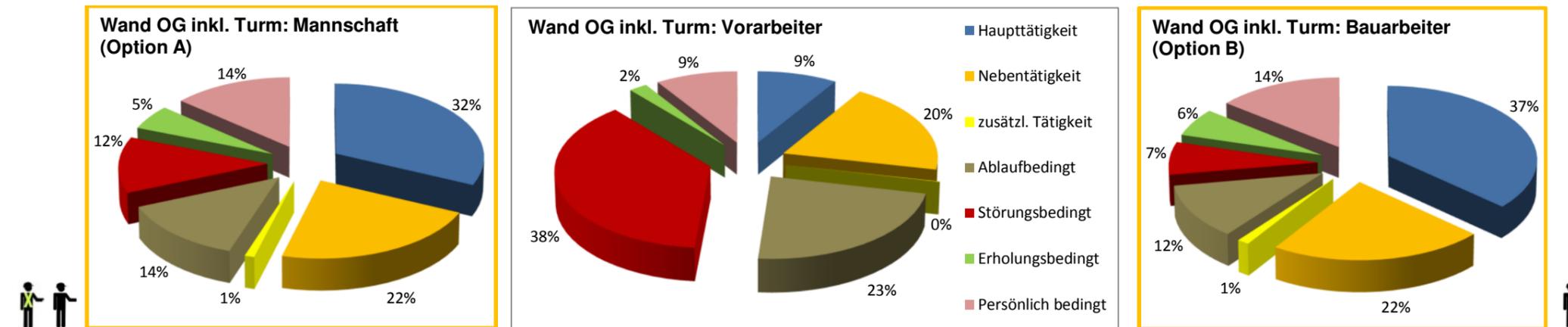


Bild A.42 Wand OG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

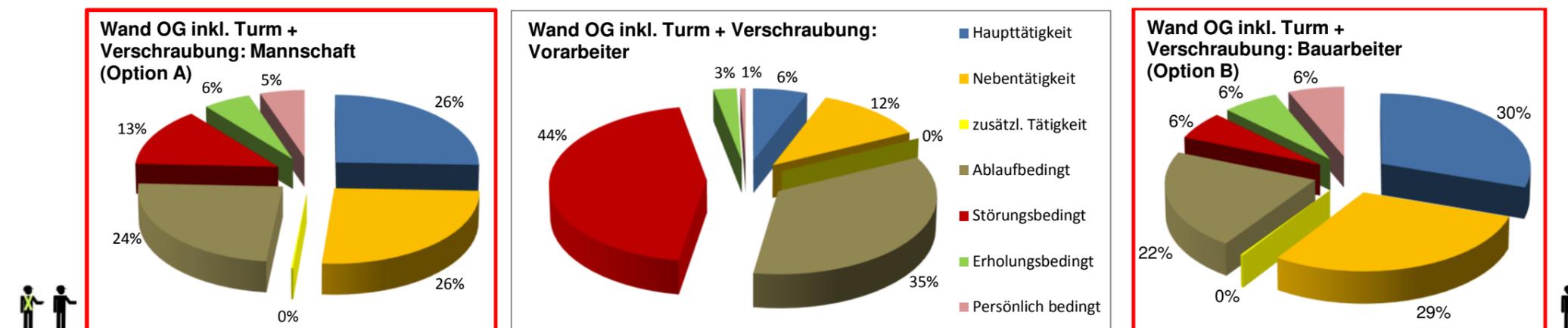


Bild A.43 Wand OG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand OG stehen – Variante 2b

Montage Wand OG inkl. Turm

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

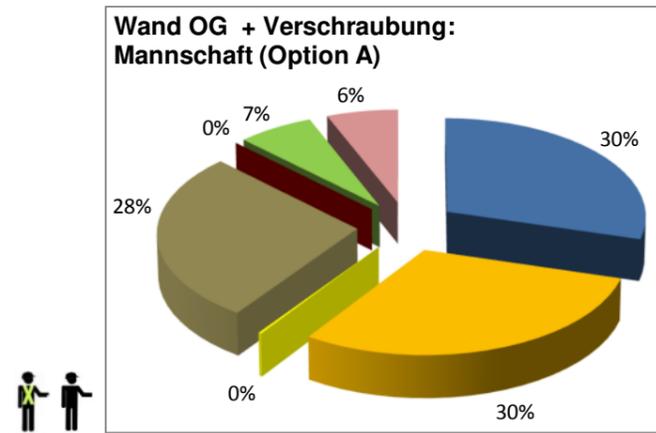


Bild A.44 Wand OG inkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Wand OG exkl. Turm

Haupttätigkeit:	>41%	 Gut
Haupttätigkeit:	>31%	 Mittel
Haupttätigkeit:	<30%	 Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

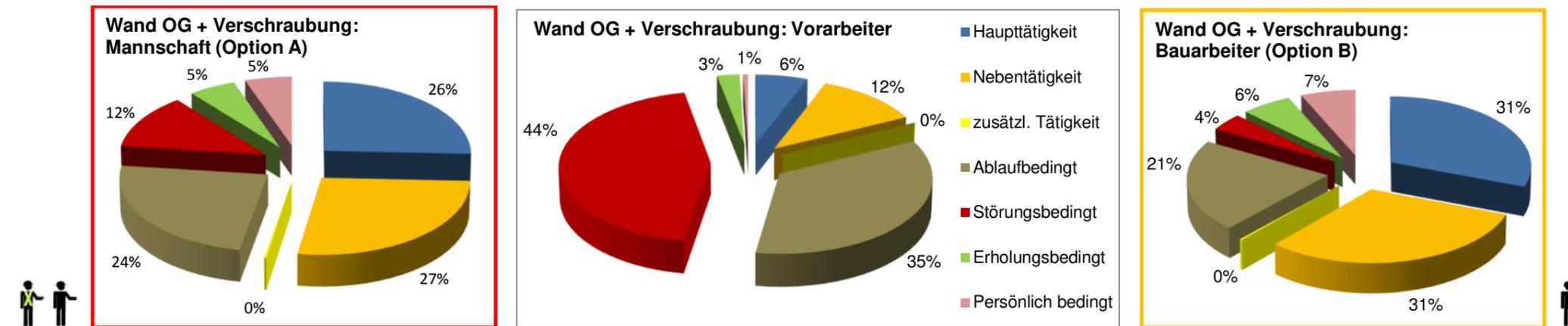


Bild A.45 Wand OG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand OG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

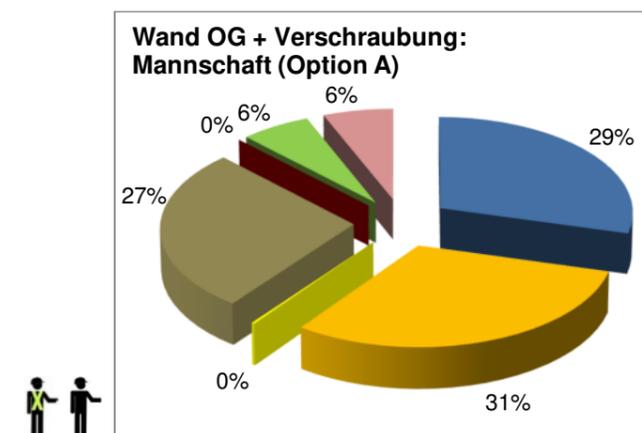


Bild A.46 Wand EG exkl. Turm – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Wand EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Turm OG

Haupttätigkeit: >41% ■ Gut
 Haupttätigkeit: >31% ■ Mittel
 Haupttätigkeit: <30% ■ Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

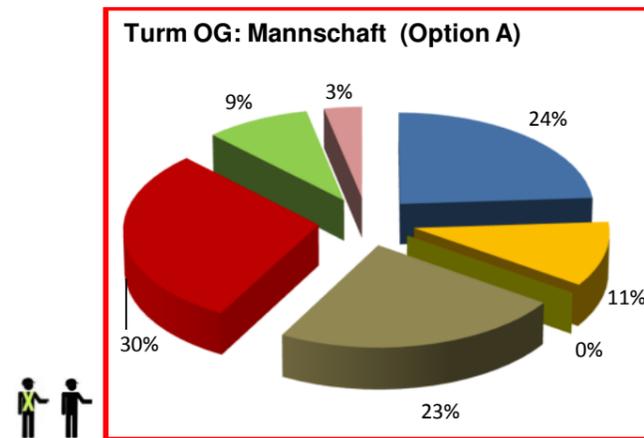


Bild A.47 Turm OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm OG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

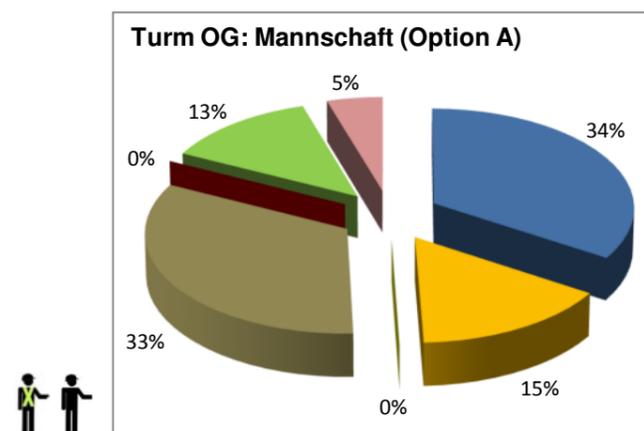


Bild A.48 Turm OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Turm OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Wand DG (Technik)

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

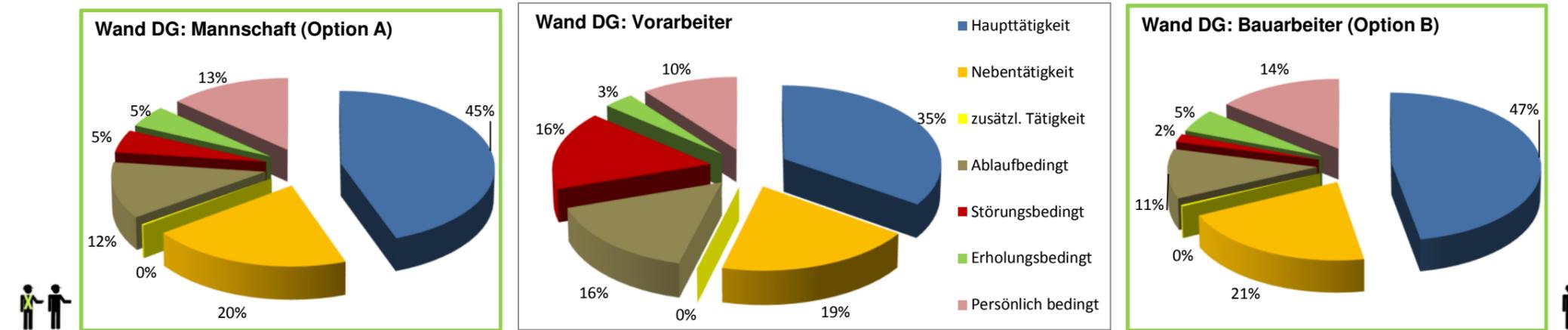


Bild A.49 Wand DG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

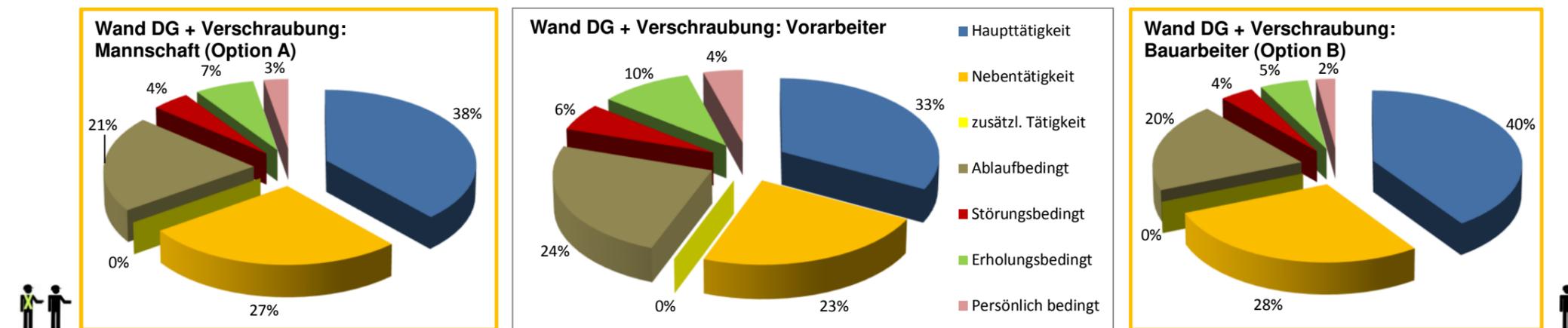


Bild A.50 Wand DG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Tag, die in der Verbindung mit Montage Wand DG – Variante 2b

Montage Wand DG (Technik)

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

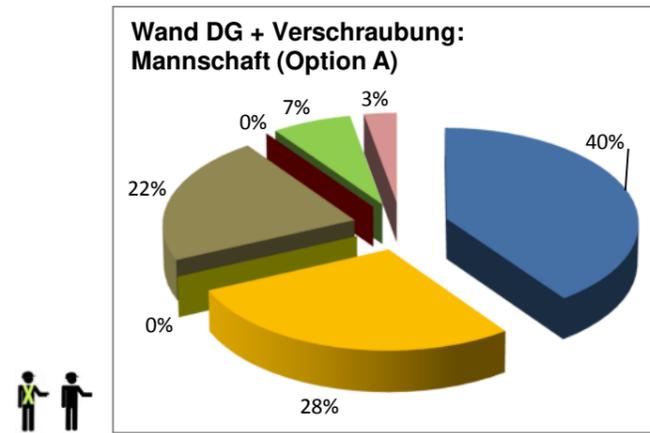


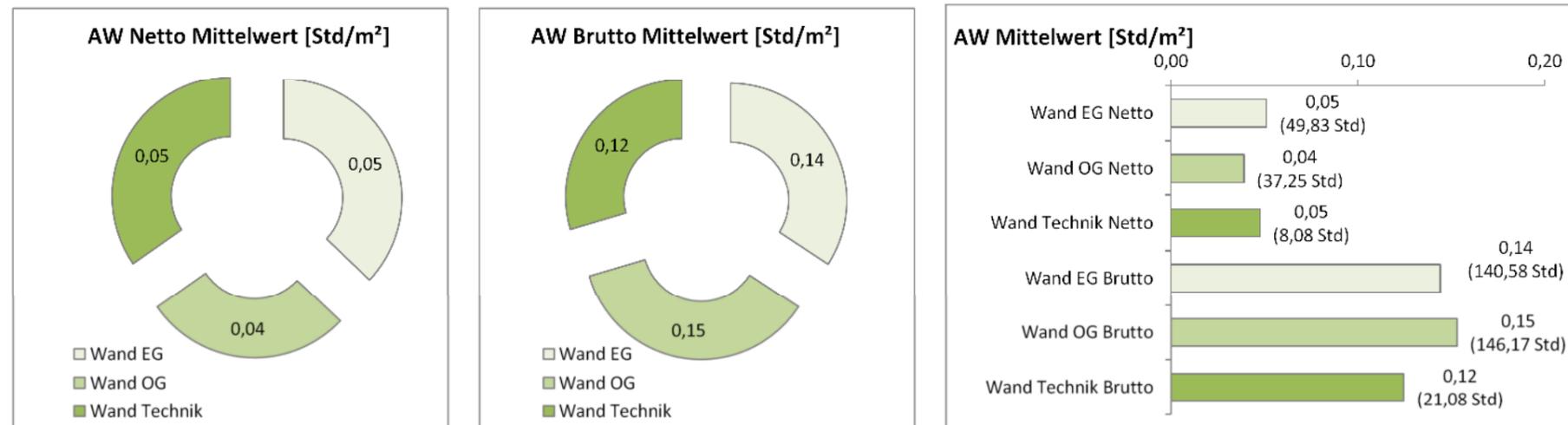
Bild A.51 Wand DG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Tag, die in der Verbindung mit Montage Wand DG – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Tabelle A.33 Montage Wand inkl. Turm – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte – Variante 2a und 2b

Wand	[m²]	[lfm]	[m³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Wand EG inkl. Turm EG	975,94	373,1	103,27	17,7%	49,83	140,58	51,42	144,17	0,05	0,14	0,05	0,15
Wand OG inkl. Turm OG	955,73	364,3	103,09	17,7%	37,25	146,17	37,92	150,75	0,04	0,15	0,04	0,16
Wand DG (Technik)	169,45	90,1	23,40	4,0%	8,08	21,08	8,67	24,17	0,05	0,12	0,05	0,14
Gesamt	2.101,11	827,50	229,76	39,4%	95,16	307,83	98,01	319,09	0,05	0,15	0,05	0,15
					Variante 2a		Variante 2b		Variante 2a		Variante 2b	



Variante 2a



Variante 2b

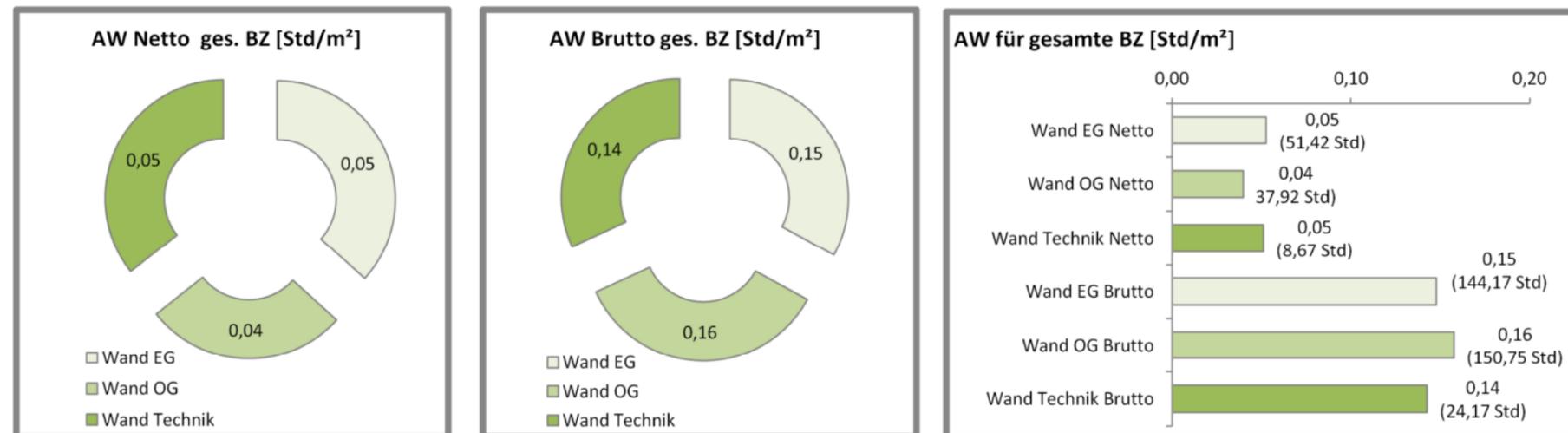


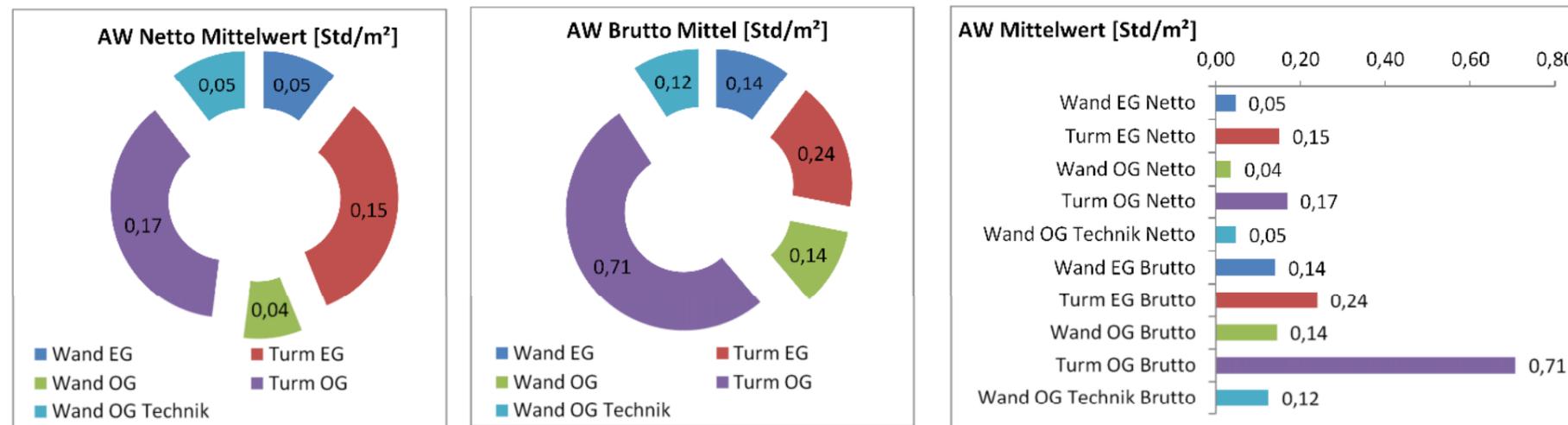
Bild A.52 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand inkl. Turm im EG, OG, DG – Variante 2a und 2b

Tabelle A.34 Montage Wand und Turm – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte – Variante 2a und 2b

Wand	[m²]	[lfm]	[m³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Wand EG	942,19	358,80	99,90	17,1%	44,75	132,50	44,75	132,50	0,05	0,14	0,05	0,14
Turm EG	33,74	14,30	3,37	0,6 %	5,08	8,08	6,67	11,67	0,15	0,24	0,20	0,35
Wand OG	941,45	358,50	101,66	17,4%	34,83	136,08	35,50	140,67	0,04	0,14	0,04	0,15
Turm OG	14,28	5,80	1,43	0,2%	2,42	10,08	2,42	10,08	0,17	0,71	0,17	0,71
Wand DG (Technik)	169,45	90,10	23,40	4,0%	8,08	21,08	8,67	24,17	0,05	0,12	0,05	0,14
Gesamt	2.101,11	827,50	229,76	39,4%	95,16	307,82	98,01	319,09	0,05	0,15	0,05	0,15
					Variante 2a		Variante 2b		Variante 2a		Variante 2b	



Variante 2a



Variante 2b

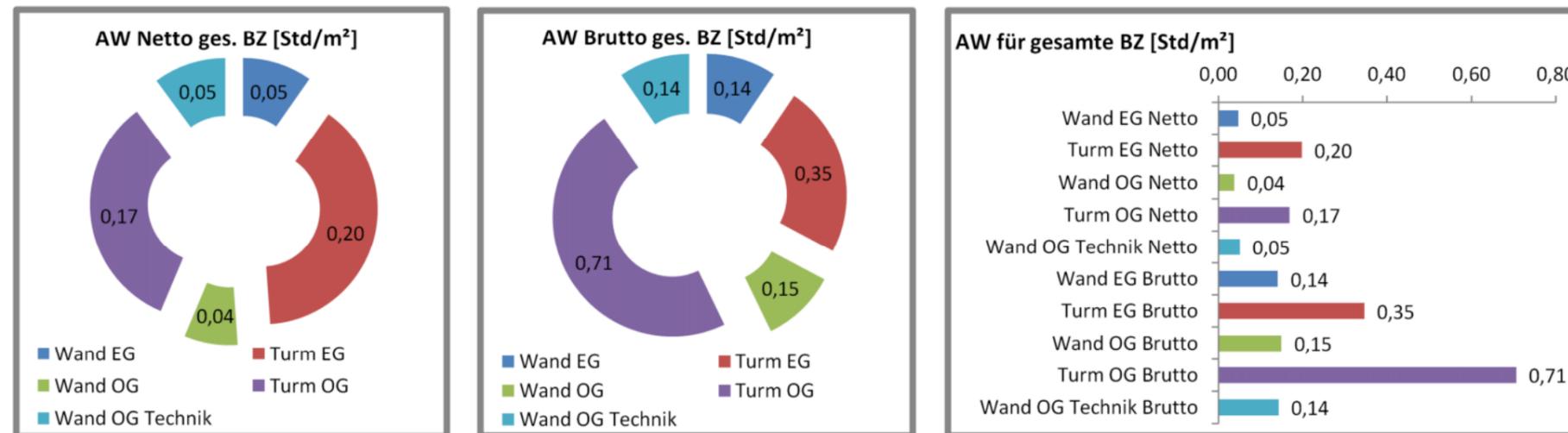


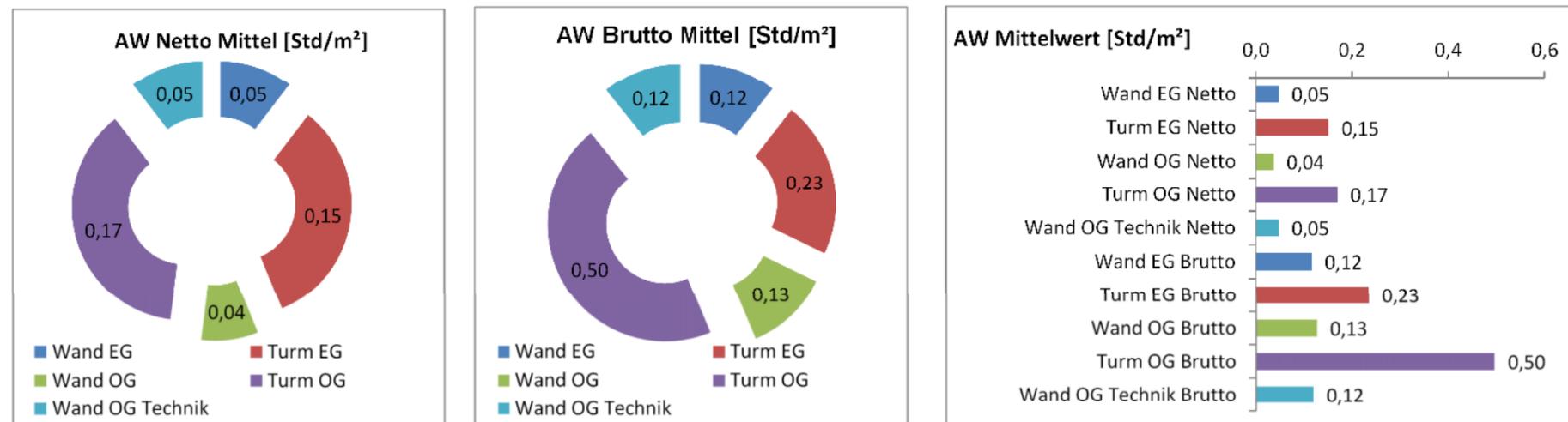
Bild A.53 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand und Turm im EG, OG, DG – Variante 2a und 2b

Tabelle A.35 Montage Wand und Turm – Menge, Arbeitszeit (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen) und Aufwandswerte

Wand	[m²]	[lfm]	[m³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Wand EG	942,19	358,80	99,90	17,1%	44,75	109,50	46,33	113,08	0,05	0,12	0,05	0,12
Turm EG	33,74	14,30	3,37	0,6 %	5,08	7,92	6,67	11,50	0,15	0,23	0,20	0,34
Wand OG	941,45	358,50	101,66	17,4%	34,83	119,33	35,50	123,50	0,04	0,13	0,04	0,13
Turm OG	14,28	5,80	1,43	0,2%	2,42	7,08	2,42	7,08	0,17	0,50	0,17	0,50
Wand DG (Technik)	169,45	90,10	23,40	4,0%	8,08	20,17	8,67	23,25	0,05	0,12	0,05	0,14
Gesamt	2.101,11	827,50	229,76	39,4%	95,16	264,00	98,01	278,41	0,05	0,13	0,05	0,13
					Variante 3a		Variante 3b		Variante 3a		Variante 3b	



Variante 3a



Variante 3b

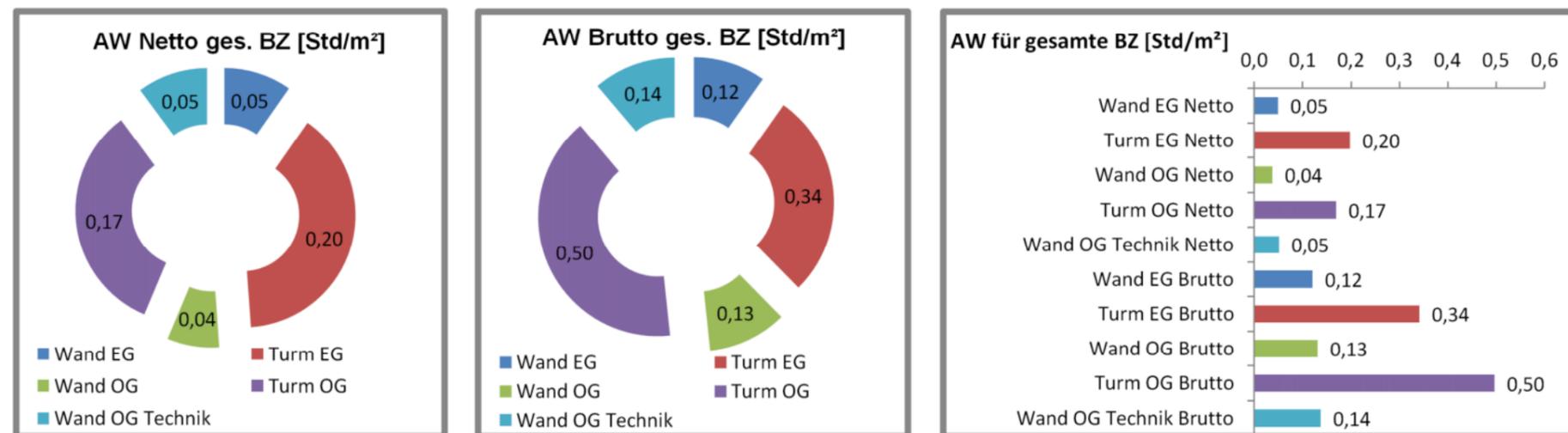


Bild A.54 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand und Turm im EG, OG, DG – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

A.2.4 Decke über EG, OG (Technik) und Dachplatten

Tabelle A.36 Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)



KW / Monat		22-23-24 KW / Mai + Juni 2013								Ges
Datum		29.	30.	31.	1.	3.	4.	10.	11.	
Wo-Tag		Mi	Do	Fr	Sa	Mo	Di	Mo	Di	
BA-Zahl		4	4	4	3	4	5	5	5	
Decke über EG	Haupttätigkeit	62%	30%	20%	41%	53%	57%	100%	67%	38%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	0%	12%	16%	10%	17%	43%	0%	0%	11%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern	Nebentätigkeit	0%	19%	0%	11%	0%	0%	0%	0%	9%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
ablaufbedingt	Unterbrechung	22%	20%	10%	23%	11%	0%	0%	0%	17%
störungsbedingt		16%	3%	27%	0%	4%	0%	0%	0%	9%
erholungsbedingt		0%	2%	26%	4%	3%	0%	0%	0%	7%
eigene Pause		0%	5%	2%	12%	12%	0%	0%	33%	6%
Beurteilung pro Tag (Option A)										

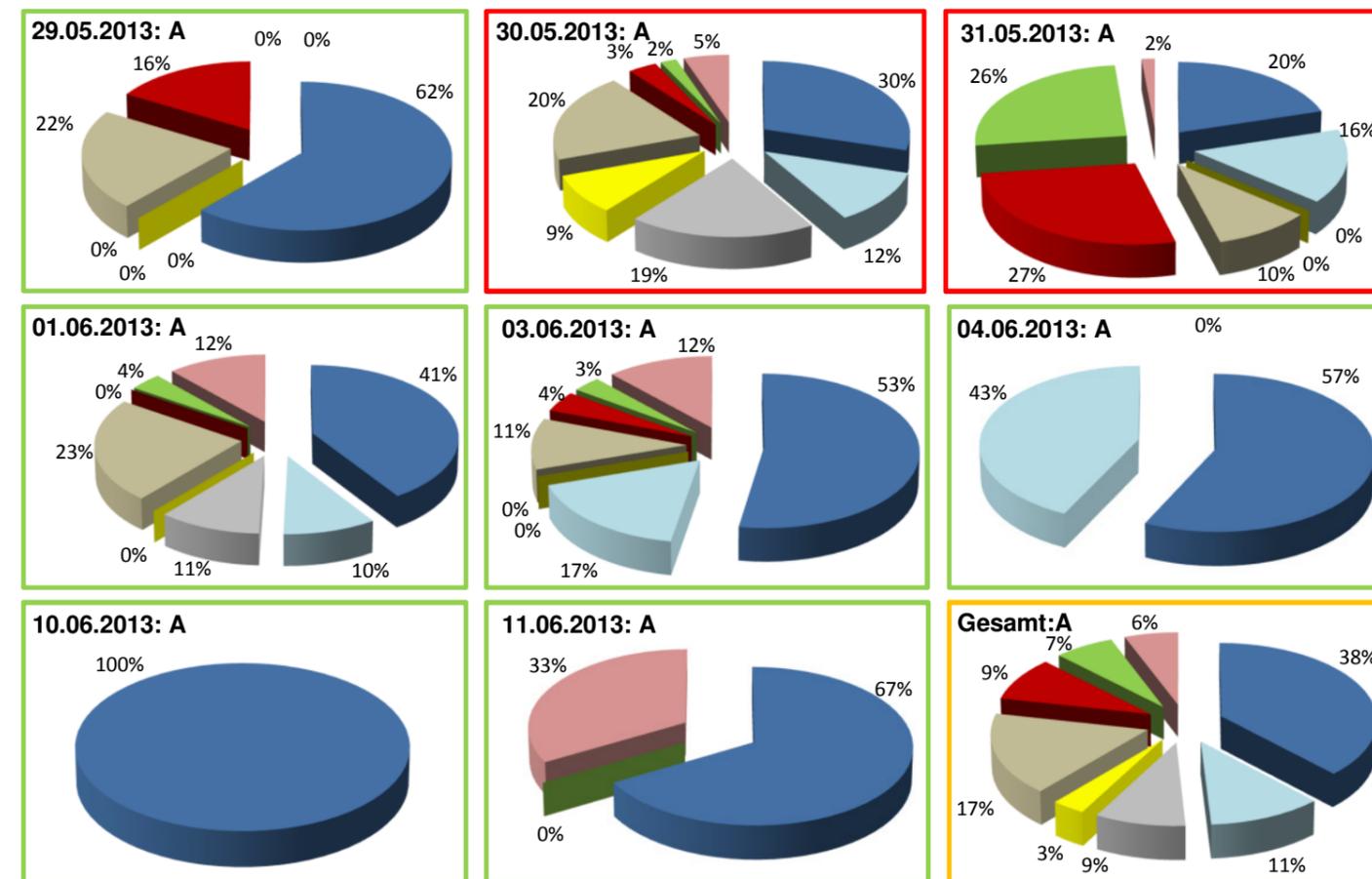


Bild A.55 Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)

Tabelle A.37 Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)



KW / Monat		22-23-24 KW / Mai + Juni 2013								Ges
Datum		29.	30.	31.	1.	3.	4.	10.	11.	
Wo-Tag		Mi	Do	Fr	Sa	Mo	Di	Mo	Di	
BA-Zahl		3	3	3	2	3	4	4	4	
Decke über EG	Haupttätigkeit	63%	29%	40%	43%	57%	57%	100%	67%	44%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	0%	13%	44%	9%	16%	43%	0%	0%	12%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	25%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	12%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	4%
ablaufbedingt	Unterbrechung	18%	14%	8%	18%	8%	0%	0%	0%	14%
störungsbedingt		18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
erholungsbedingt		0%	3%	0%	5%	5%	0%	0%	0%	3%
eigene Pause		0%	7%	8%	16%	14%	0%	0%	33%	9%
Beurteilung pro Tag (Option B)										

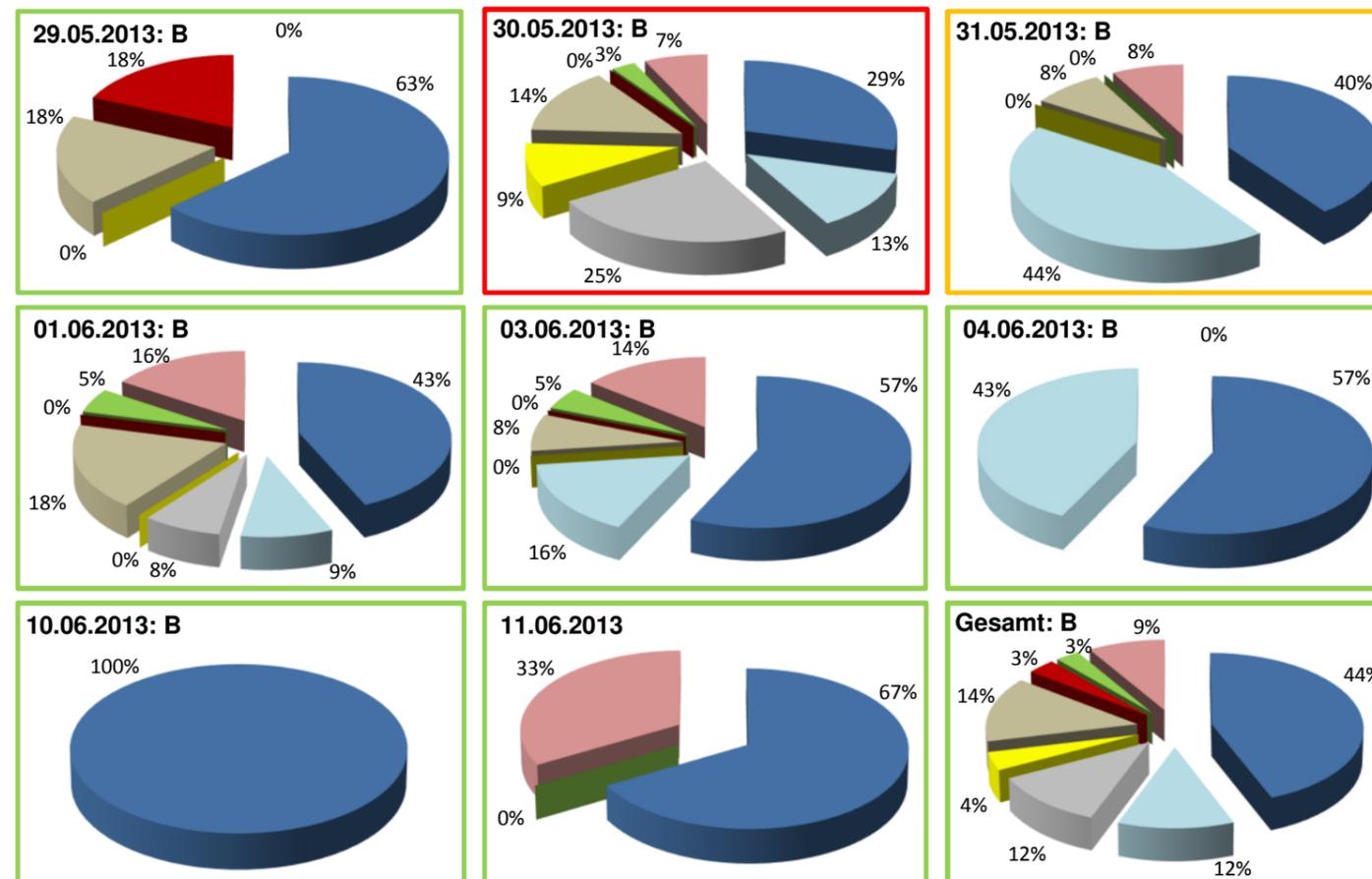


Bild A.56 Decke über EG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)

Tabelle A.38 Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)



KW / Monat		KW 22-23-24 / Mai + Juni 2013								Ges.
Datum		29.	30.	31.	1.	3.	4.	10.	11.	
Wo-Tag		Mi	Do	Fr	Sa	Mo	Di	Mo	Di	
BA-Zahl		4	4	4	3	4	5	5	5	
Decke über EG	Haupttätigkeit	62%	30%	20%	41%	53%	57%	100%	67%	38%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	0%	12%	16%	10%	17%	43%	0%	0%	11%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	19%	0%	11%	0%	0%	0%	0%	9%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	22%	19%	10%	14%	11%	0%	0%	0%	15%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Vorbereitung des AG, Kranstezeit, LKW Ankunft, Wartezeit		0%	1%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	2%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	16%	3%	27%	0%	4%	0%	0%	0%	9%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wartezeit	Erholungsbedingt	0%	2%	26%	4%	3%	0%	0%	0%	7%
eigene Pause	Persönlich bedingt	0%	5%	2%	12%	12%	0%	0%	33%	6%
Beurteilung pro Tag (Option A)										

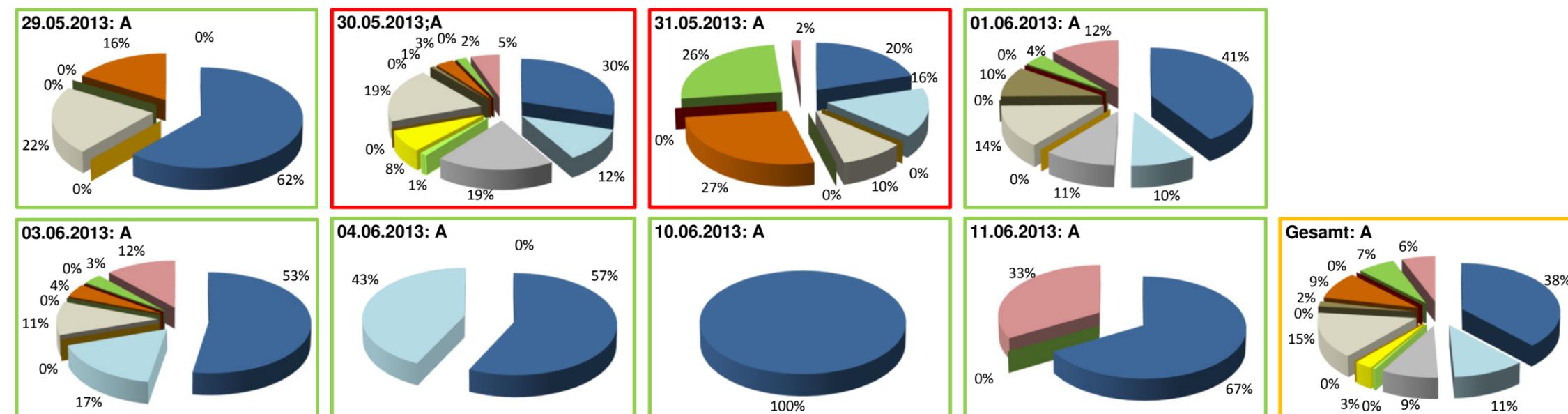


Bild A.57 Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)



Tabelle A.39 Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)

KW / Monat		KW 22-23-24 / Mai + Juni 2013								Ges.
Datum		29.	30.	31.	1.	3.	4.	10.	11.	
Wo-Tag		Mi	Do	Fr	Sa	Mo	Di	Mo	Di	
BA-Zahl		3	3	3	2	3	4	4	4	
Decke über EG	Haupttätigkeit	63%	29%	40%	43%	57%	57%	100%	67%	44%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	0%	13%	44%	9%	16%	43%	0%	0%	12%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	25%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	12%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Kran aufstellen		0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	18%	14%	8%	8%	8%	0%	0%	0%	12%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Vorbereitung des AG, Kranstezeit, LKW Ankunft, Wartezeit		0%	1%	0%	11%	0%	0%	0%	0%	2%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wartezeit	Erholungsbedingt	0%	3%	0%	5%	5%	0%	0%	0%	3%
eigene Pause	Persönlich bedingt	0%	7%	8%	16%	14%	0%	0%	33%	9%
Beurteilung pro Tag (Option B)										

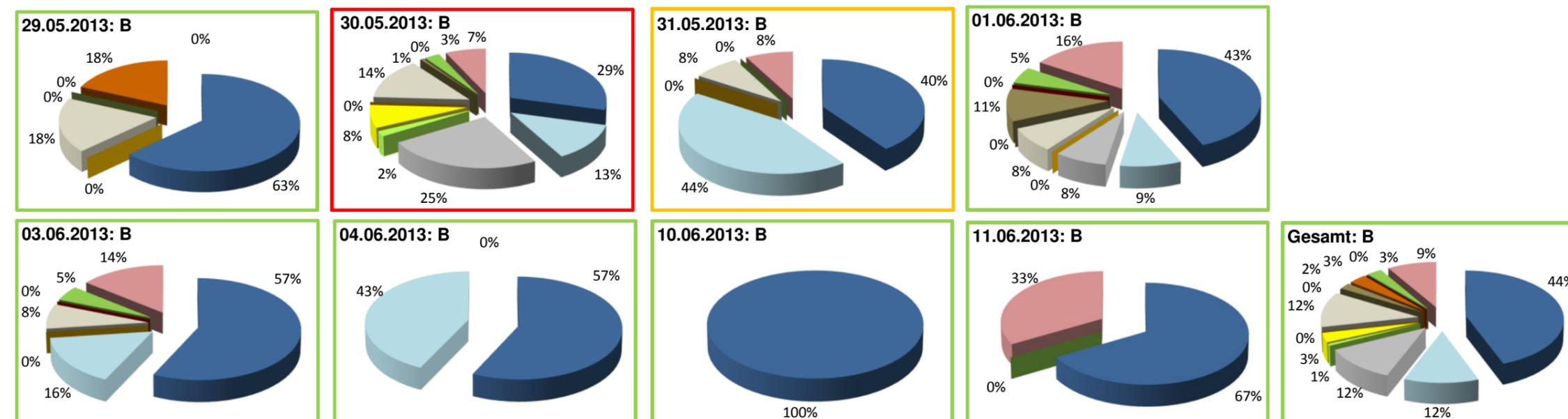


Bild A.58 Decke über EG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)



Tabelle A.40 Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)

KW / Monat		24 KW / Juni 2013				Ges
Datum		12.	13.	14.	15.	
Wo-Tag		Mi	Do	Fr	Sa	
BA-Zahl		5	5	4	3	
Decke über OG	Haupttätigkeit	18%	6%	49%	88%	28%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	18%	28%	17%	0%	19%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	1%	0%	0%	0%
Hilfskonstruktion Plattform - DOKA		28%	0%	0%	0%	9%
Material kaufen		0%	9%	0%	0%	3%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	4%	0%	0%	0%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	8%	20%	20%	0%	15%
störungsbedingt		15%	12%	4%	0%	10%
erholungsbedingt		4%	21%	8%	13%	11%
eigene Pause		6%	2%	3%	0%	4%
Beurteilung pro Tag (Option A)						

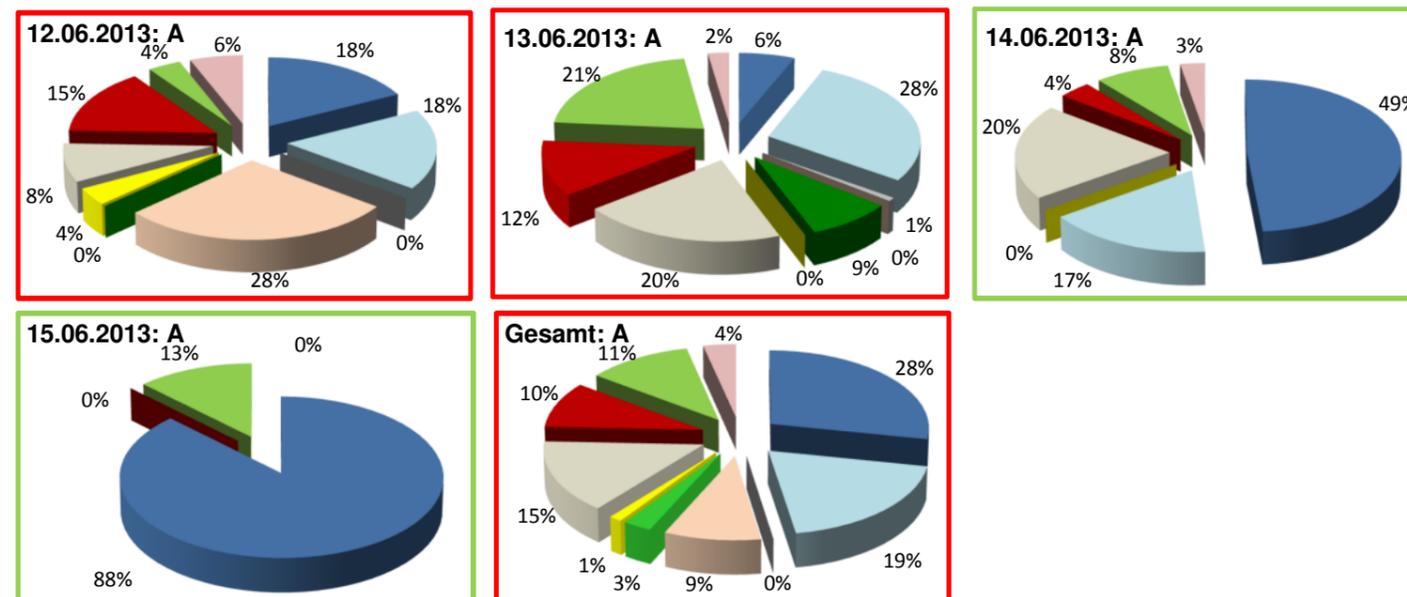


Bild A.59 Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)



Tabelle A.41 Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)

KW / Monat		24 KW / Juni 2013				Ges
Datum		12.	13.	14.	15.	
Wo-Tag		Mi	Do	Fr	Sa	
BA-Zahl		4	4	3	2	
Decke über OG	Haupttätigkeit	20%	13%	45%	90%	31%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	18%	26%	18%	0%	19%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	0%	0%	0%	0%
Hilfskonstruktion Plattform - DOKA		20%	0%	0%	0%	8%
Material kaufen		0%	0%	0%	0%	0%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	4%	0%	0%	0%	2%
ablaufbedingt	Unterbrechung	10%	18%	23%	0%	15%
störungsbedingt		17%	11%	0%	0%	9%
erholungsbedingt		4%	27%	11%	10%	12%
eigene Pause		7%	5%	4%	0%	5%
Beurteilung pro Tag (Option B)						

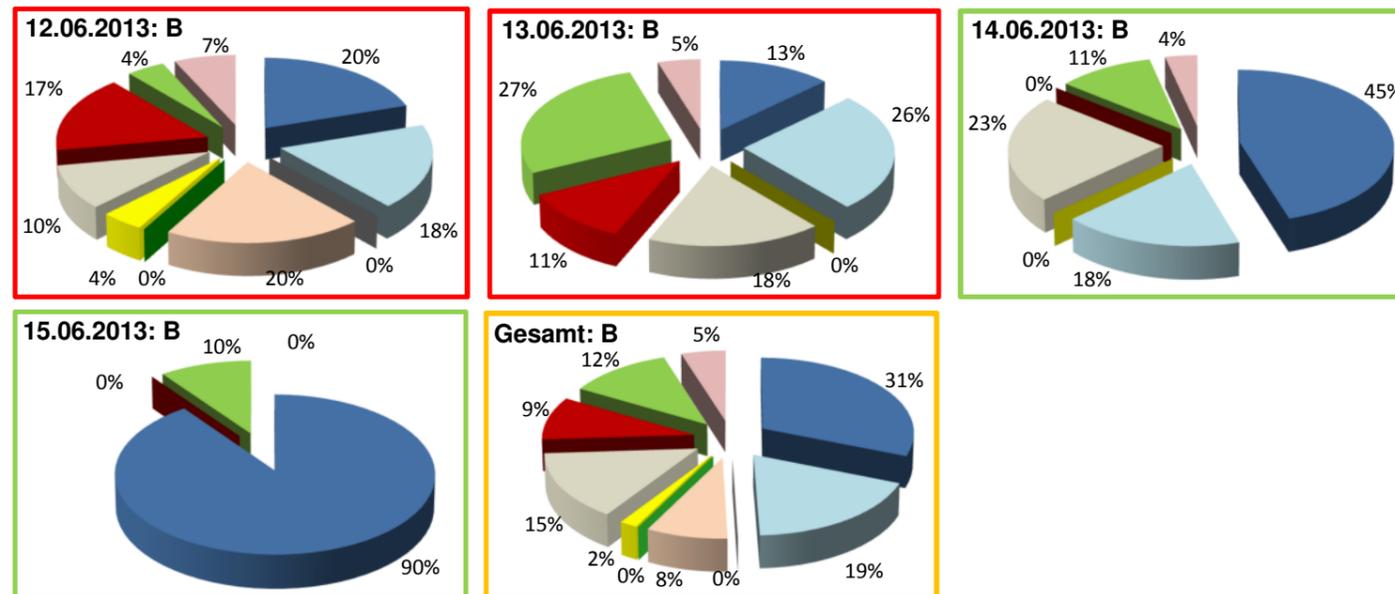


Bild A.60 Decke über OG – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)



Tabelle A.42 Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)

KW / Monat		KW 24 / Juni 2013				Ges.
		12.	13.	14.	15.	
Datum		Mi	Do	Fr	Sa	
Wo-Tag		5	5	4	3	
BA-Zahl						
Decke über OG	Haupttätigkeit	18%	6%	49%	88%	28%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	18%	28%	17%	0%	19%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	1%	0%	0%	0%
Hilfskonstruktion Plattform - DOKA		28%	0%	0%	0%	9%
Material kaufen		0%	9%	0%	0%	3%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		4%	0%	0%	0%	1%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	8%	20%	13%	0%	13%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	0%
Vorbereitung des AG, Kranstehzeit, LKW Ankunft, Wartezeit		1%	1%	7%	0%	3%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	0%	6%	4%	0%	3%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		0%	6%	0%	0%	2%
ungenauere Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		15%	0%	0%	0%	5%
Wartezeit	Erholungsbedingt	4%	21%	8%	13%	11%
eigene Pause	Persönlich bedingt	6%	2%	3%	0%	4%
vorgegebene Pause		0%	0%	0%	0%	0%
Abwesenheit		0%	0%	0%	0%	0%
Beurteilung pro Tag (Option A)						

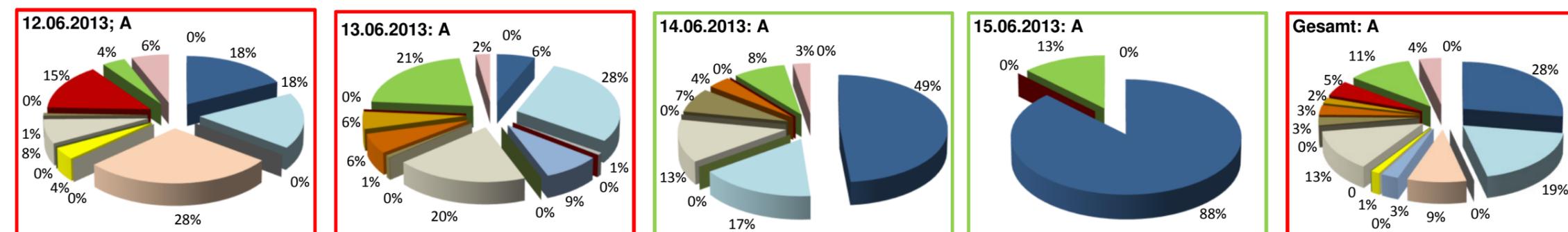


Bild A.61 Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)

Tabelle A.43 Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)



KW / Monat		KW 24 / Juni 2013				Ges.
		12.	13.	14.	15.	
Datum		Mi	Do	Fr	Sa	
Wo-Tag						
BA-Zahl		4	4	3	2	
Decke über OG	Haupttätigkeit	20%	13%	45%	90%	31%
Arbeitsvorbereitung, zusammenräumen	Nebentätigkeit	18%	26%	18%	0%	19%
Transport entladen, Airbags, zwischenlagern		0%	0%	0%	0%	0%
Hilfskonstruktion Plattform - DOKA		20%	0%	0%	0%	8%
Material kaufen		0%	0%	0%	0%	0%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		4%	0%	0%	0%	2%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	9%	16%	14%	0%	12%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	0%
Vorbereitung des AG, Kranstehzeit, LKW Ankunft, Wartezeit		1%	2%	8%	0%	3%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	0%	0%	0%	0%	0%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		0%	11%	0%	0%	3%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		17%	0%	0%	0%	7%
Wartezeit	Erholungsbedingt	4%	27%	11%	10%	12%
eigene Pause	Persönlich bedingt	7%	5%	4%	0%	5%
vorgegebene Pause		0%	0%	0%	0%	0%
Abwesenheit		0%	0%	0%	0%	0%
Beurteilung pro Tag (Option B)						

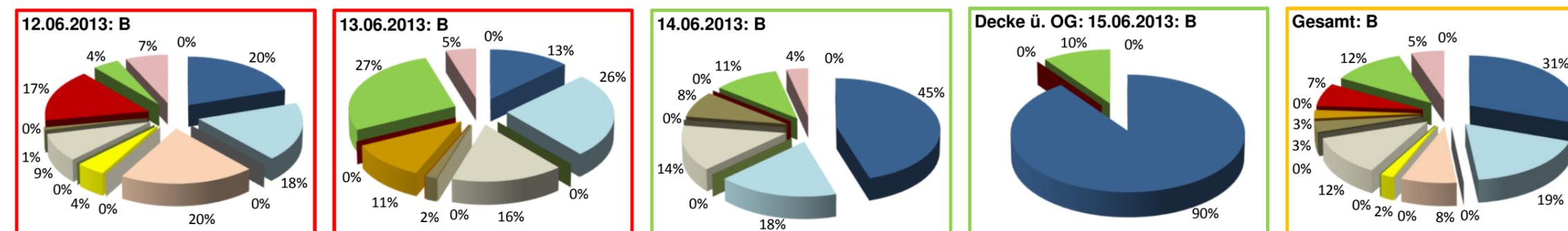


Bild A.62 Decke über OG – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)

Tabelle A.44 Dachplatten – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)



KW / Monat		24-25-26 KW Juni 2013							Ges
Datum		12.	17.	18.	19.	20.	21.	24.	
Wo-Tag		Di	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	
BA-Zahl		5	6	6	6	5	5	6	
Dachplatten	Haupttätigkeit	42%	12%	15%	21%	20%	65%	49%	26%
Arbeitsvorbereitung, Zusammenräumen	Nebentätigkeit	15%	13%	17%	16%	4%	3%	19%	13%
Transport abladen, Airbag, Zwischenlagern		3%	13%	5%	4%	6%	21%	11%	7%
Paletten mit Gipskarton und Profilen		0%	2%	0%	0%	6%	0%	0%	2%
Lüftungszentrale hinaufbringen		0%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	1%
Zaun montieren		0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	1%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	2%	0%	2%	2%	0%	0%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	23%	24%	25%	17%	25%	0%	8%	20%
störungsbedingt		3%	22%	23%	36%	12%	0%	3%	17%
erholungsbedingt		3%	4%	12%	2%	0%	12%	2%	4%
eigene Pause		11%	3%	2%	1%	21%	0%	7%	8%
Beurteilung pro Tag (Option A)									

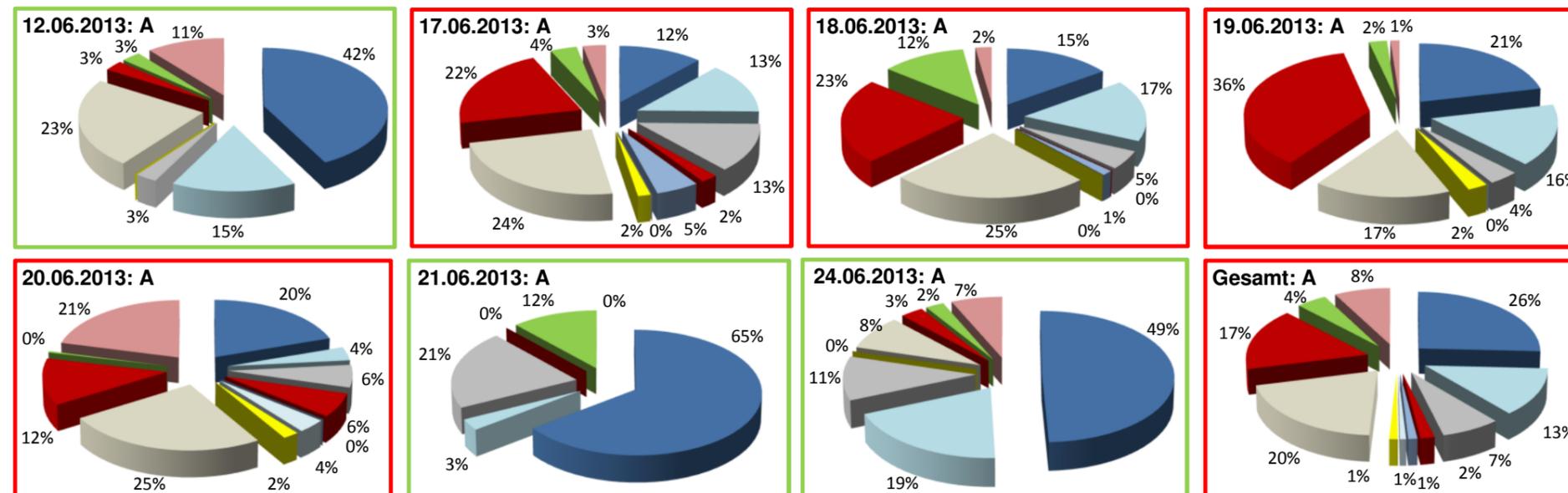


Bild A.63 Dachplatten (ohne Easi-Edge) – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option A)

Tabelle A.45 Dachplatten – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)



KW / Monat		24-25-26 KW Juni 2013							Ges
Datum		12.	17.	18.	19.	20.	21.	24.	
Wo-Tag		Di	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	
BA-Zahl		4	5	5	5	5	5	5	
Dachplatten	Haupttätigkeit	42%	17%	22%	55%	20%	65%	49%	32%
Arbeitsvorbereitung, Zusammenräumen	Nebentätigkeit	15%	14%	22%	3%	4%	3%	19%	12%
Transport abladen, Airbag, Zwischenlagern		3%	16%	5%	9%	6%	21%	11%	8%
Paletten mit Gipskarton und Profilen		0%	3%	0%	0%	6%	0%	0%	2%
Lüftungszentrale hinaufbringen		0%	7%	2%	0%	0%	0%	0%	1%
Zaun montieren		0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	1%
zusätzliche Tätigkeit	Zusätzl. Tätigkeit	0%	2%	0%	6%	2%	0%	0%	1%
ablaufbedingt	Unterbrechung	23%	26%	25%	19%	25%	0%	8%	20%
störungsbedingt		3%	7%	5%	0%	12%	0%	3%	6%
erholungsbedingt		3%	5%	17%	6%	0%	12%	2%	5%
eigene Pause		11%	4%	3%	2%	21%	0%	7%	9%
Beurteilung pro Tag (Option B)									

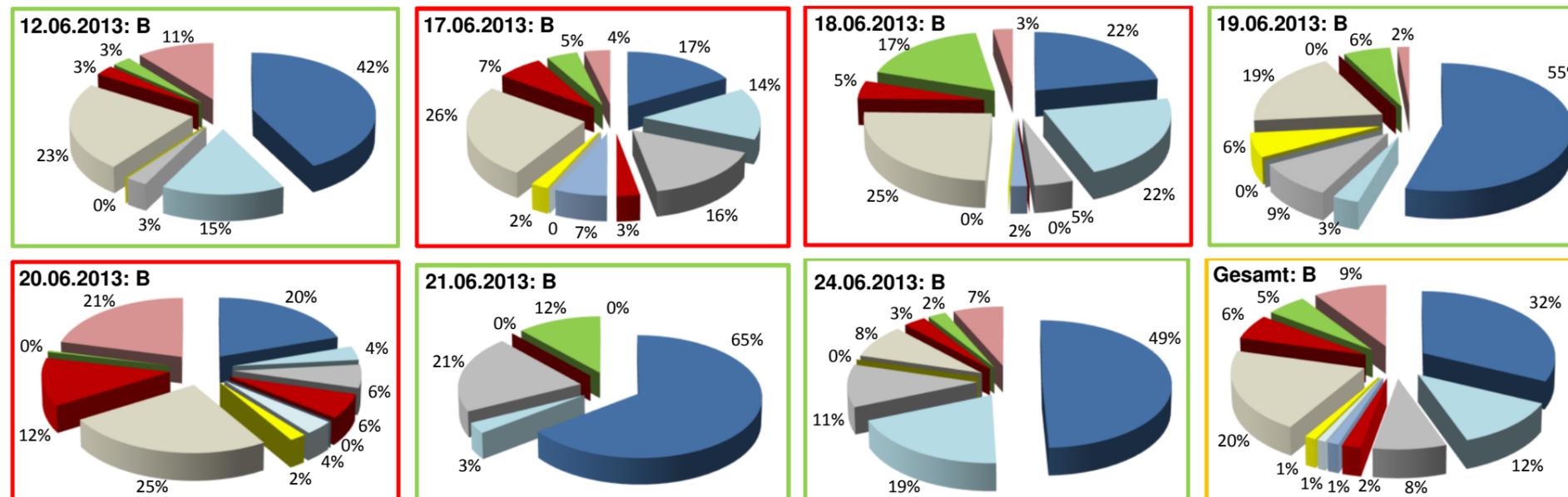


Bild A.64 Dachplatten – Beurteilung der Tage und der gesamten Bauzeit nach Tätigkeiten und Unterbrechungen (Option B)

Tabelle A.46 Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)



KW / Monat		KW 24 / Juni 2013							Ges.
Datum		12.	17.	18.	19.	20.	21.	24.	
Wo-Tag		Di	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	
BA-Zahl		5	6	6	6	5	5	6	
Decke über OG	Haupttätigkeit	42%	12%	15%	21%	20%	65%	49%	26%
Arbeitsvorbereitung, Zusammenräumen	Nebentätigkeit	15%	13%	17%	16%	4%	3%	19%	13%
Transport abladen, Airbag, Zwischenlagern		3%	13%	5%	4%	6%	21%	11%	7%
Paletten mit Gipskarton und Profilen		0%	2%	0%	0%	6%	0%	0%	2%
Lüftungszentrale hinaufbringen		0%	5%	1%	0%	0%	0%	0%	1%
Zaun montieren	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	1%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		0%	2%	0%	2%	2%	0%	0%	1%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	0%	11%	14%	14%	4%	0%	3%	8%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
Vorbereitung des AG, Kranstezeit, LKW Ankunft, Wartezeit		23%	13%	11%	2%	19%	0%	5%	12%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	0%	19%	18%	36%	8%	0%	0%	14%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		3%	0%	4%	0%	4%	0%	0%	2%
ungenauere Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		0%	2%	0%	0%	0%	0%	3%	1%
Wartezeit	Erholungsbedingt	3%	4%	12%	2%	0%	12%	2%	4%
eigene Pause	Persönlich bedingt	11%	3%	2%	1%	16%	0%	2%	6%
vorgegebene Pause		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Abwesenheit		0%	0%	0%	0%	5%	0%	4%	2%
Beurteilung pro Tag (Option A)									

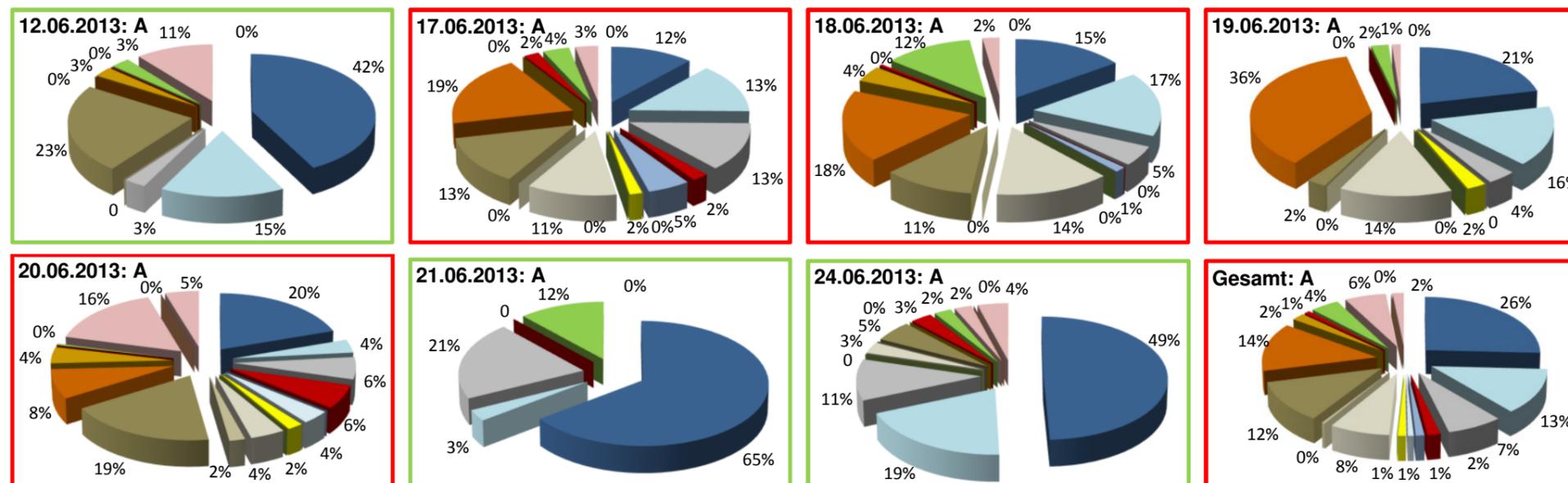


Bild A.65 Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option A)



Tabelle A.47 Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)

KW / Monat		KW 24 / Juni 2013							Ges.
Datum		12.	17.	18.	19.	20.	21.	24.	
Wo-Tag		Di	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	
BA-Zahl		4	5	5	5	5	5	5	
Decke über OG	Haupttätigkeit	42%	17%	22%	55%	20%	65%	49%	32%
Arbeitsvorbereitung, Zusammenräumen	Nebentätigkeit	15%	14%	22%	3%	4%	3%	19%	12%
Transport abladen, Airbag, Zwischenlagern		3%	16%	5%	9%	6%	21%	11%	8%
Paletten mit Gipskarton und Profilen		0%	3%	0%	0%	6%	0%	0%	2%
Lüftungszentrale hinaufbringen		0%	7%	2%	0%	0%	0%	0%	1%
Zaun montieren	Zusätzl. Tätigkeit	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%	1%
Bodenplatte Rand - Unebenheiten bereinigen (AG Fundamentplatte)		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kran aufstellen		0%	2%	0%	6%	2%	0%	0%	1%
Tätigkeit für andere Baustelle		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Plan lesen, Diskussionen, Arbeitsfortschritte abstimmen, Schulung durch AG	Ablaufbedingt	0%	9%	11%	13%	4%	0%	3%	6%
Kontrolle Kabel, Baubegehung		0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	1%
Vorbereitung des AG, Kranstezeit, LKW Ankunft, Wartezeit		23%	17%	13%	6%	19%	0%	5%	14%
fehlende Dokumente, Bewilligungen, ungenaue Planung	Störungsbedingte Unterbrechung	0%	4%	0%	0%	8%	0%	0%	3%
Teile sortieren, Werkzeug holen, Material kaufen, Improvisation Bauteile, fehlende Führung, Pause Kranfahrer		3%	0%	4%	0%	4%	0%	0%	2%
ungenau Ausführung der Vorarbeiten, enge Aussparungen, kein Strom, schlechter Boden		0%	3%	1%	0%	0%	0%	3%	1%
Wartezeit	Erholungsbedingt	3%	5%	17%	6%	0%	12%	2%	5%
eigene Pause	Persönlich bedingt	11%	4%	3%	2%	16%	0%	2%	7%
vorgegebene Pause		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Abwesenheit		0%	0%	0%	0%	5%	0%	4%	2%
Beurteilung pro Tag (Option B)									

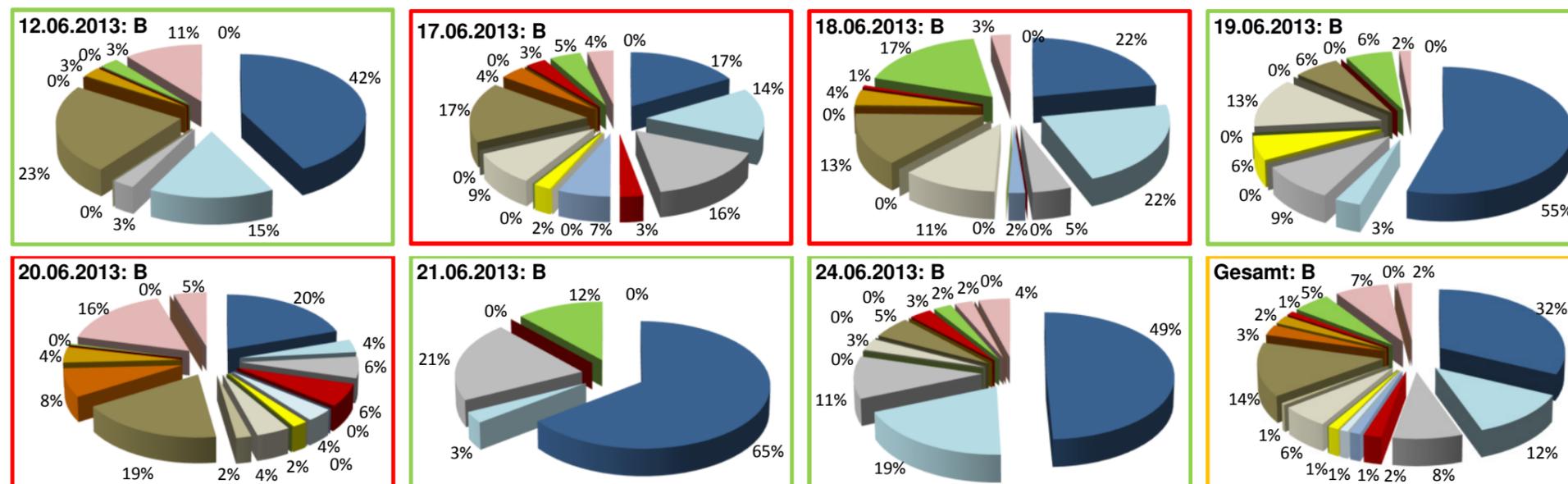


Bild A.66 Dachplatten – Verteilung der Tätigkeiten und Unterbrechungen pro Tag und über gesamte Bauzeit (Option B)

Montage Decke über EG + Verschraubung

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

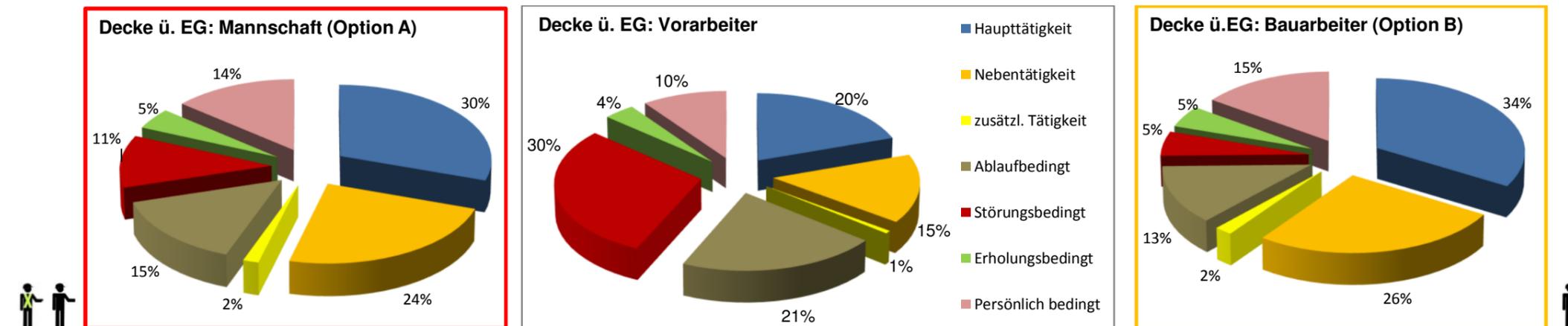


Bild A.67 Decke über EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

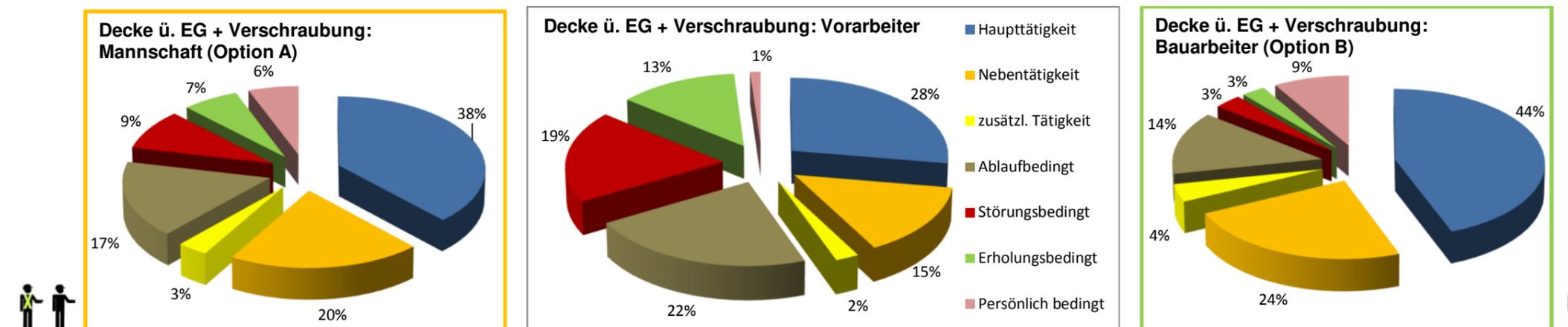


Bild A.68 Decke über EG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 2b

Montage Decke über EG + Verschraubung

Verteilung der Arbeitszeiten (Variante 3 – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

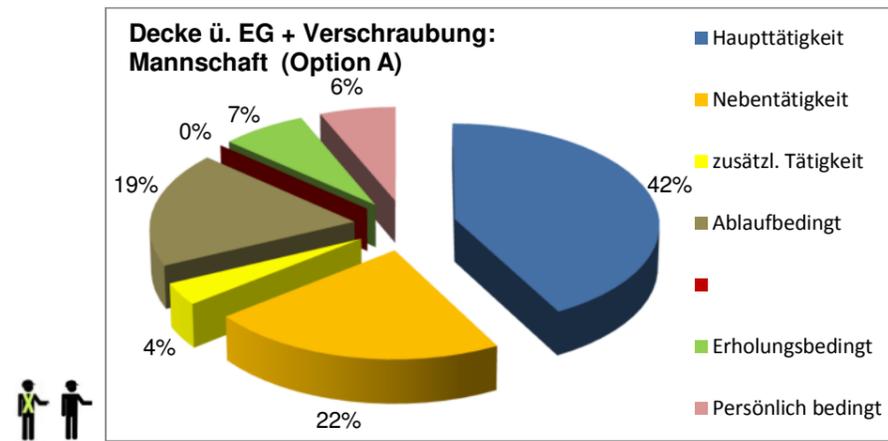


Bild A.69 Decke über EG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Decke über EG + Easi-Edge + Verschraubung

Haupttätigkeit:	>41%	 Gut
Haupttätigkeit:	>31%	 Mittel
Haupttätigkeit:	<30%	 Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

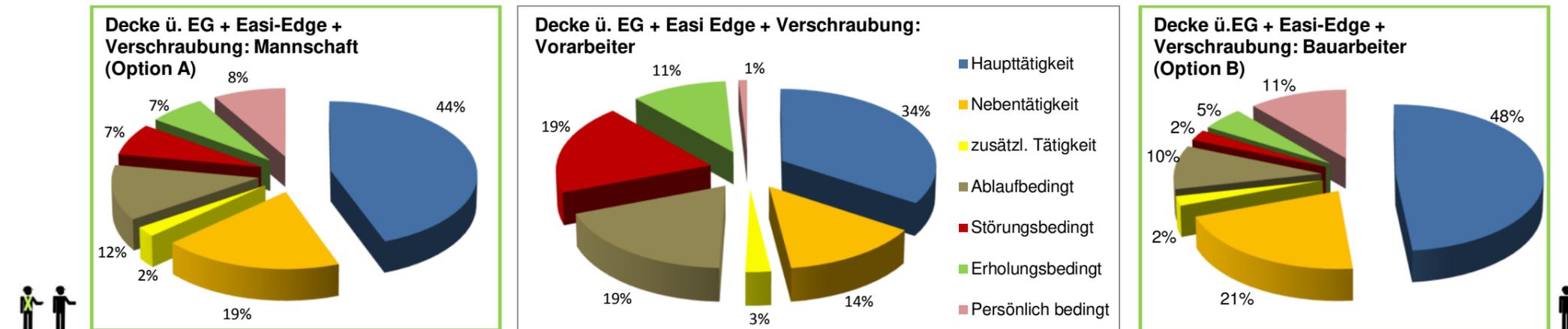


Bild A.70 Decke über EG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

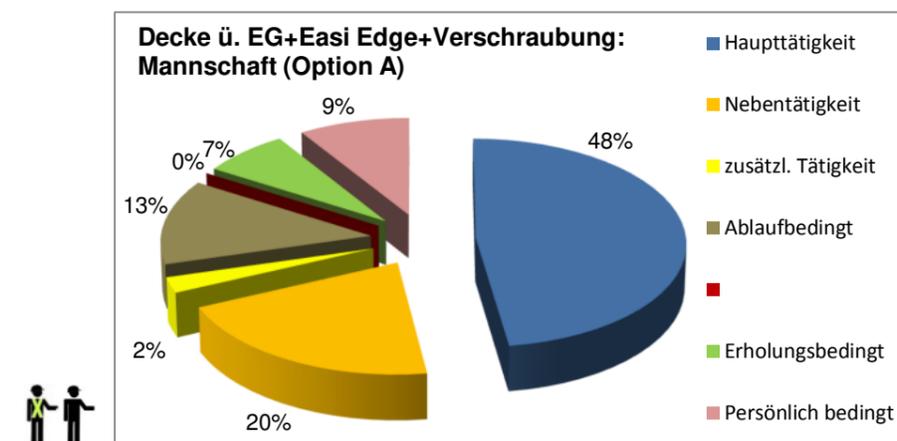


Bild A.71 Decke über EG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Decke über OG (Technik) + Verschraubung

Haupttätigkeit:	>41%	■ Gut
Haupttätigkeit:	>31%	■ Mittel
Haupttätigkeit:	<30%	■ Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

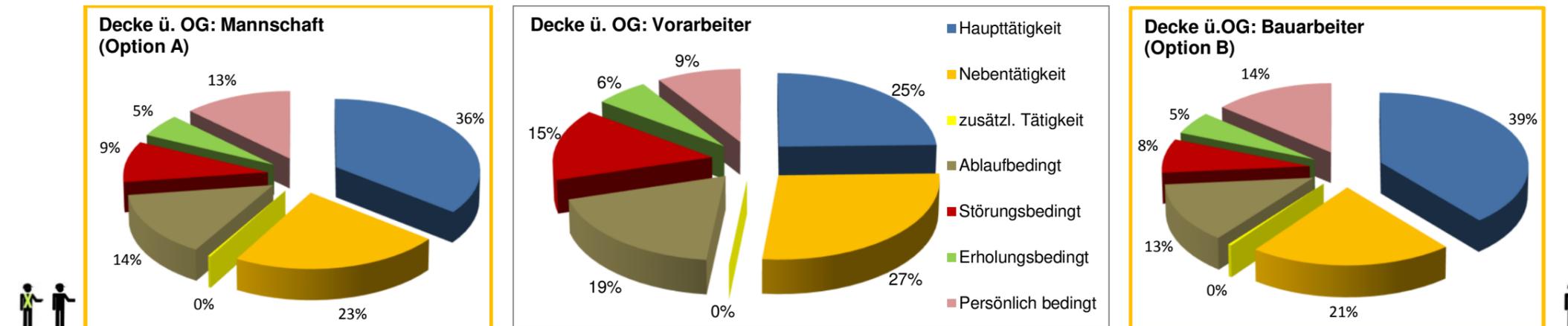


Bild A.72 Decke über OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

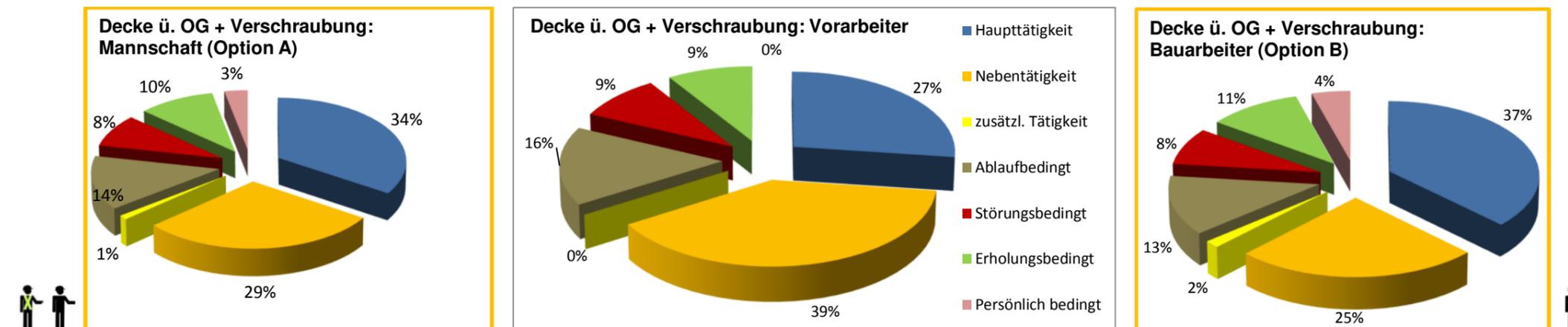


Bild A.73 Decke über OG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke ü. OG stehen – Variante 2b

Montage Decke über OG + Verschraubung

Verteilung der Arbeitszeiten (Variante 3 – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

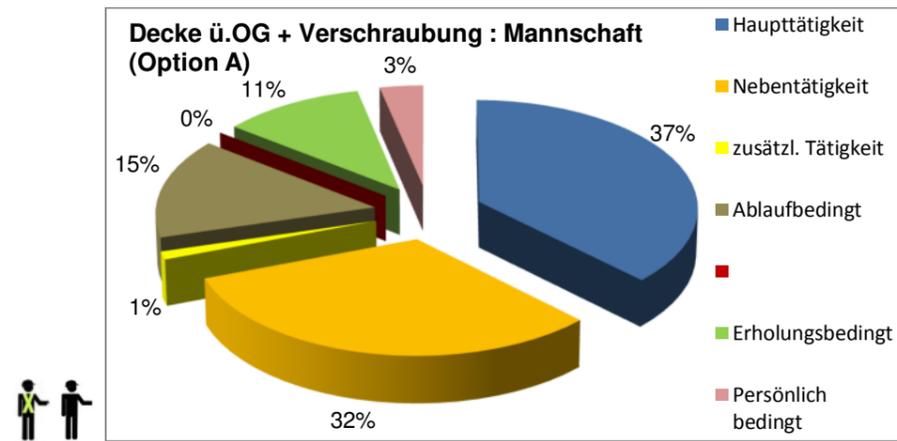


Bild A.74 Decke über OG + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Decke über OG (Technik) + Easi-Edge + Verschraubung

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

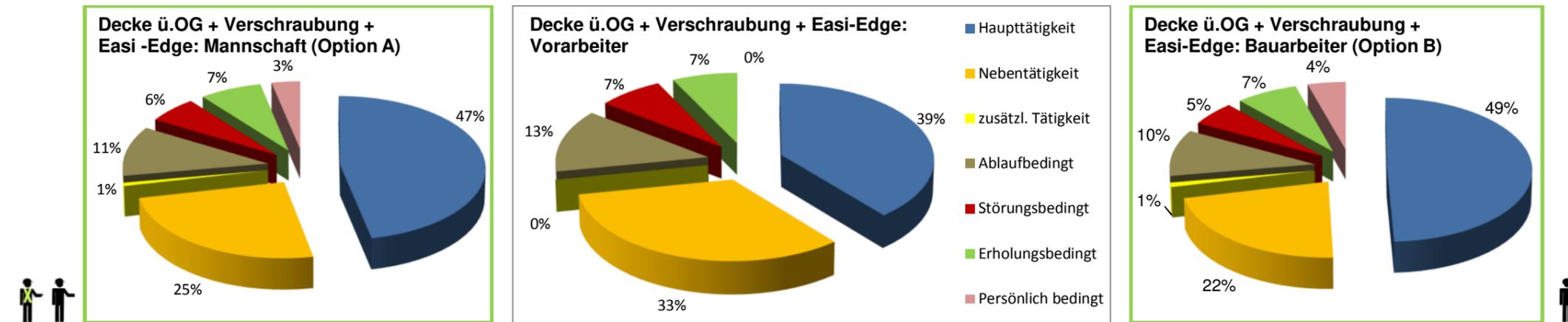


Bild A.75 Decke über OG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

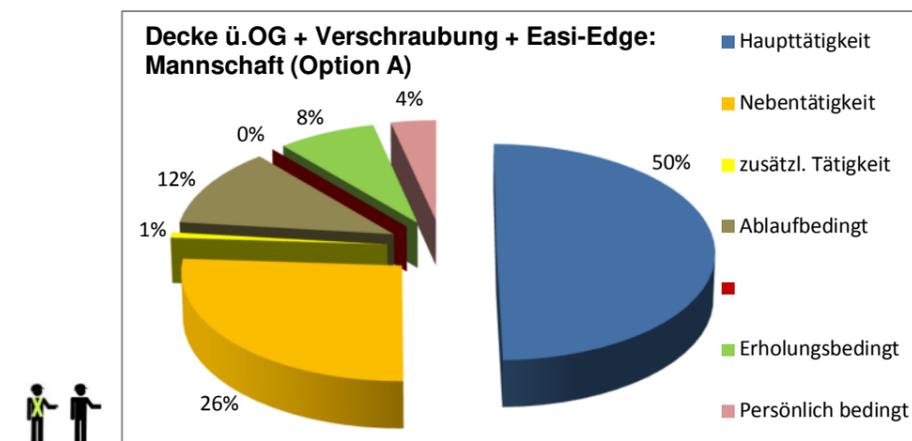


Bild A.76 Decke über OG + Easi-Edge + Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Dachplatten (ohne Verschraubung)

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

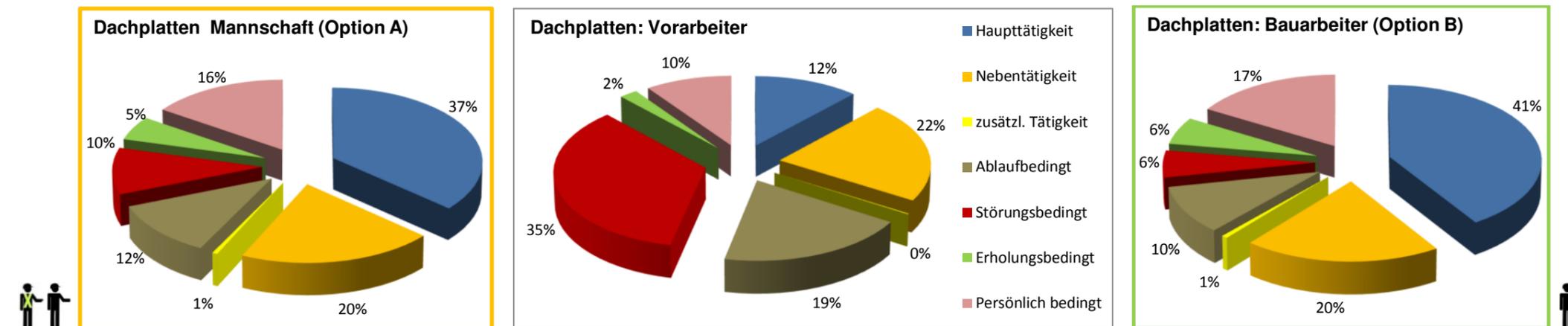


Bild A.77 Dachplatten – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b



Bild A.78 Dachplatten ohne Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 2b

Montage Dachplatten (ohne Verschraubung)

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b



Bild A.79 Dachplatten ohne Verschraubung – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Montage Dachplatten (ohne Verschraubung) + Easi-Edge

Haupttätigkeit:	>41%	■ Gut
Haupttätigkeit:	>31%	■ Mittel
Haupttätigkeit:	<30%	■ Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

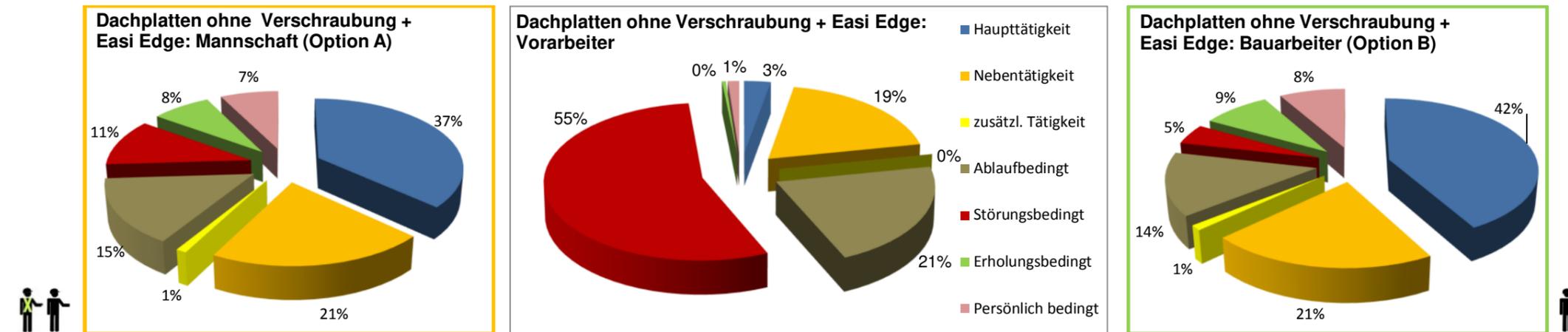


Bild A.80 Dachplatten ohne Verschraubung + Easi-Edge – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

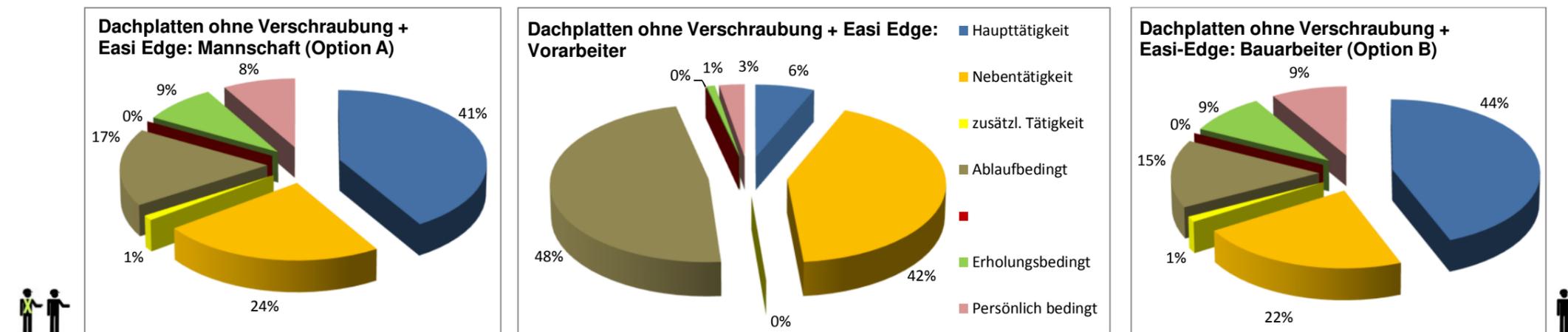


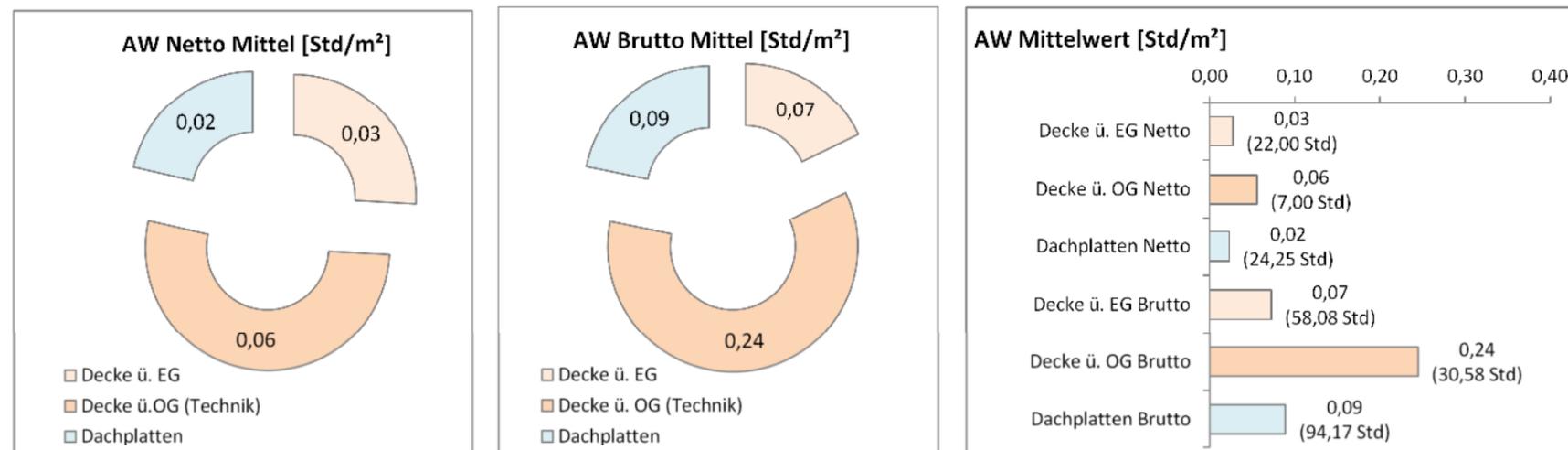
Bild A.81 Dachplatten ohne Verschraubung + Easi-Edge – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Tabelle A.48 Montage der Decken (exkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte

Decke	[m ²]	[m ³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Decke über EG	800,11	190,40	32,7 %	22,00	58,08	22,33	58,67	0,03	0,07	0,03	0,07
Decke über OG (Technik)	125,10	17,5	3,0%	7,00	30,58	12,92	37,67	0,06	0,24	0,10	0,30
Dachplatten	1.061,65	116,37	20,0%	24,25	94,17	24,25	95,00	0,02	0,09	0,02	0,09
	1.986,86	324,27	55,7%	53,25	182,83	59,50	191,34	0,03	0,09	0,03	0,10
				Variante 2a		Variante 2b		Variante 2a		Variante 2b	



Variante 2a



Variante 2b

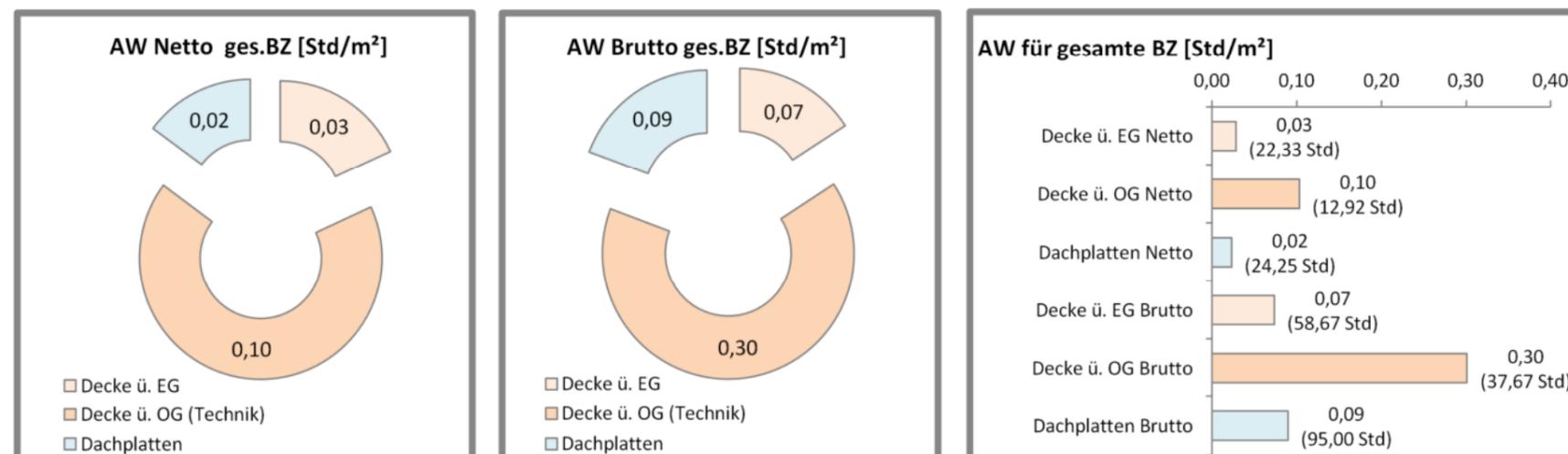


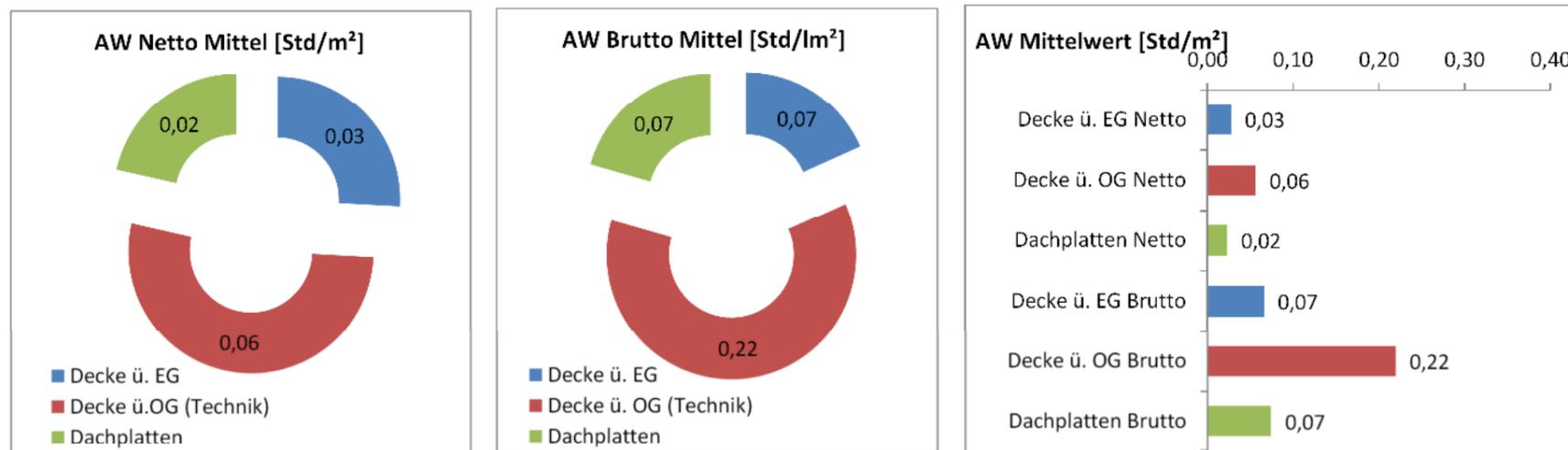
Bild A.82 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten – Variante 2a und 2b

Tabelle A.49 Montage der Decken (exkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen) und Aufwandswerte

Decke	[m ²]	[m ³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Decke über EG	800,11	190,40	32,7 %	22,00	52,75	22,33	53,33	0,03	0,07	0,03	0,07
Decke über OG (Technik)	125,10	17,5	3,0%	7,00	27,42	12,92	34,50	0,06	0,22	0,10	0,28
Dachplatten	1.061,65	116,37	20,0%	24,25	78,50	24,25	79,33	0,02	0,07	0,02	0,07
	1.986,86	324,27	55,7%	53,25	158,67	59,50	167,16	0,03	0,08	0,03	0,08
				Variante 3a		Variante 3b		Variante 3a		Variante 3b	



Variante 3a (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)



Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

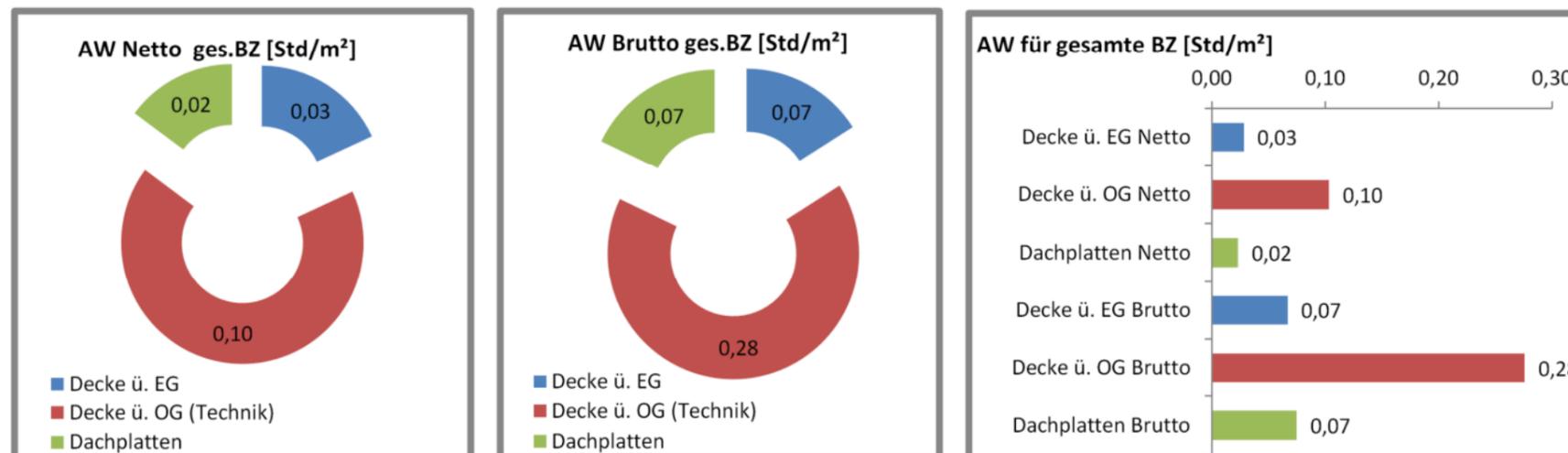


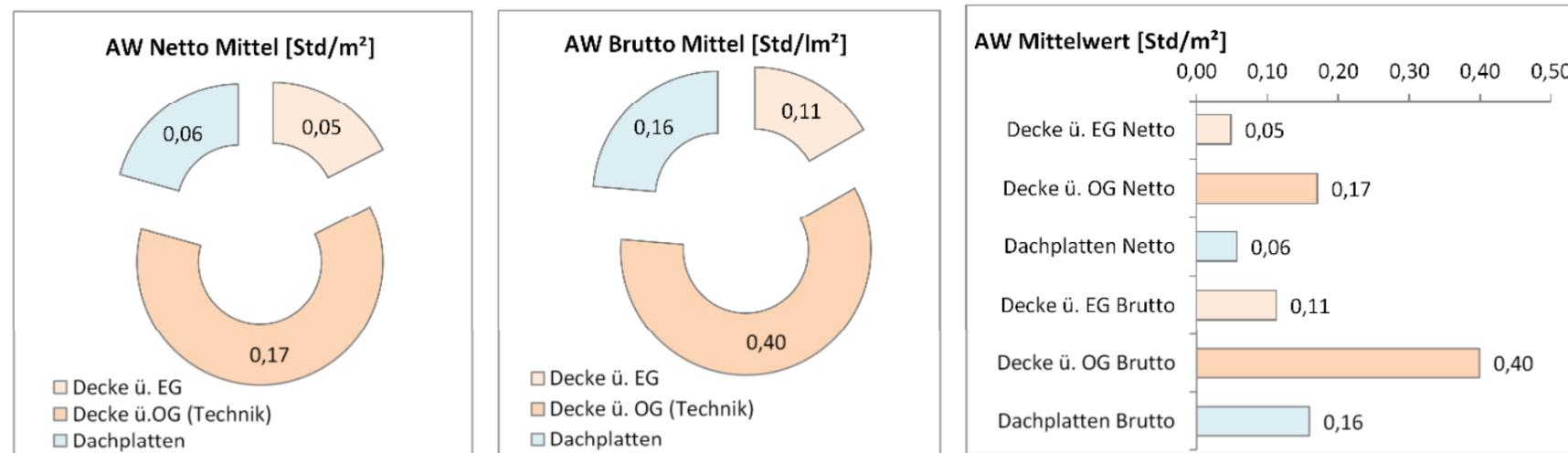
Bild A.83 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Tabelle A.50 Montage der Decken (inkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte

Decke	[m ²]	[m ³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Decke über EG	800,11	190,40	32,7 %	38,92	89,92	42,17	95,17	0,05	0,11	0,05	0,12
Decke über OG (Technik)	125,10	17,5	3,0%	21,33	49,92	27,25	57,00	0,17	0,40	0,22	0,46
Dachplatten	1.061,65	116,37	20,0%	60,83	168,67	60,83	174,33	0,06	0,16	0,06	0,16
	1.986,86	324,27	55,7%	121,08	300,51	130,25	326,50	0,06	0,15	0,07	0,16
				Variante 2a		Variante 2b		Variante 2a		Variante 2b	



Variante 2a



Variante 2b

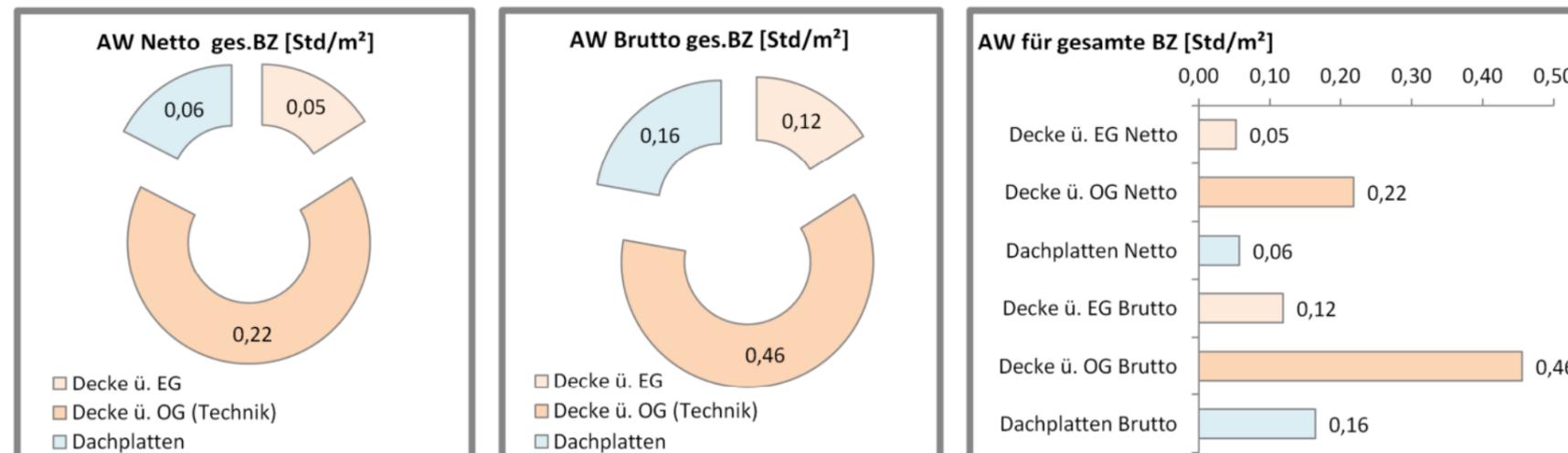


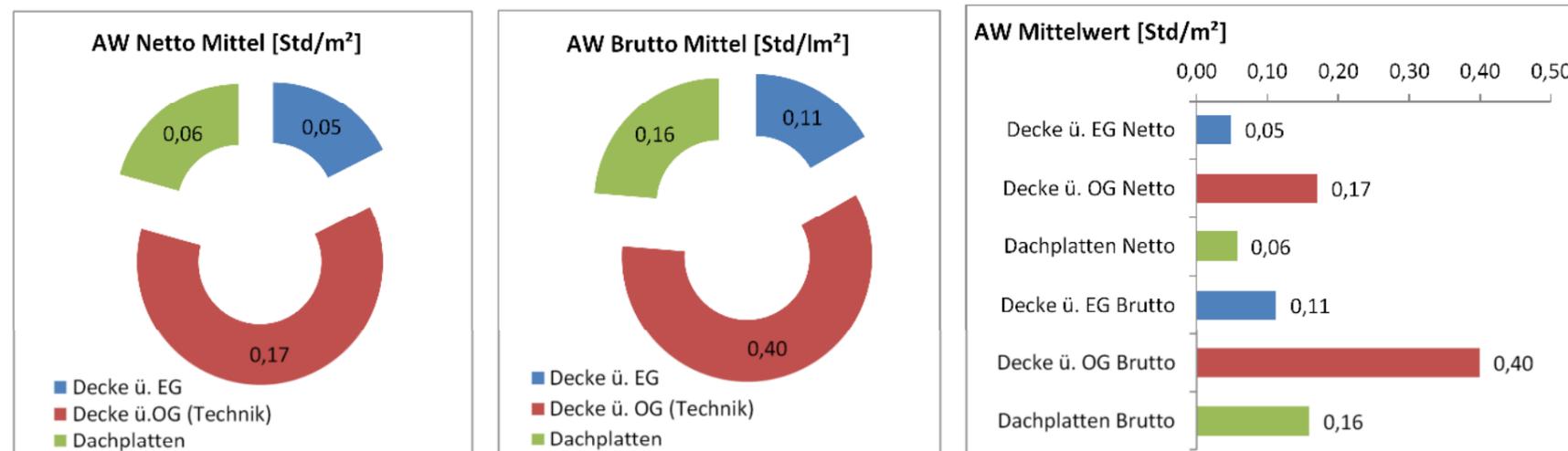
Bild A.84 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten mit Easi-Edge – Variante 2a und 2b

Tabelle A.51 Montage der Decken (inkl. Easi-Edge) – Menge, Arbeitszeit (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen) und Aufwandswerte

Decke	[m ²]	[m ³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Decke über EG	800,11	190,40	32,7 %	38,92	88,58	42,17	93,83	0,05	0,11	0,05	0,12
Decke über OG (Technik)	125,10	17,5	3,0%	21,33	46,67	27,25	53,75	0,17	0,40	0,22	0,46
Dachplatten	1.061,65	116,37	20,0%	60,83	166,58	60,83	167,42	0,06	0,16	0,06	0,16
	1.986,86	324,27	55,7%	121,08	301,83	130,25	315,00	0,06	0,15	0,07	0,16
				Variante 3a		Variante 3b		Variante 3a		Variante 3b	



Variante 3a (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)



Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

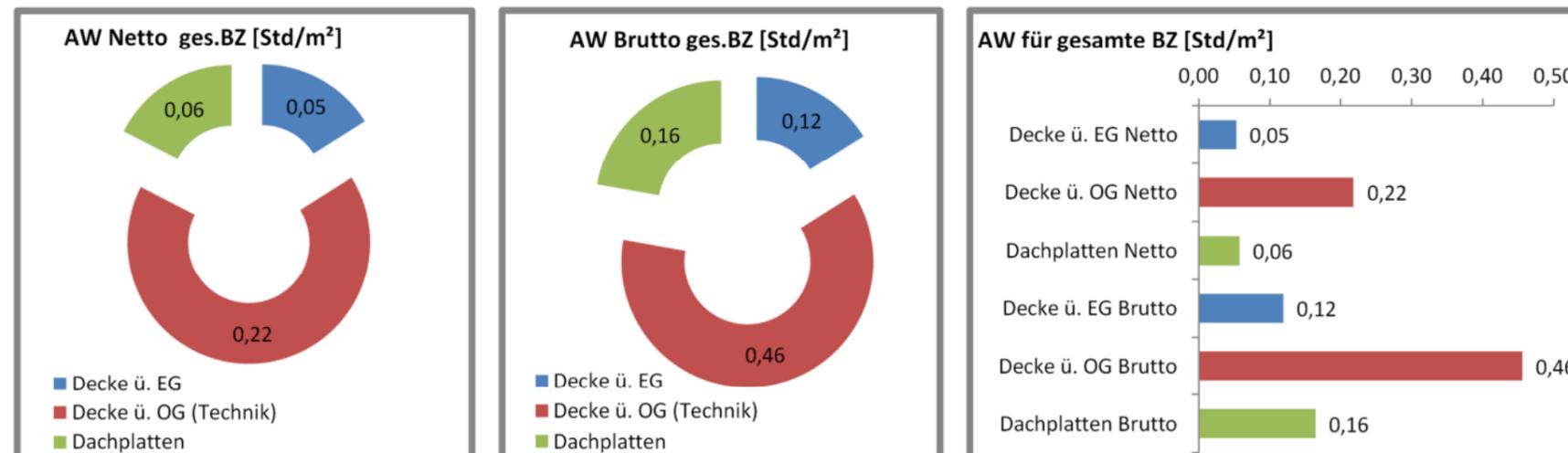


Bild A.85 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG, OG und Dachplatten mit Easi-Edge – Variante 3a und 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

A.2.5 Easi-Edge

Easi-Edge – Montage Decke über EG

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

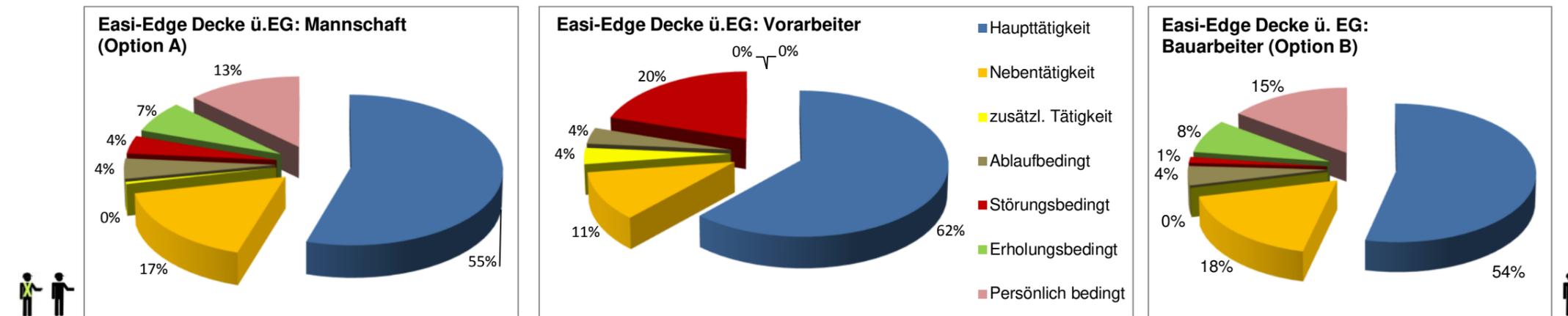


Bild A.86 Easi-Edge Decke über EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

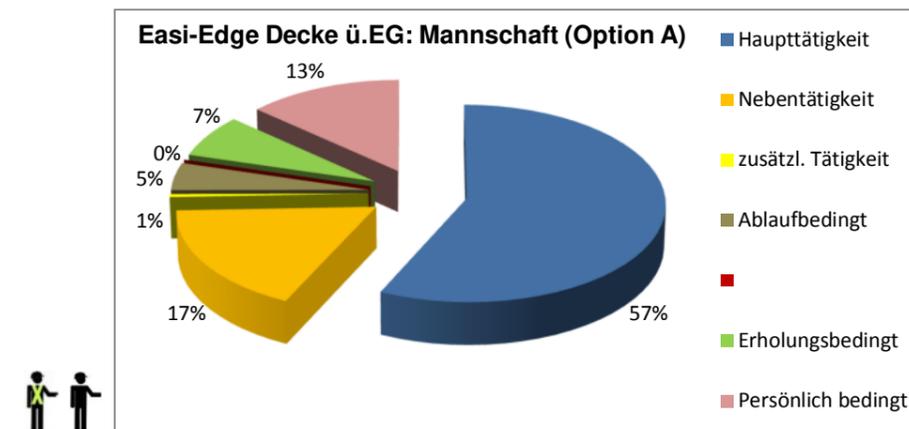


Bild A.87 Easi-Edge Decke über EG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über EG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Easi-Edge – Montage Decke über OG

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

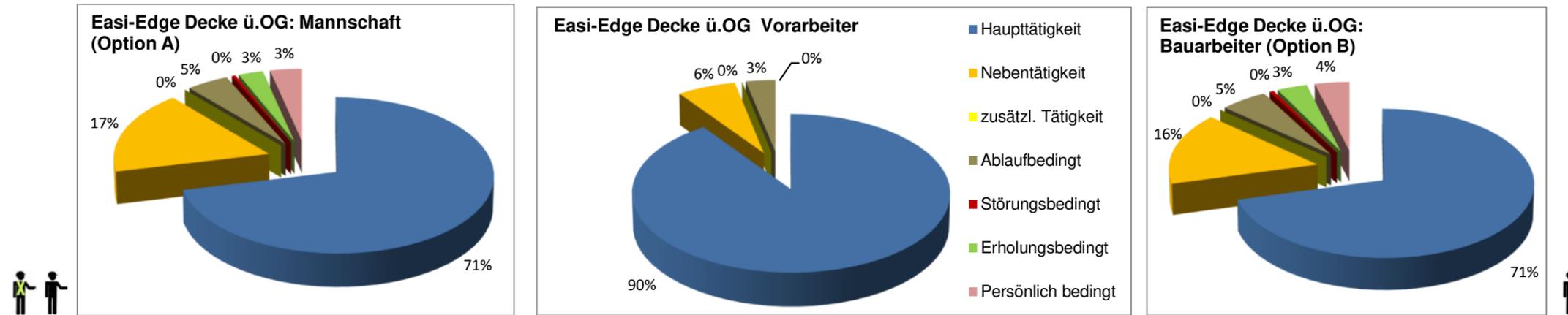


Bild A.88 Easi-Edge Decke über OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

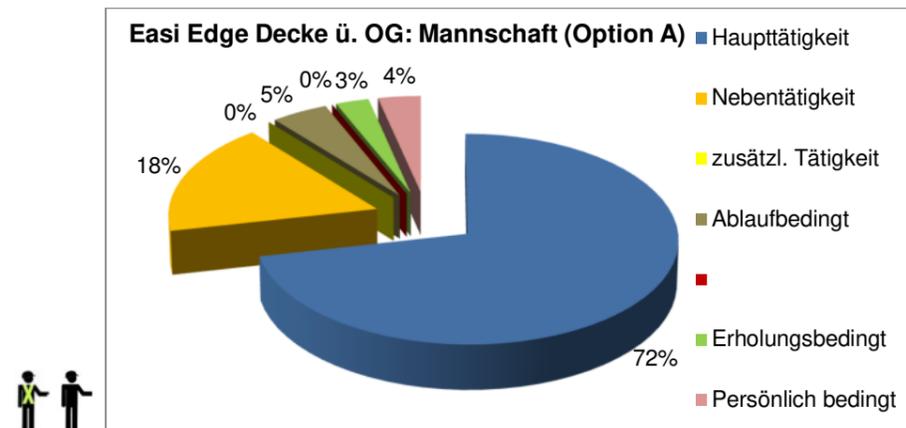


Bild A.89 Easi-Edge Decke über OG – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Decke über OG stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Easi-Edge – Montage Dachplatten

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

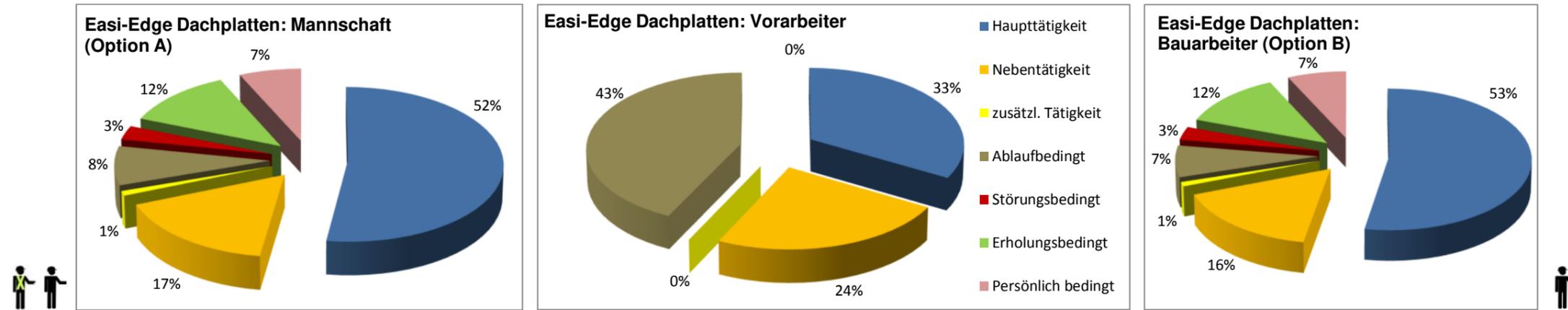


Bild A.90 Easi-Edge Dachplatten – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Variante 3b

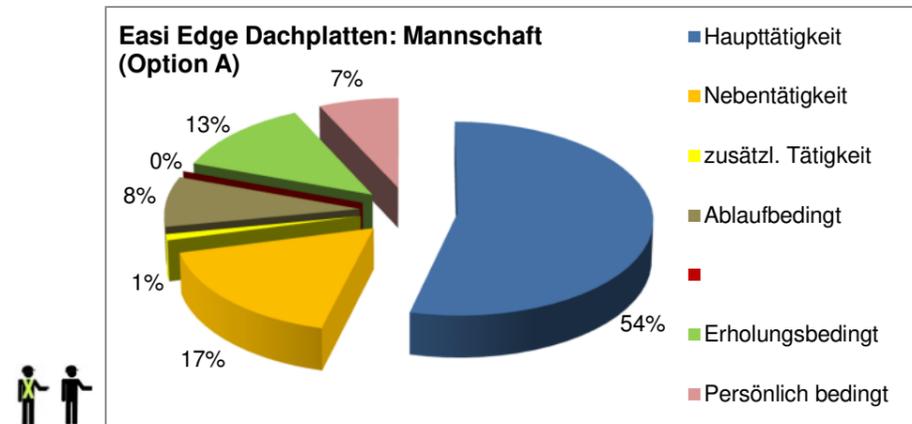


Bild A.91 Easi-Edge Dachplatten – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Dachplatten stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechungen)

Tabelle A.52 Easi-Edge Montage und Demontage – Menge, Arbeitszeit, Aufwandswerte

Easi-Edge	[m ²]	[lfm]	[m ³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Montage EE - Decke über EG	800,11	775	190,40	32,7 %	15,92	30,83	0,02	0,04	0,02	0,04
Montage EE - Decke über OG	125,10	224	17,50	3,0%	5,58	7,83	0,04	0,06	0,02	0,03
Montage EE - Dachplatten	1.061,65	440	116,37	20,0%	32,50	64,00	0,03	0,06	0,07	0,15
Gesamt	1.986,86	1439	324,27	55,7%	54,00	102,66	0,03	0,05	0,04	0,07
Demontage EE - Decke über EG	800,11	775	190,40	32,7 %	3,92	5,67	0,005	0,007	0,005	0,007
Demontage EE - Decke über OG	125,10	224	17,50	3,0%	8,75	11,50	0,07	0,09	0,04	0,05
Gesamt	925,21	999	207,90	35,7%	12,67	17,17	0,01	0,02	0,01	0,02
					Variante 2b		[Std/m ²]	[Std/lfm]		



Option A ; Aufwandswerte für die Arbeitszeit inklusive und exklusive störungsbedingter Unterbrechungen bringen gleiche Ergebnisse

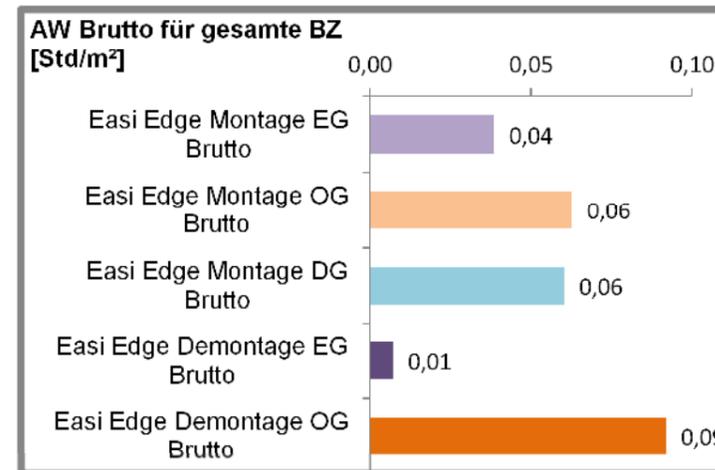
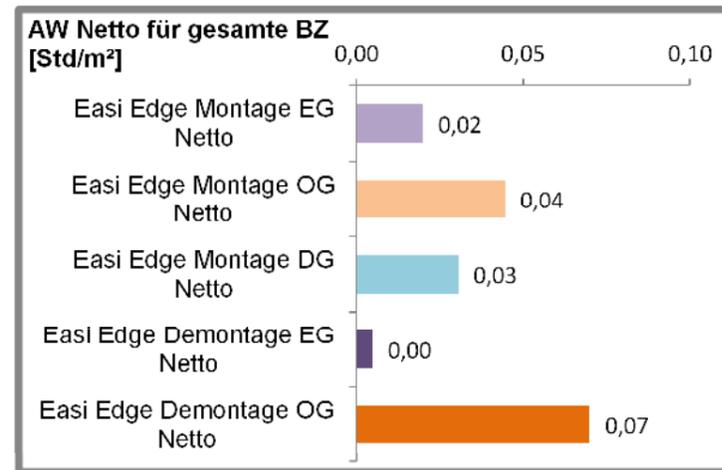


Bild A.92 Aufwandswerte Netto und Brutto – Easi-Edge [Std/m²]

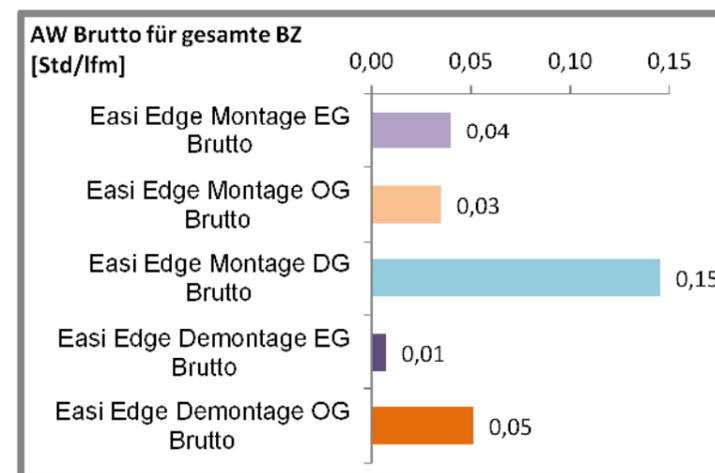
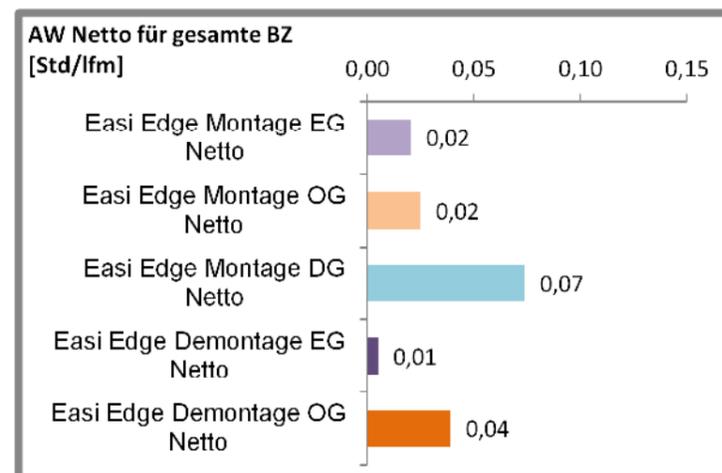


Bild A.93 Aufwandswerte Netto und Brutto – Easi-Edge [Std/lfm]

A.2.6 Brettschichtholz BSH

BSH - Teile

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% <40% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

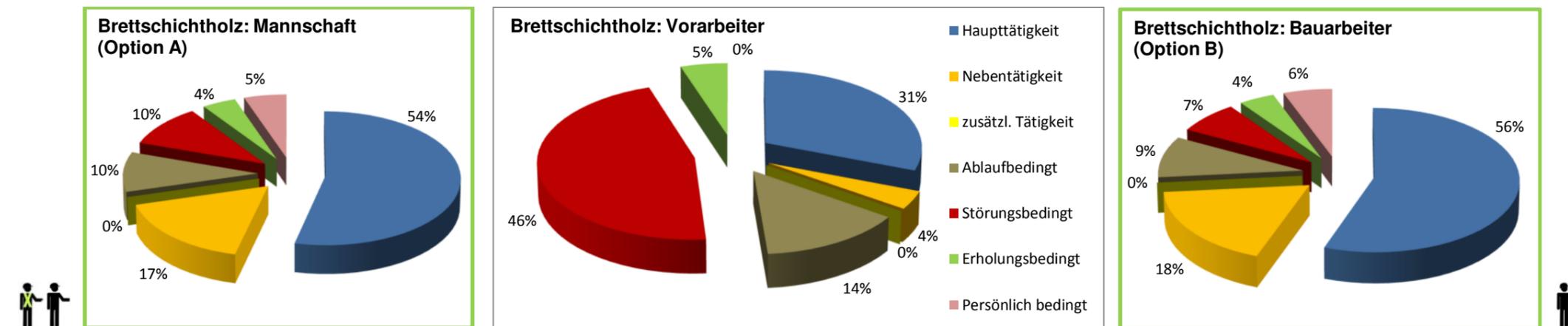


Bild A.94 BSH - Teile – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage BSH-Teile stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechung)

Variante 3b

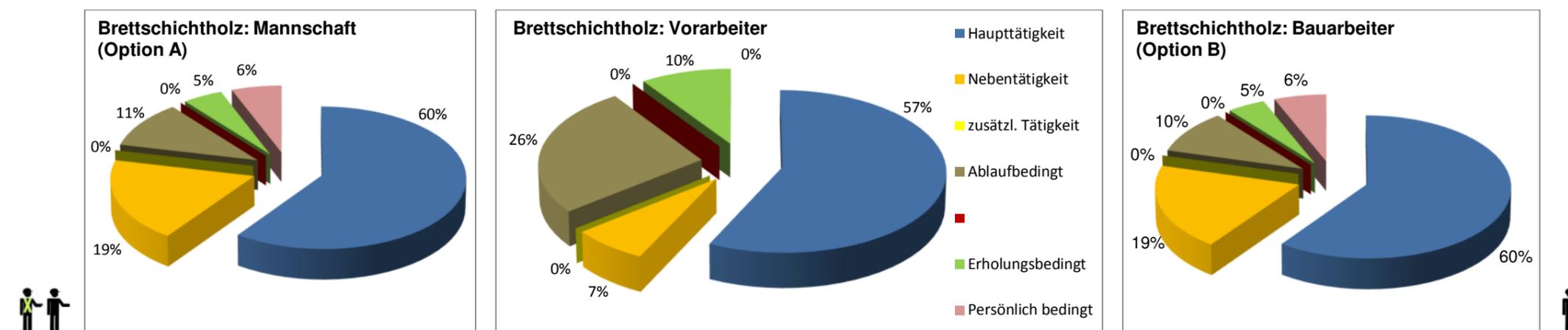


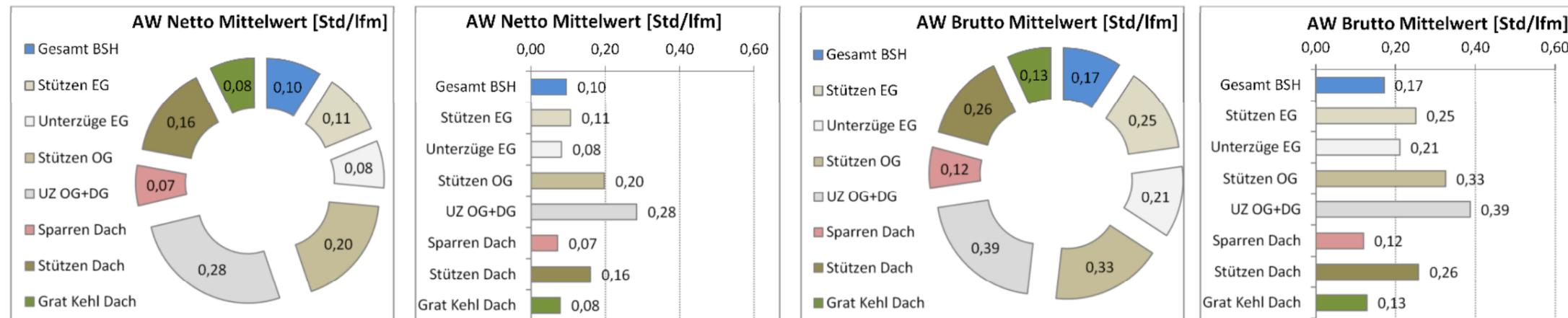
Bild A.95 BSH -Teile – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage BSH-Teile stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)

Tabelle A.53 Montage BSH -Teile – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte

Brettschichtholz BSH	[lfm]	[lfm]	[m³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Stützen EG	28,30	79,50	1,04	0,2%	3,00	7,08	5,17	12,42	0,11	0,25	0,18	0,44
Unterzüge EG	51,20		5,84	1,0%	4,17	10,75	5,42	13,42	0,08	0,21	0,11	0,26
Stützen OG	18,20	39,10	1,37	0,2%	3,58	5,92	8,58	11,17	0,20	0,33	0,32	0,42
Unterzüge OG+DG	20,90		1,76	0,3%	5,92	8,08	8,42	11,58	0,28	0,39	0,40	0,55
Sparren Dach	211,00	242,50	7,80	1,3%	15,00	25,17	17,67	29,50	0,07	0,12	0,08	0,14
Stützen Dach	6,80		0,33	0,1%	1,08	1,75	1,08	1,75	0,16	0,26	0,16	0,26
Grat Kehl Dach	24,70		2,00	0,3%	1,92	3,17	1,92	4,92	0,08	0,13	0,08	0,20
Gesamt BSH		361,10	20,14	3,4%	34,67	61,92	46,33	86,33	0,10	0,17	0,13	0,24
					Variante 2a		Variante 2b		Variante 2a		Variante 2b	



Variante 2a



Variante 2b

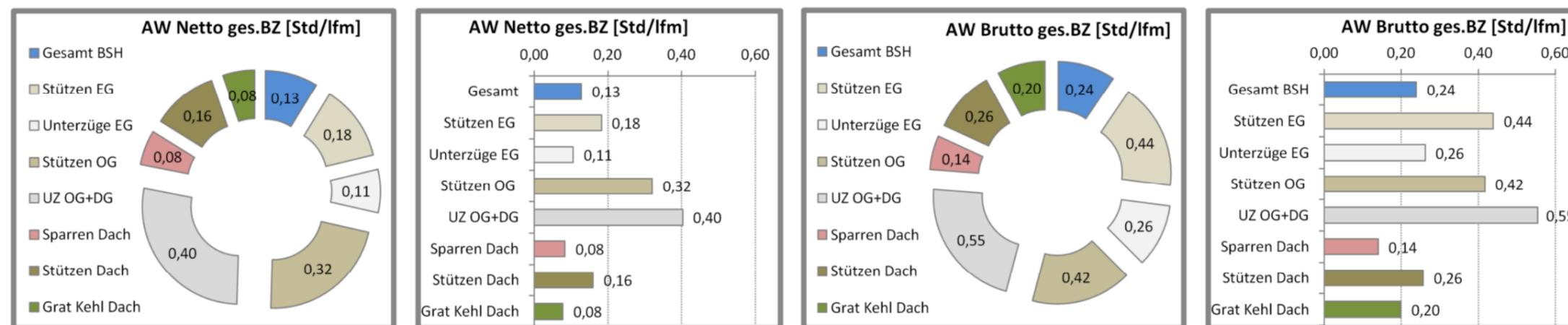


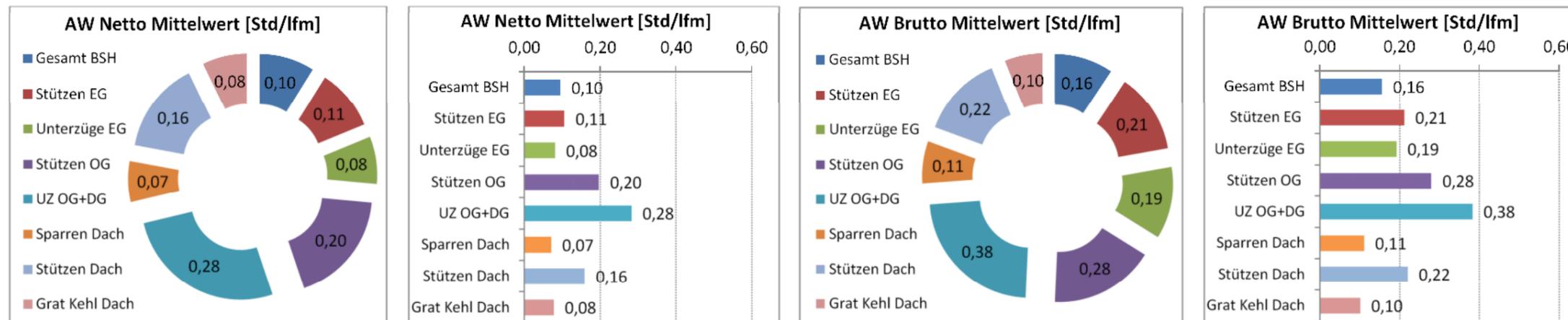
Bild A.96 Aufwandswerte Netto und Brutto – Brettschichtholz Variante 2a und 2b [lfm]

Tabelle A.54 Montage BSH -Teile – Menge und Dauer der Ausführung (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)

Brettschichtholz BSH	[lfm]	[lfm]	[m³]	%-Anteil	[Std] Netto	[Std] Brutto	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto	AW Netto	AW Brutto
Stützen EG	28,30	79,50	1,04	0,2%	3,00	6,00	5,17	10,67	0,11	0,21	0,18	0,38
Unterzüge EG	51,20		5,84	1,0%	4,17	9,83	5,42	12,42	0,08	0,19	0,11	0,24
Stützen OG	18,20	39,10	1,37	0,2%	3,58	5,08	8,58	10,92	0,20	0,28	0,32	0,41
Unterzüge OG+DG	20,90		1,76	0,3%	5,92	8,00	8,42	11,25	0,28	0,38	0,40	0,54
Sparren Dach	211,00	242,50	7,80	1,3%	15,00	23,42	17,67	27,17	0,07	0,11	0,08	0,13
Stützen Dach	6,80		0,33	0,1%	1,08	1,50	1,08	1,50	0,16	0,22	0,16	0,22
Grat Kehl Dach	24,70		2,00	0,3%	1,92	2,50	1,92	3,92	0,08	0,10	0,08	0,16
Gesamt BSH		361,10	20,14	3,4%	34,67	56,33	46,33	77,85	0,10	0,16	0,13	0,22
					Variante 3a		Variante 3b		Variante 3a		Variante 3b	



Variante 3a



Variante 3b

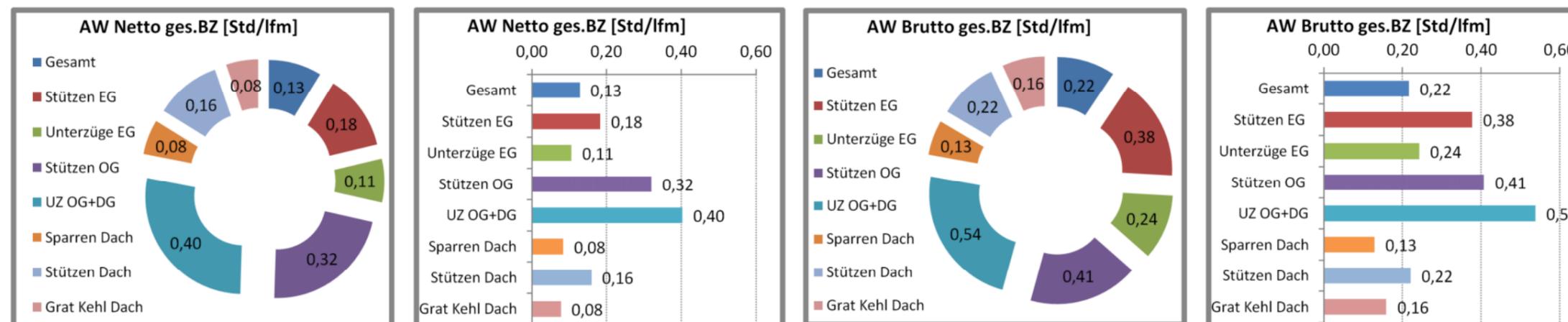


Bild A.97 Aufwandswerte Netto und Brutto – Brettschichtholz Variante 3a und 3b [lfm]

A.2.7 Treppe

Treppe

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

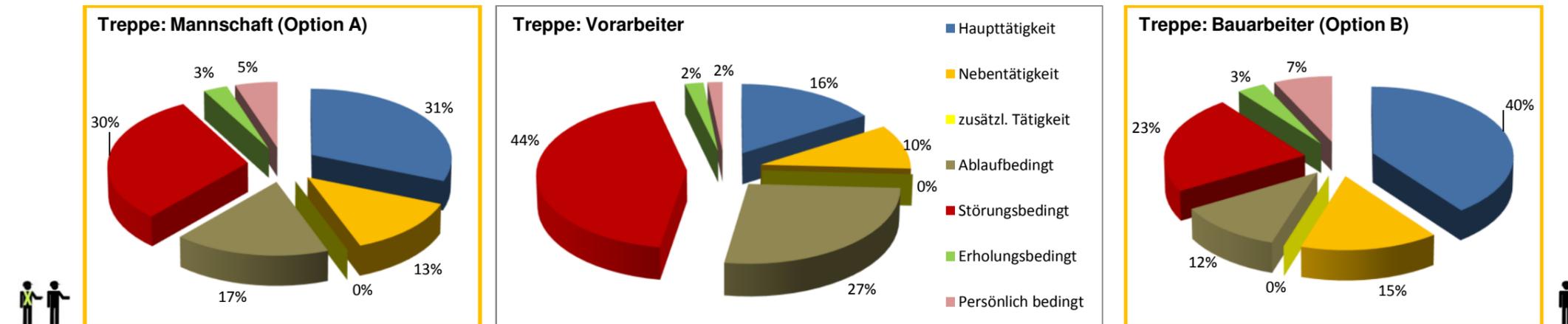


Bild A.98 Treppe – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Treppe stehen – Variante 2b

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 3** – wie Variante 2, aber exkl. störungsbedingte Unterbrechung)

Variante 3b

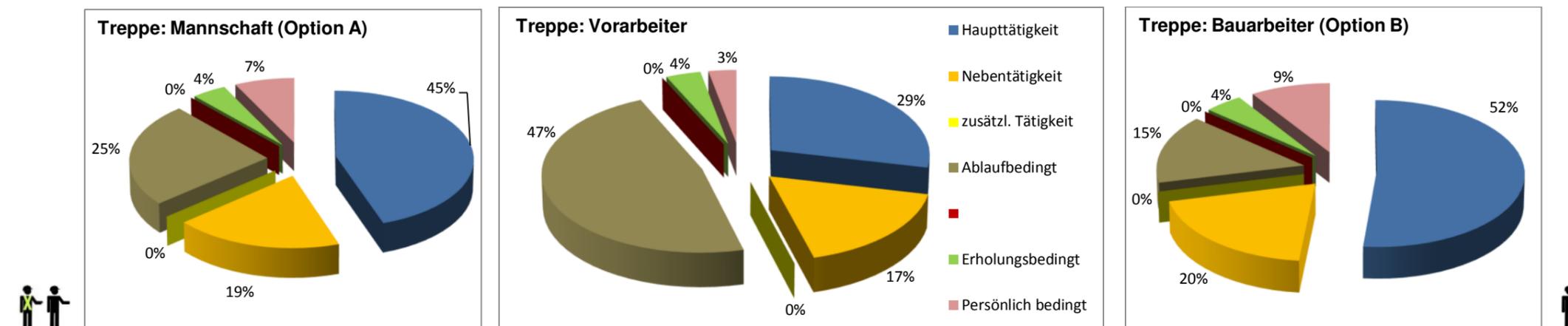


Bild A.99 Treppe – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Montage Treppe stehen – Variante 3b (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)

Tabelle A.55 Montage Treppe – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte

Treppe (Achse 1 und Achse A)		[m³]	[Std] Brutto	AW [Std/Einheit]	AW [Std/m³]	AW [Std/Treppe]
Stiegenloch Einnetzen (Auflager)	10,15 lfm	0,19	13,25	1,31 Std/lfm	67,99	6,63
Vormontage Stufen zur Laufplatte	36 Stk	1,95	8,83	0,25 Std/Stk	4,52	4,42
Montage Stiege und Podest	46,38 m²	4,37	36,50	0,79 Std/m²	8,36	18,25
Gesamt		6,51	58,58		9,00	29,29
• Treppe Achse 1		3,23	Variante 2b			
• Treppe Achse A		3,29				

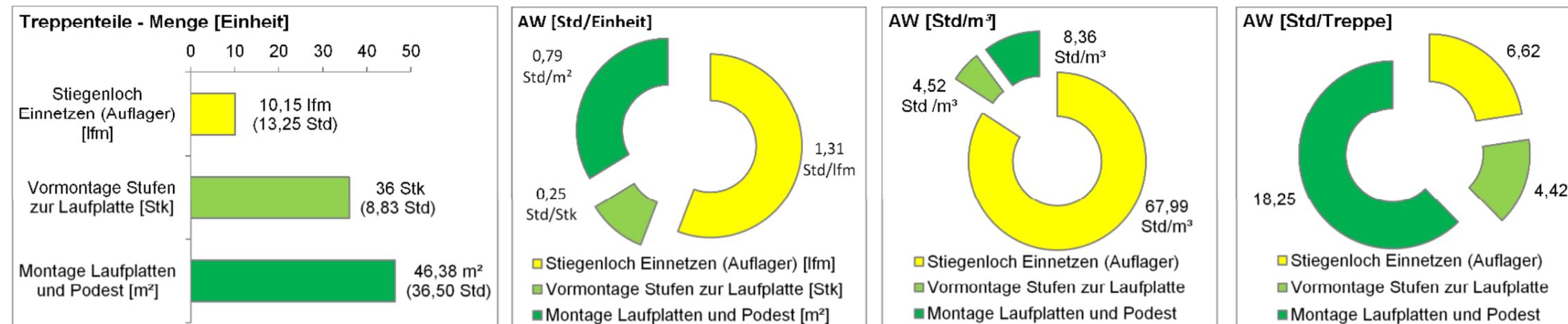


Bild A.100 Materialmenge und Aufwandswerte Brutto – Treppe

A.2.8 Baustelleneinrichtung / Site Induction

Tabelle A.56 Baustelleneinrichtung und Site Induction – Arbeitszeit und Aufwandswerte

	Mann	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Baustelleneinrichtung	7	14,42	32,25	2,06	4,61
Site Induction	7	15,00	16,50	2,14	2,36
Gesamt	7	29,42	48,75	4,20	6,96
		Variante 2b		Variante 2b	

Tabelle A.57 Baustelleneinrichtung und Site Induction – AZ exkl. störungsbedingte Unterbrechung

	Mann	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Baustelleneinrichtung	7	14,42	23,50	2,06	3,36
Site Induction	7	15,00	16,50	2,14	2,36
Gesamt	7	29,42	40,00	4,20	5,72
		Variante 3b		Variante 3b	



Variante 2b

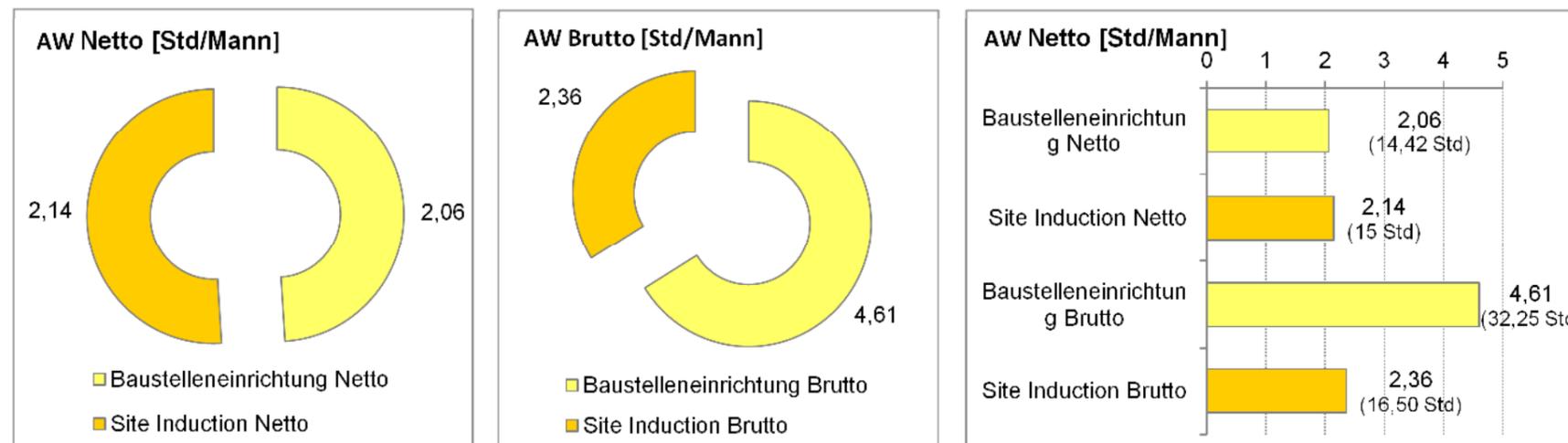


Bild A.101 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Baustelleneinrichtung und Site Induction

Variante 3b

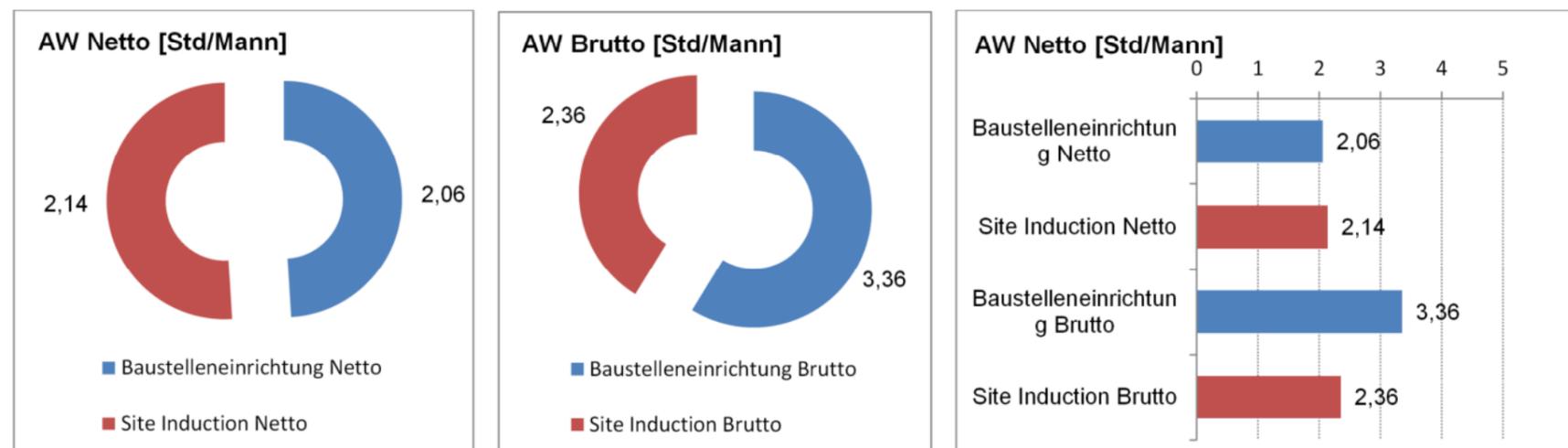


Bild A.102 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Baustelleneinrichtung und Site Induction (exkl. störungsbedingte Unterbrechung)

A.2.9 Fugen abkleben, Löcher verschließen

Löcher verschließen (Taping)

Haupttätigkeit: >41% Gut
 Haupttätigkeit: >31% Mittel
 Haupttätigkeit: <30% Schlecht

Beurteilung der Arbeitstage (**Variante 1** - alle Tätigkeiten an einem Arbeitstag)

Variante 1

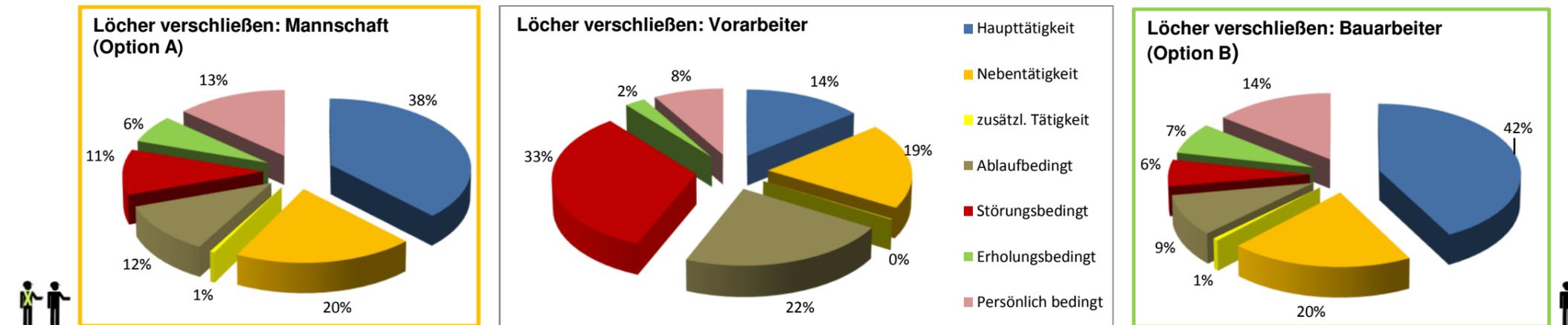


Bild A.103 Löcher verschließen – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung aller Tätigkeiten am Arbeitstag – Variante 1

Verteilung der Arbeitszeiten (**Variante 2** - alle Tätigkeiten, die in Zusammenhang mit der Haupttätigkeit stehen)

Variante 2b

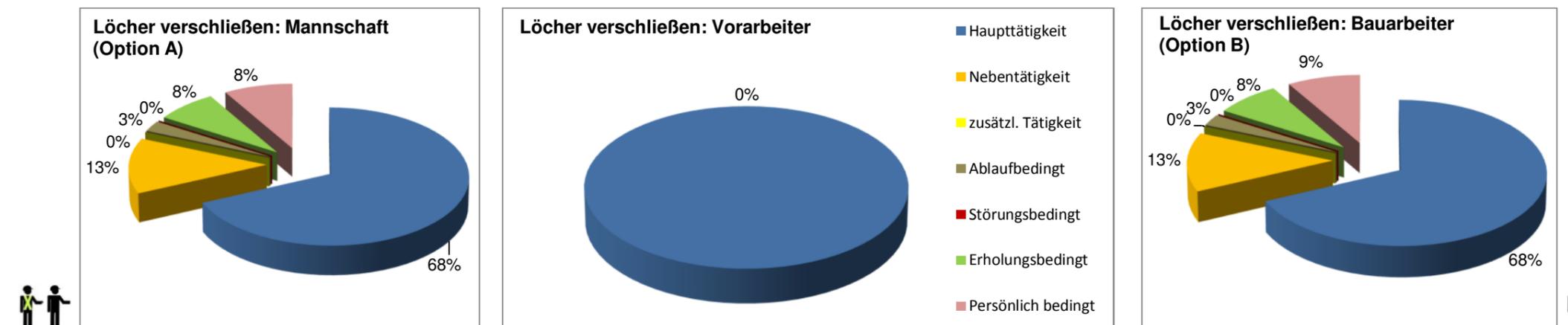


Bild A.104 Löcher verschließen – Verteilung der Arbeitszeiten unter Berücksichtigung Tätigkeiten am Arbeitstag, die in der Verbindung mit Abkleben stehen – Variante 2b

Tabelle A.58 Fugen Abkleben, Verschließen – Menge, Arbeitszeit und Aufwandswerte

	[m]	[Std] Netto	[Std] Brutto	AW Netto	AW Brutto
Fugen abkleben, Löcher Verschließen	740	13,42	19,67	0,02	0,03
		Variante 2b		Variante 2b	



Variante 2b

	Gesamt	
	740,00	lfm
	805	min
Zeit Netto	13,42	Std
AW Netto	0,02	Std/lfm
Nebentätigkeit	155	min
zusätzliche Tätigkeit	0	min
ablaufbedingte Unterbrechung	30	min
störungsbedingte Unterbrechung	0	min
erholungsbedingte Unterbrechung	90	min
persönlich bedingte Unterbrechung	100	min
Summe	375	min
	6,25	Std
Zeit Brutto	19,67	Std
AW Brutto	0,03	Std/lfm

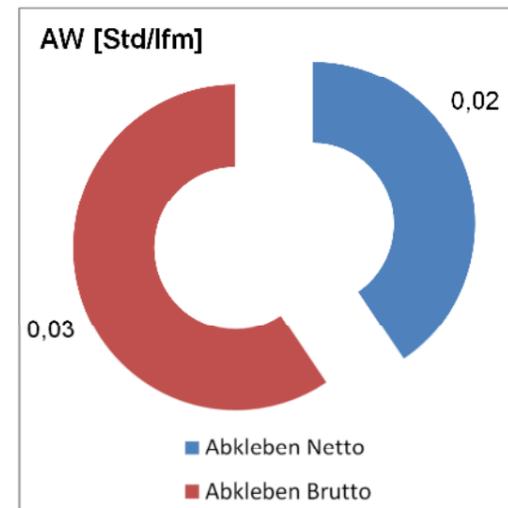


Bild A.105 Vergleich der Aufwandswerte Netto und Brutto – Fugen abkleben, Öffnungen verschließen

A.2.10 Aufwandswerte pro Bauteil und pro Arbeitstag

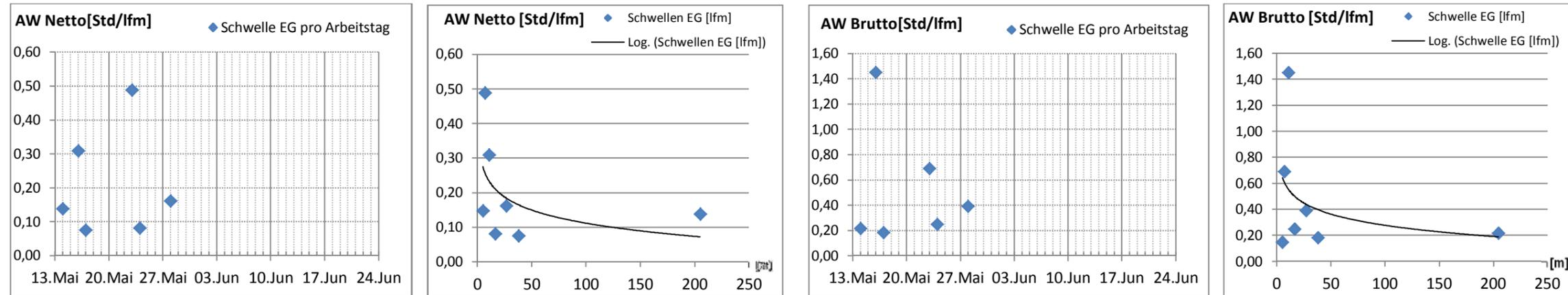


Bild A.106 Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Schwellen EG

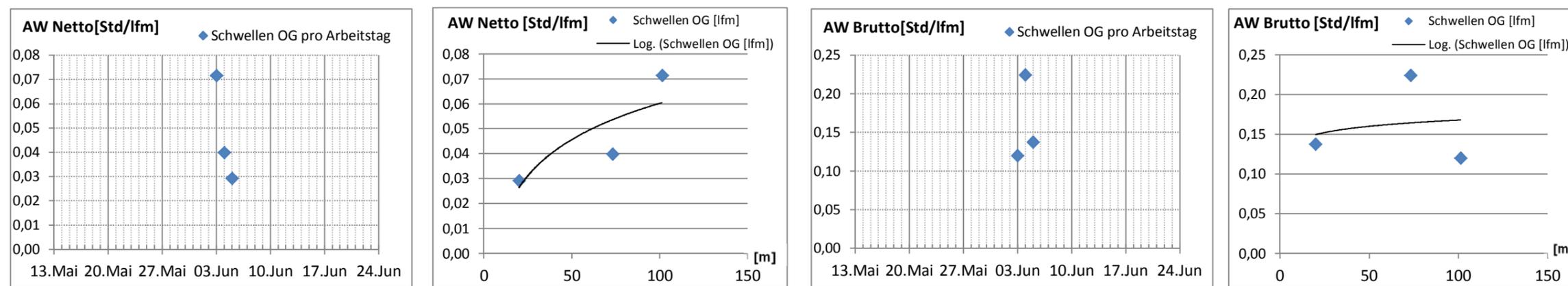


Bild A.107 Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Schwellen im OG

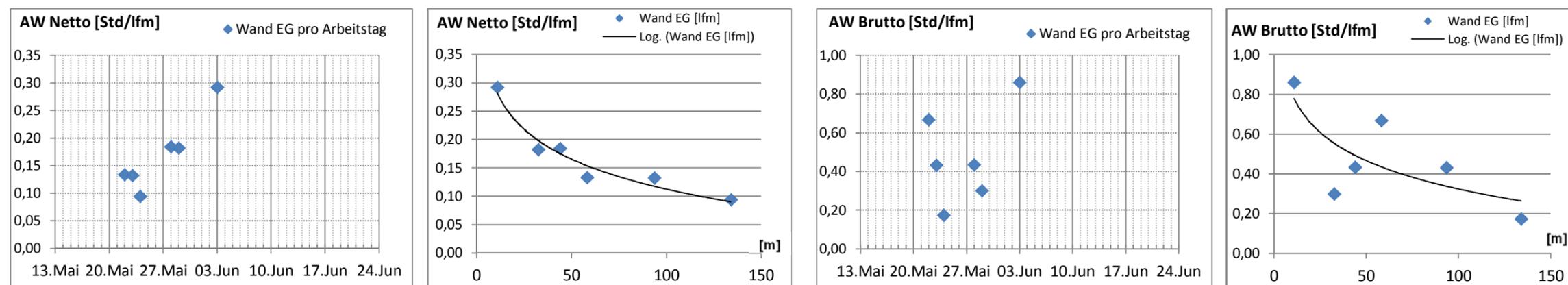


Bild A.108 Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Wand im EG [lfm]

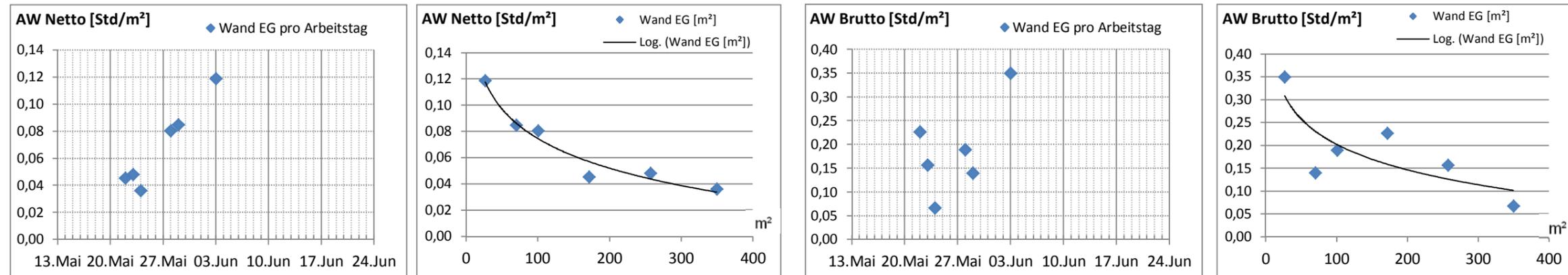


Bild A.109 Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand im EG [m²]

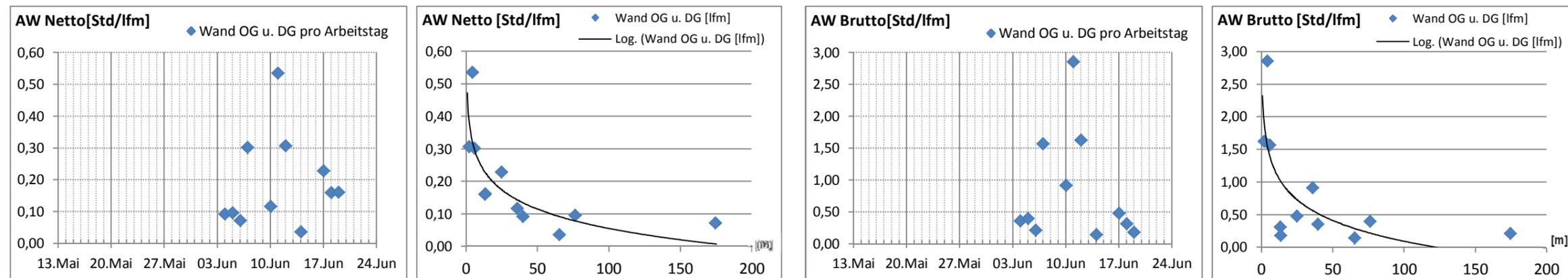


Bild A.110 Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand im OG und DG [lfm]

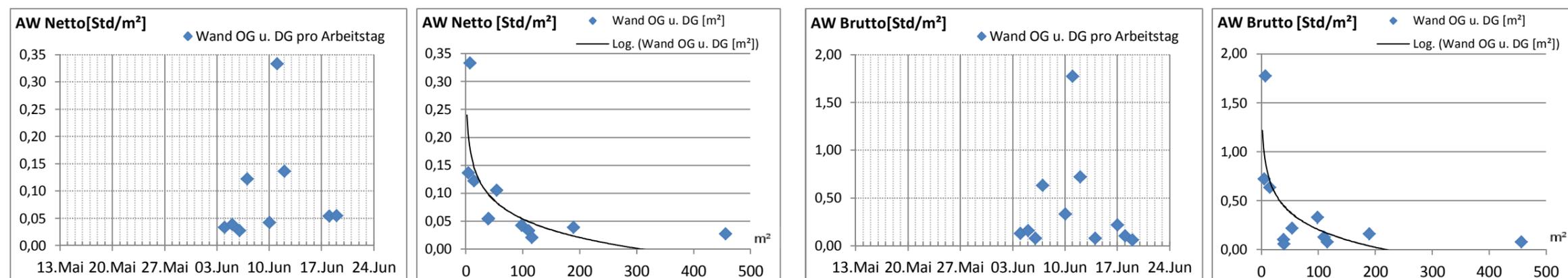


Bild A.111 Aufwandswerte Netto und Brutto – Wand im OG und DG (Technik) [m²]

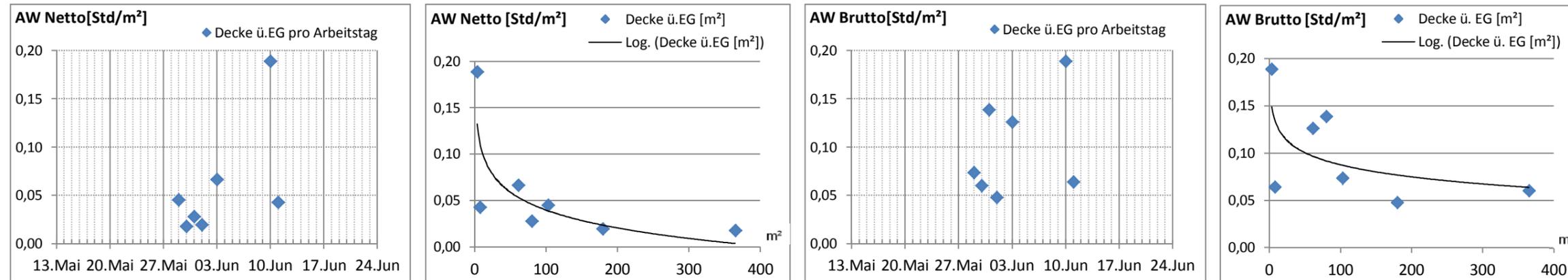


Bild A.112 Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über EG [m²]

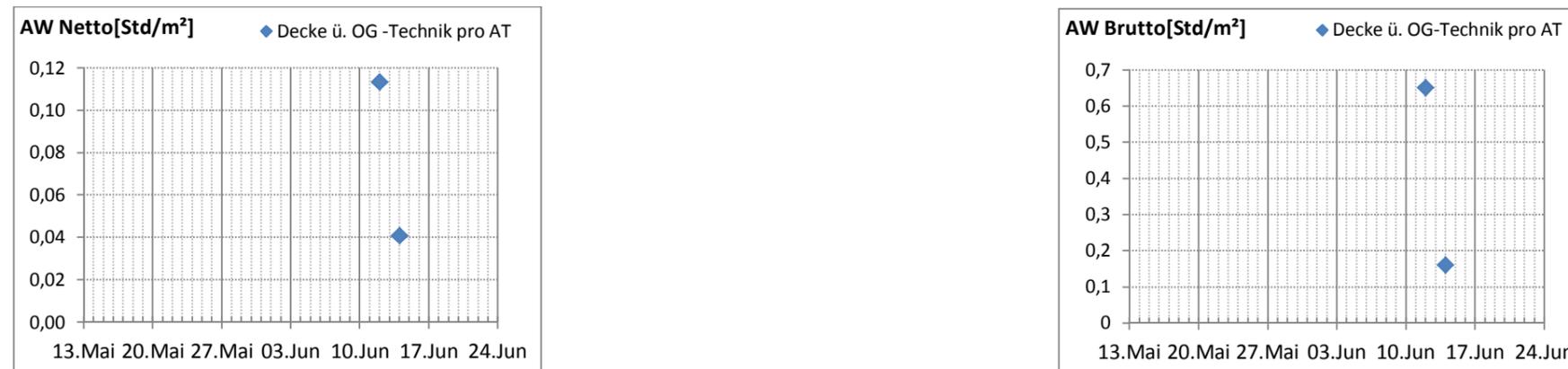


Bild A.113 Aufwandswerte Netto und Brutto – Decke über OG [m²]

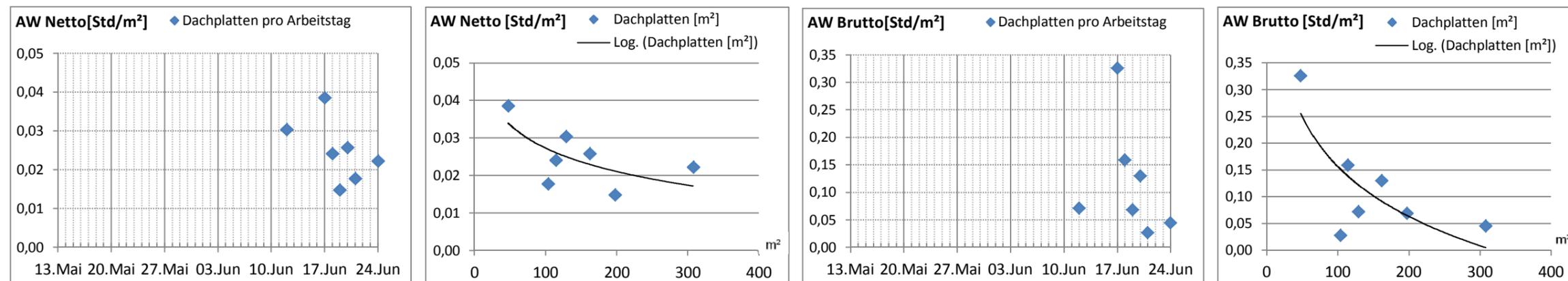


Bild A.114 Aufwandswerte Netto und Brutto – Dachplatten [m²]

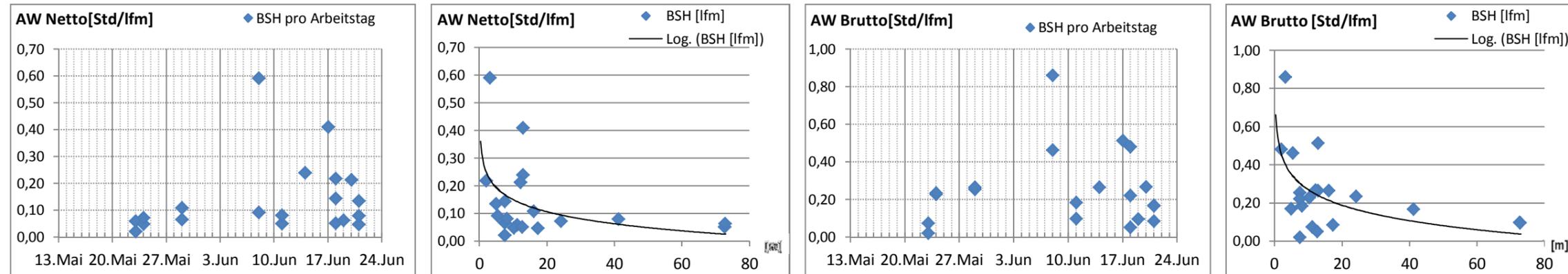


Bild A.115 Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Brettschichtholz [lfm]

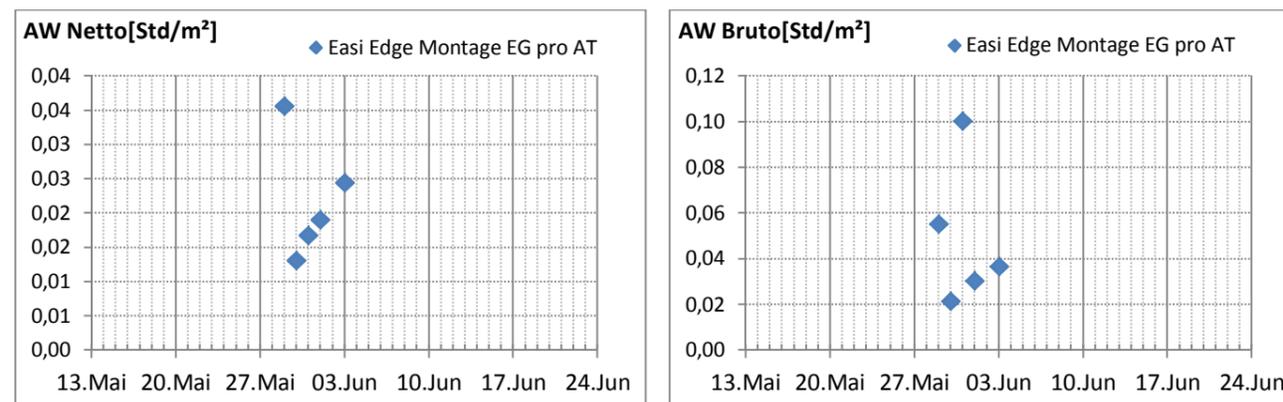


Bild A.116 Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Montage Easi Edge Decke über EG

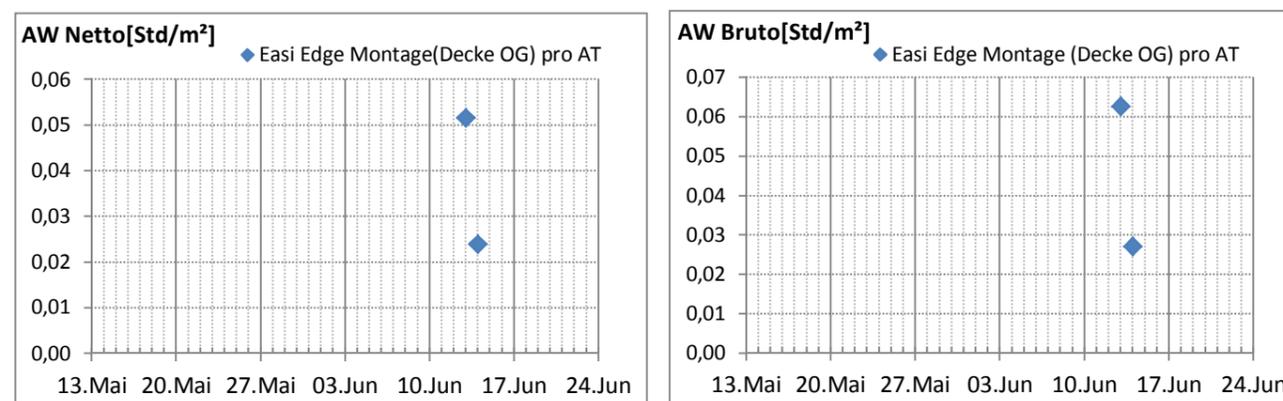


Bild A.117 Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Montage Easi Edge Decke über OG

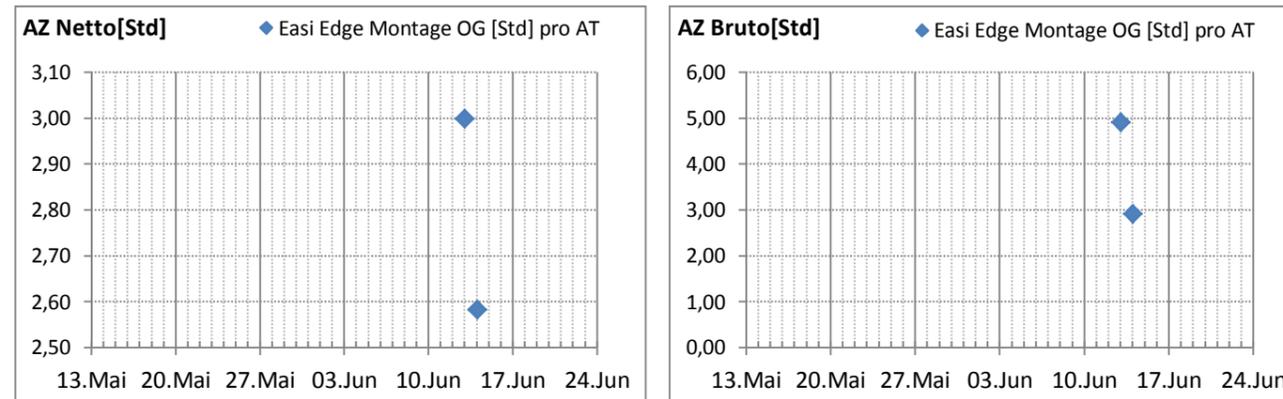


Bild A.118 Dauer der Montage Netto und Brutto pro Tag – Montage Easi Edge Decke über OG

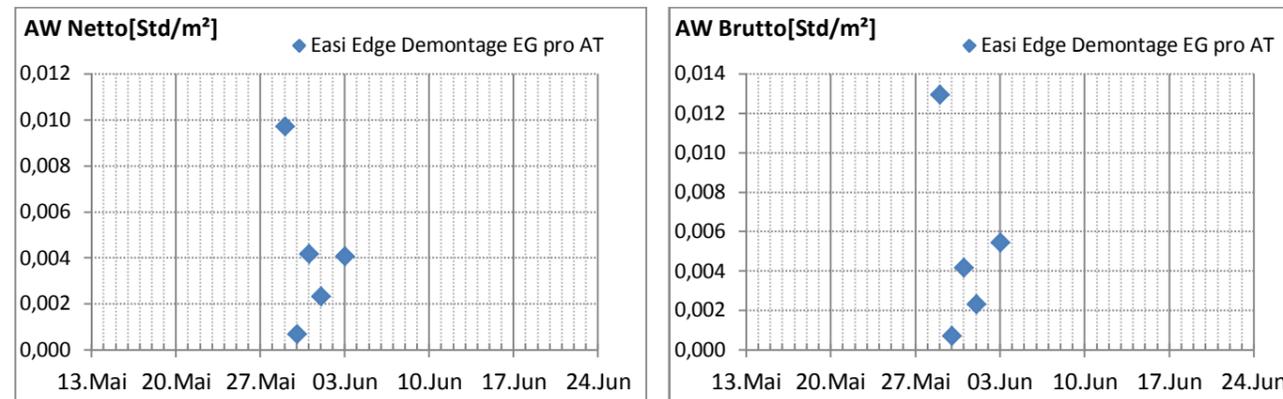


Bild A.119 Aufwandswerte Netto und Brutto pro Tag – Demontage Easi Edge Decke über EG

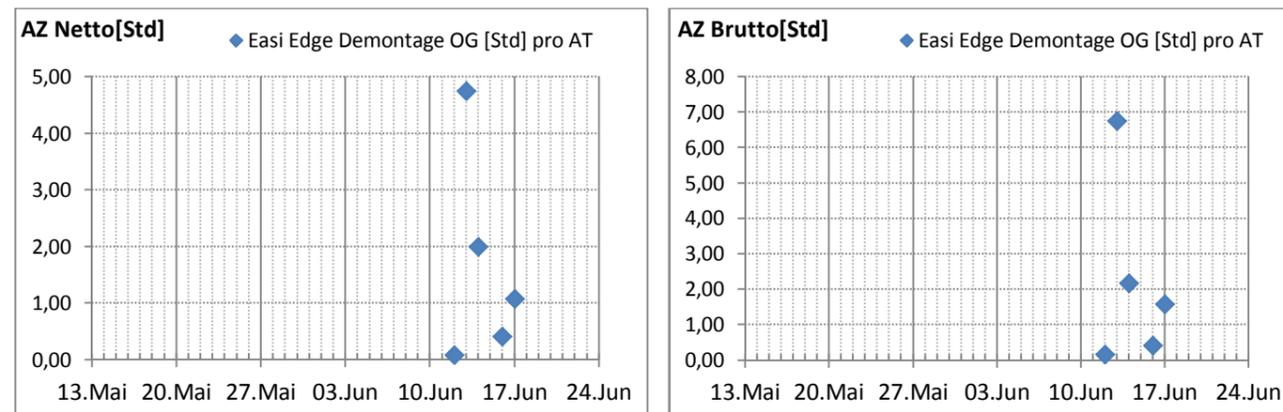


Bild A.120 Dauer der Demontage Netto und Brutto pro Tag – Demontage Easi Edge Decke über OG

