

Kalkulationsansätze im großvolumigen Holzwohnbau mit speziellem Fokus auf Brettsperrholzbauten

Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
Lessingstrasse 25 / II, 8010 Graz, Österreich
joerg.koppelhuber@tugraz.at

Inhaltsverzeichnis

Abstract	1
1 Einleitung.....	1
2 Kalkulation im Holzbau	2
2.1 Kalkulationsansätze für BSP-Montagen.....	2
2.2 Aufwandswerte	3
2.3 REFA-Analyse	3
3 Datenerfassung auf der Baustelle	4
3.1 Projektgrundlagen	4
3.2 Ziel und Methodik	5
3.3 Datenerfassung	5
4 Auswertung der Baustellendaten	5
4.1 Analysierter Bauablauf.....	5
4.1.1 Analyse nach Zeitarten	6
4.1.2 Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen.....	6
4.2 Ergebnisse der Baustellenanalyse.....	7
4.2.1 Aufwandswerte Wand.....	8
4.2.2 Aufwandswerte Decke / Dach.....	8
4.2.3 Gesamtdarstellung Aufwandswerte	9
5 Zusammenfassung und Ausblick.....	11
5.1 Potenzial im Holzbau	11
5.2 Ausblick – Kalkulation.....	12
Literaturverzeichnis	13

Abstract

Die Entwicklung neuartiger Holzprodukte in den vergangenen Jahren, speziell im Segment der Massivholzprodukte, ergibt für den Baustoff Holz neue Betätigungsfelder und generiert stetig wachsende Anteile am Bauproduktmarkt. Dabei bildet das in jüngerer Vergangenheit entwickelte Produkt Brettsperrholz die technischen Voraussetzungen für die Errichtung großvolumiger mehrgeschossiger Holzwohnbauten. In den vergangenen Jahren wurden die technischen Komponenten bereits sehr weit entwickelt, auf die baubetrieblichen Themenfelder wurde bis dato allerdings wenig Fokus gelegt. Aufgrund fehlender Literatur zu allgemein gültigen Kalkulationsansätzen, sowie Eingangswerten für die Kalkulation von Brettsperrholzmontagearbeiten wurden mittels gängiger REFA-Methode anhand eines untersuchten Bauprojektes aus Brettsperrholz die Holzbauarbeiten auf einer Baustelle aufgezeichnet, eine umfangreiche Datenanalyse durchgeführt und daraus Kalkulationsansätze erarbeitet. Als Ergebnis wurden Aufwands- und Leistungswerte für die künftige Kalkulation von Brettsperrholz-Montagearbeiten ermittelt, da für Investoren und Bauherren nach wie vor hauptsächlich die Herstellkosten eines Bausystems das wesentliche Entscheidungskriterium für die Wahl eines Baustoffs darstellen. Die so ermittelten Kalkulationsansätze können als Basiskalkulationsdaten¹ und Eingangsparameter für die Ermittlung der Kosten für die Montage von ähnlichen Brettsperrholzobjekten herangezogen werden.

1 Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten erfreut sich Holz als Baustoff neben den traditionellen Baustoffen, wie Beton und Stahl, immer größerer Beliebtheit bei Architekten und potentiellen Investoren. Trotz der oftmaligen Bezeichnung als Nischenprodukt besteht jedoch nach Ansicht zahlreicher Fachleute großes Potential dieses Baustoffes, einerseits aufgrund von technischen Entwicklungen in den letzten Jahren, andererseits aufgrund des immer stärker diskutierten und in den Mittelpunkt der Wirtschaft rückenden Themas der Nachhaltigkeit und CO₂ Problematik. Speziell durch die Entwicklung des flächigen großvolumigen Produktes Brettsperrholz (kurz: BSP) können statisch, sowie bauphysikalisch und bautechnisch komplexe Anforderungen beispielsweise auch im mehrgeschossigen Wohnbau² unkompliziert vereint werden.³

¹ Institut für Zeitwirtschaft und Betriebsberatung Bau (1987)

² Schober (2013), S. 12f

³ Herzog (2003), S. 78f

2 Kalkulation im Holzbau

Im Gegensatz zur klassischen Baustellenfertigung, wie es bspw. der Mauerwerksbau oder in den meisten Fällen der Stahlbetonbau mit Ortbeton ist, kann die Montage von Brettsperrholzprodukten, ähnlich wie der Fertigteilbau mit Stahlbetonbauteilen und der Stahlbau dem sog. Montagebau mit einem sehr hohen Vorfertigungsgrad zugeordnet werden.¹ Das bedeutet, dass durch den Einsatz von Halbfertigteilen ca. 75% – 80% der anfallenden Kosten dem Herstellwerk und die übrigen Kosten der Baustelle und dem Transport zuzuordnen sind.²

Durch die meist rationell durchgeführte Fertigung und den hohen Vorfertigungsgrad³ im Herstellwerk, fallen in weiterer Folge im Vergleich dazu geringe Montagekosten, im Holzbau speziell in Form von Montagelöhnen und Kosten für Hebezeuge, an.⁴ Die Kalkulation aller Bauleistungen erfolgt in Österreich nach der ÖNORM B 2061.⁵

2.1 Kalkulationsansätze für BSP-Montagen

Kalkulationsansätze für die anfallenden Lohnkosten der Fertigung im Herstellerwerk können meist aus facheinschlägiger Literatur^{6,7} bezogen bzw. aus vergleichbaren Produktionssystemen abgeleitet werden. Hingegen gibt es für die Montage im Massivholzbau, speziell für die Montage von Brettsperrholzelementen, derzeit nur spärlich zugängliche Arbeitszeitrichtwerte, welche auch kaum in der Literatur zu finden sind, da sie meist firmeninternen Aufzeichnungen entstammen. Gerade die Lohnkosten auf der Baustelle, welche direkt von der Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte und deren zeitlichem Fortschritt bei der Montage abhängig sind, beeinflussen das Projektergebnis am stärksten und können mit dem sog. Aufwandswert beschrieben werden.⁸ Die Kombination der Produktionsfaktoren formt einen wesentlichen Beitrag des Erfolgs einer Baustelle, hat aber auch das Potenzial für den Misserfolg eines Bauvorhabens verantwortlich zu sein.⁹

Dabei können Kalkulationsansätze im Bauwesen, wie es Aufwandswerte (kurz: AW_i) und Leistungswerte (kurz: L_i) sind, einerseits aus praktischer Erfahrung, und andererseits aus der Literatur, aus der Nachkalkulation vergangener Projekte sowie mittels sog. REFA-Analysen bestimmt werden.¹⁰ Die im Zuge einer Abschlussarbeit durchgeführte Baustellenanalyse beschäftigt sich

¹ Koppelhuber (2015), in Veröffentlichung

² Vgl. Dress, Paul (2000), S. 265

³ Duschel, Plettenbacher (2012), S. 132

⁴ a.a.O.

⁵ ÖNORM B2061 (1999)

⁶ Plümecke (2014)

⁷ Fassmann (2013)

⁸ Dinort (2002)

⁹ Vgl. Hofstadler (2007), S. 56

¹⁰ Vgl. Schlagbauer (2011), S. 232

speziell mit der Ermittlung dieser Arbeitszeitrichtwerte für Montagearbeiten im Brettspertholz-
bau.

2.2 Aufwandswerte

Um aussagekräftige Aufwandswerte ermitteln zu können, sind alle zu erbringenden Leistungen, einerseits zeitlich, andererseits tätigkeitsbezogen, eindeutig abzugrenzen. Aufgrund der großen Bedeutung als die wesentlichste Einflussgröße in der Kalkulation einer Arbeitsleistung, der Planung des Bauablaufes und der Baustelleneinrichtung¹ sowie der Baulogistik, hat der Aufwandswert einen sehr hohen Stellenwert in der Baukalkulation. In der Angebotsphase bildet er die Grundlage für aussagekräftige Ermittlungen der Bauzeit und damit zusammenhängenden Kostenberechnungen. In der Planungsphase bzw. in der Arbeitsvorbereitung werden Aufwandswerte zur Bestimmung des tatsächlichen Zeitaufwandes einzelner Arbeitsschritte bzw. Vorgänge und in weiterer Folge des gesamten Fertigungsprozesses herangezogen.²

Dabei wird der Aufwandswert einer Tätigkeit aus dem Quotient der Summe der Lohnstunden [Std] und der Produktionsmenge bzw. Verrechnungseinheit [VE] abgebildet.

Um eine detaillierte Aufschlüsselung der Arbeitsleistung zu erhalten und in weiterer Folge die IST-Aufwandswerte tatsächlich ermitteln zu können, muss während des Bauvorhabens eine eindeutige und im Vorhinein klar definierte Leistungsfeststellung mittels einer sog. Arbeitsstudie durchgeführt werden. Dabei sind zahlreiche baustellenspezifische Einflüsse besonders zu beachten.³

2.3 REFA-Analyse

Um die Herstellkosten eines Bauwerks, welche durch einen bestimmten Zeitaufwand auf der Baustelle anfallen, quantifizierbar zu machen, kann man sich der Analyse des Arbeitsstudiums nach REFA⁴ unter Zuhilfenahme eines sog. Arbeitssystems bedienen.⁵

Bei der sog. Zeitaufnahme nach dem System REFA werden Beobachtungen zu Ist-Zeiten, d.h. die tatsächlich benötigte Zeit zum Verrichten einer Tätigkeit vom Beobachter bzw. vom Durchführenden der Arbeitsstudie, notiert. Im Zuge der Arbeit wurden dazu die sog. Einzelzeitaufnahme (kurz: EZA) mit der Messung zwischen zwei Messpunkten und die Multimomentaufnahme (kurz: MMA) als klassischer Zählvorgang im untersuchten Objekt im Intervall von fünf min eingesetzt.

¹ Oberndorfer, Jodl (2010), S. 62

² Vgl. Hofstadler (2008), S. 301f

³ Vgl. Hofstadler (2007), S. 18f

⁴ REFA - Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung älteste Organisation für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung in DE

⁵ Riedinger, Steinmetzger (2000), S. 5

3 Datenerfassung auf der Baustelle

Das betrachtete Bauprojekt wurde in Mooskirchen, 30 km südwestlich von Graz / Österreich, im Jahr 2014 realisiert. Beim Objekt handelt es sich um eine mittelgroße typische Wohnanlage auf drei Ebenen zu je 170 m² Bruttogeschossfläche (kurz: BGF), wobei in jeder Ebene zwei Wohneinheiten entstanden sind.

3.1 Projektgrundlagen

Das untersuchte Bauobjekt besteht aus einem Kellergeschoss in konventioneller Stahlbetonbauweise. Das Erdgeschoß, die zwei Obergeschoße, das Treppenhaus und der Liftschacht wurden gänzlich mit Brettsperrholz-Elementen hergestellt.

Die Verbindungen zwischen Beton und BSP-Elementen bzw. BSP-Elementen untereinander wurden mit standardisierten Winkelprofilen in Verbindung mit speziellen Holzbauschrauben und Betonankerdübeln realisiert. Gesamt wurden in diesem Objekt rund 2.245 m² Brettsperrholz und rund 150 lfm Konstruktionsvollholz und rund 350 Stk. Winkel verbaut. Ebenso wurden nach einer Abschätzung des Verfassers rund 5.550 Stk. Schrauben und rund 4.600 Stk. Rillennägeln eingesetzt.

Die Montagearbeiten sind von der ortsansässigen Firma Zimmerei Lemsitzer aus Mooskirchen, welche zugleich als Projektinvestor, d.h. als Bauherr und somit AG fungiert, durchgeführt worden.



Abbildung 1: Nordwestseitige Ansicht des Wohnobjektes¹

Beim beschriebenen Objekt konnte die gesamte Montage der BSP-Elemente in acht Tagen realisiert werden.

¹ Eder (2015), S. 141

3.2 Ziel und Methodik

Das Grundgerüst für eine Studie nach dem System REFA bildet ein sog. Datenerfassungsbogen (kurz: DEB). Vor Beginn der Datenaufnahme wurde nach Rücksprache mit der ausführenden Holzbaufirma und den Baustellenverantwortlichen der gesamte Bauablauf in einzelne Ablaufarten, sprich Teilvorgänge, nach Baufortschritt und Bausystem unterteilt und im Datenerfassungsbogen gegliedert. Diese Vorgehensweise lässt eine weitere Gliederung der Ablaufarten in Grund- und Unterkategorien zu.¹

Das Ziel der Datenerfassung und anschließenden Auswertung liegt in der Analyse der Arbeitszeit und den daraus resultierenden Aufwandswerten.

3.3 Datenerfassung

In Anlehnung an die von REFA veröffentlichten Aufnahmebögen für Multimomentaufnahmen, wurden die Datenerfassungsbögen speziell für diese BSP-Montage modifiziert.

Im DEB wurden in vorher festgelegten Intervallen von fünf Minuten die Beobachtungen auf der Baustelle notiert.² Das bedeutet, dass jene Tätigkeiten, welche die sechs Arbeitskräfte (kurz: AK) zum Beobachtungszeitpunkt ausführen, detailliert eingetragen werden. Dies hat zur Folge, dass bei einem Arbeitstag von acht Stunden, 96 Stichproben bei den durchgeführten Tätigkeiten pro Arbeitskraft aufgenommen wurden.

Für die gesamte Mannschaft konnten somit rund 570 Aufnahmen pro Arbeitstag notiert werden, was wiederum für die gesamte Dauer von acht Tagen rund 4.560 Aufnahmen ergibt.

4 Auswertung der Baustellendaten

Im Anschluss an die Baustellenbeobachtung wurden die aufgezeichneten Daten eingehend analysiert und ausgewertet.

Ziel dieser Datenauswertung ist die Bestimmung von realistischen montagespezifischen Kennzahlen des Holzbaus, worunter spezifische Aufwands- und Leistungswerte zu verstehen sind, welche aus dem untersuchten Objekt für die Kalkulation künftiger Projekte abgeleitet werden.

Oberstes Ziel ist somit die Erfassung eines möglichst realen Bildes eines einzelnen Bauvorhabens für zukünftige ähnliche Objekte.

4.1 Analysierter Bauablauf

Im Zuge der Datenauswertung ist der Bauablauf einer Analyse nach den sog. Zeitarten, sowie einer Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen, durchgeführt worden.

¹ Gerhard (1984), S. 65ff

² Riedinger, Steinmetzger (2000), S. 12

4.1.1 Analyse nach Zeitarten

Die Analyse nach Zeitarten lässt eine Betrachtung der benötigten Zeitarten bezüglich der Gesamtarbeitszeit zu. Die Auswertung beinhaltet dabei die folgenden Zeitarten: die Grundzeit, die Verteilzeit und die Erholungszeit.

Diese Zeitarten lassen sich prozentuell auf die Gesamtzeit darstellen. Zeiten, die sich aus nichterkennbaren Tätigkeiten zusammensetzen, sind gesondert angeführt.

Die Datenauswertung erfolgt durch die Auswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter wie in nachfolgender Grafik ersichtlich wird.

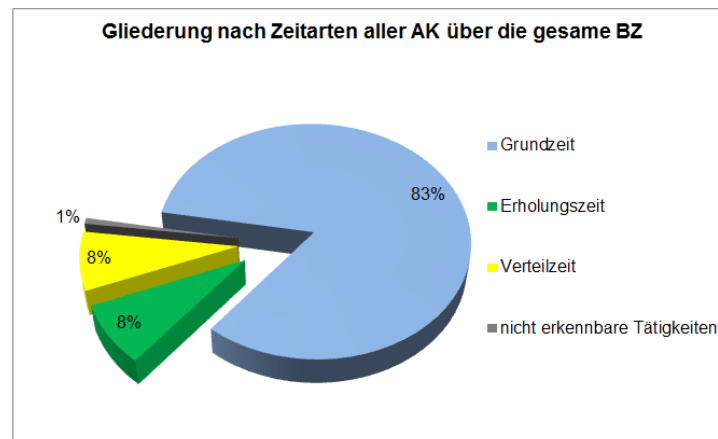


Abbildung 2: Darstellung der Zeitarten an allen Arbeitstagen¹

Die Abbildung der Zeitarten, welche alle Arbeitskräfte über die gesamte Bauzeit darstellt, zeigt, dass die ermittelte Grundzeit mit rund 83 % auf eine hohe Produktivität über die gesamte Bauzeit von acht Tagen schließen lässt. Des Weiteren liegt sowohl die Erholungszeit mit rund 8 %, als auch die Verteilzeit mit ebenso rund 8 % im anzustrebenden Bereich einschlägiger Literatur folgend, welche maximal 10 % für die Erholungszeit und maximal 25 % für die Verteilzeit angibt.

4.1.2 Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen

Die Analyse in erster Ebene nach Tätigkeiten und Unterbrechungen lässt eine genaue Betrachtung der tatsächlichen Tätigkeiten, der Unterbrechungen und der für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten, bezüglich der Gesamtarbeitszeit, zu.

Die Datenauswertung erfolgt durch die Auswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter.

Die Auswertung in zweiter Ebene der Tätigkeiten und Unterbrechungen beinhaltet die Kategorie Tätigkeit, mit Haupttätigkeiten, Nebentätigkeiten und zusätzlichen Tätigkeiten, die Kategorie

¹ Eder (2015), S. 167

Unterbrechungen, mit ablaufbedingten, störungsbedingten, erholungsbedingten und persönlich bedingten Unterbrechungen und in die Kategorie nichterkennbare Tätigkeiten.

Die Datenauswertung erfolgt durch die Auswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter.

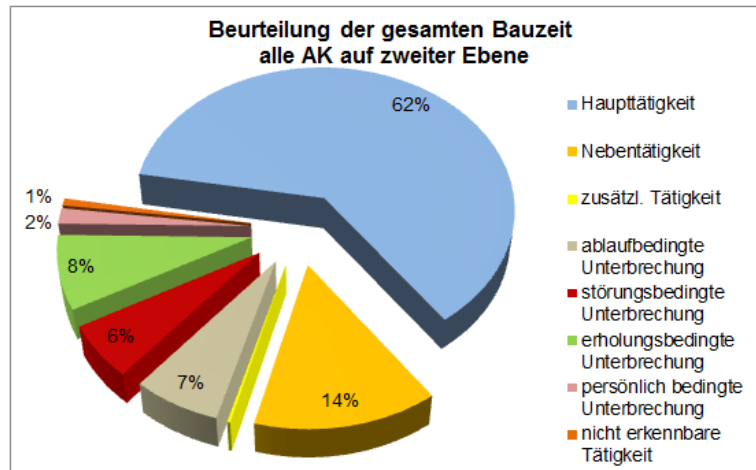


Abbildung 3: Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an allen Arbeitstagen¹

In der obigen Darstellung ist ersichtlich, dass die beobachteten Bauarbeiter über die gesamte Bauzeit rund 62 % ihrer Brutto-Arbeitszeit Haupttätigkeiten, rund 14 % Nebentätigkeiten auf der Baustelle ausübten und im Ausmaß von 23 % Unterbrechungen auftraten, wobei diese in Form von rund 7 % ablaufbedingten Unterbrechungen, rund 6 % störungsbedingten Unterbrechungen, rund 8 % erholungsbedingten Unterbrechungen und rund 2 % persönlich bedingten Unterbrechungen, sowie für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten von rund 1 %, angefallen sind.

Die Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen und der damit verbundenen weiteren Feinuntergliederung ergibt schlussendlich die Möglichkeit einer konkreten Aussage zu den Aufwandswerten einzelner Tätigkeiten und der damit verbundenen Unterbrechungen.

4.2 Ergebnisse der Baustellenanalyse

Ausgehend von der Baustellenanalyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster und zweiter Ebene wurden schlussendlich die Aufwandswerte als Eingangsparameter für künftige Kalkulationen von ähnlichen Brettsperrholzbaustellen ermittelt.

¹ Eder (2015), S. 172

4.2.1 Aufwandswerte Wand

Zur Ermittlung der Aufwandswerte für die gesamte Montage der Wände wurden die Positionen Anbringen der Anschlagmittel auf dem Wandelement, Hebevorgang und die Positionierung des BSP-Elementes, Entfernung der Anschlagmittel, Stellen des Wandelementes, Verschrauben des Wandelementes, Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung, Montage der Winkel, Einrichten und Verschrauben der Unterzüge und Einbau der Dämmung an der Wohnungstrennwand zwischen den Wohnungen berücksichtigt.

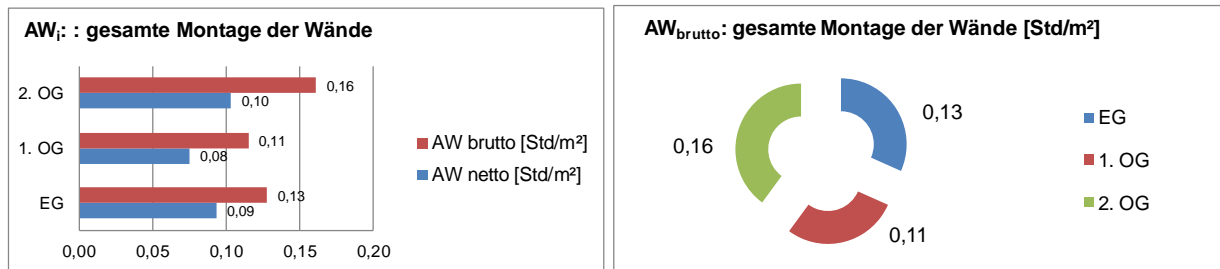


Abbildung 4: Aufwandswerte – gesamte Montage der Wände¹

Wie in Abb. 4 ersichtlich, liegt der AW_{brutto} für die gesamten Holzbauleistungen hinsichtlich der Wandmontage im EG bei rund 0,13 Std/m², im 1. OG bei rund 0,11 Std/m² und im 2. OG bei rund 0,16 Std/m².

Der Unterschied zwischen dem AW_{brutto} im EG und jenen im 1. OG lässt sich aufgrund eines geringen Einarbeitungseffektes erklären. Der höhere AW_{brutto} im 2. OG lässt sich folgendermaßen erklären: Dem Kranfahrer war die Sicht zum Einbauort meist nicht gegeben. Somit war dieser auf die exakten Anweisungen vom Vorarbeiter mittels Kommunikationsgerätes angewiesen, was zu längeren Positionierungsvorgängen der BSP-Elemente führte. Des Weiteren sind die zeitlich längeren Hubzeiten des Autokrans und die zu diesem Zeitpunkt der Montagearbeiten bereits fertiggestellte Außenverkleidung des Treppenaufganges, welche sich im Hinblick auf die Montage der zweiten Wohneinheit als Behinderung darstellte, zu nennen.

4.2.2 Aufwandswerte Decke / Dach

Ausgehend von der Ermittlung der Aufwandswerte für die Montage der Deckenelemente im EG und im 1. OG nach dem gleichen Prinzip wie bei den Wandelementen sind in einem weiteren Schritt die Aufwandswerte der Montage der Deckenelemente zu einem gesamten Aufwandswert zusammengefasst worden. Der Aufwandswert, ebenso wiederum angegeben als AW_{netto} und AW_{brutto} , für die gesamte Montage der Decken- bzw. Dachelemente, wobei dies wiederum ähnliche Positionen wie jene der Wandmontage beinhaltet, ergibt sich folgendermaßen.

¹ Eder (2015), S. 185f

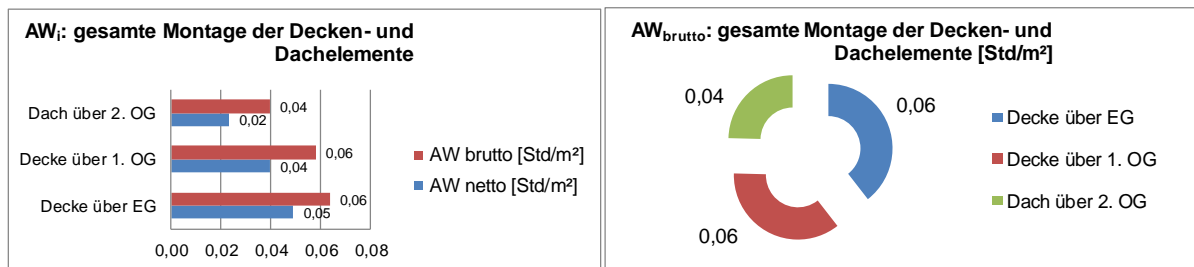


Abbildung 5: Aufwandswerte – gesamte Montage der Decken- und Dachelemente¹

Wie in obiger Grafik ersichtlich ist, liegt der AW_{brutto} für die gesamten Holzbauleistungen hinsichtlich der Deckenmontage im EG und im 1.OG bei rund 0,06 Std/m² und hinsichtlich der Montage des Daches im 2.OG bei rund 0,04 Std/m².

Die erhöhten AW_{brutto} im EG und im 1.OG lassen sich folgendermaßen erklären: Im EG und 1.OG sind jeweils 14 Deckenelemente und im 2.OG zehn Deckenelemente aus Brettsperrholz montiert worden. Die größere Anzahl an Brettsperrholzelementen ergibt somit eine größere Anzahl an einzelnen Stößen, welche zu verschrauben waren, wodurch die Aufwandswerte in der ersten und zweiten Geschoßebene höher sind.

4.2.3 Gesamtdarstellung Aufwandswerte

Die nachfolgende Tabelle zeigt im Überblick alle ermittelten Aufwandswerte, wozu Daten im Zuge der Baustellenbeobachtung erfasst wurden.

¹ Eder (2015), S. 192

Aufwandswerte im Überblick		AW _{netto}	BE	AW _{brutto}	BE	
Niveauausgleich im EG				0,21	[Std/lfm]	
Montage der Winkel	Bohrung und Verschraubung in Kellerecke im EG			0,12	[Std/Stk]	
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im EG	0,05	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]	
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im 1. OG	0,03	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]	
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im 2. OG	0,08	[Std/Stk]	0,11	[Std/Stk]	
Dichtung (stirnseitig) zur Schallentkoppelung	Einbau im EG	0,04	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Einbau im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,02	[Std/lfm]	
	Einbau im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]	
Montage der Wände	Stellen der AW im EG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Stellen der AW im 1. OG	0,03	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]	
	Stellen der AW im 2. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Verschrauben der AW im EG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]	
	Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]	
	Verschrauben der AW im 2. OG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]	
	Stellen der IW im EG	0,03	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]	
	Stellen der IW im 1. OG	0,02	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]	
	Stellen der IW im 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]	
	Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/lfm]	0,06	[Std/lfm]	
	Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Stellen/Verschrauben der AW im EG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der AW im 2. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/m ²]	0,07	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
	Stellen/Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,05	[Std/m ²]	
	komplette Montage der AW im EG	0,09	[Std/m ²]	0,12	[Std/m ²]	
	komplette Montage der AW im 1. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	komplette Montage der AW im 2. OG	0,11	[Std/m ²]	0,15	[Std/m ²]	
	komplette Montage der IW im EG	0,07	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	komplette Montage der IW im 1. OG	0,06	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	komplette Montage der IW im 2. OG	0,06	[Std/m ²]	0,10	[Std/m ²]	
	gesamte Montage der Wände im EG mit Zeitaufzeichnung der Firma			0,22	[Std/m ²]	
	gesamte Montage der Wände im EG ohne Zeitaufzeichnung der Firma	0,09	[Std/m ²]	0,13	[Std/m ²]	
	gesamte Montage der Wände im 1. OG	0,08	[Std/m ²]	0,11	[Std/m ²]	
	gesamte Montage der Wände im 2. OG	0,10	[Std/m ²]	0,16	[Std/m ²]	
	Montage der Deckenelemente	Verlegen der Deckenelemente über EG	0,02	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]
		Verlegen der Deckenelemente über 1. OG	0,02	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]
Verschrauben der Deckenelemente über EG		0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
Verschrauben der Deckenelemente über 1. OG		0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]	
gesamte Montage der Deckenelemente über EG		0,05	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]	
gesamte Montage der Deckenelemente über 1. OG	0,04	[Std/m ²]	0,06	[Std/m ²]		
Montage der Dachelemente	Verlegen der Dachelemente über 2. OG	0,01	[Std/m ²]	0,02	[Std/m ²]	
	Verschrauben der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]	
	gesamte Montage der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/m ²]	0,04	[Std/m ²]	
Montage der Unterzüge	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im EG	0,05	[Std/lfm]	0,08	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 2. OG	0,03	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]	
Montage der Unterbaukonstruktion (südseitig) für Balkon	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im EG	0,09	[Std/lfm]	0,15	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im 1. OG	0,19	[Std/lfm]	0,26	[Std/lfm]	
	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im 2. OG	0,24	[Std/lfm]	0,37	[Std/lfm]	
Montage der Dämmung an der Wohnungstrennwand	Montage der Dämmung im EG	0,09	[Std/m ²]	0,09	[Std/m ²]	
	Montage der Dämmung im 1. OG	0,08	[Std/m ²]	0,10	[Std/m ²]	
	Montage der Dämmung im 2. OG	0,08	[Std/m ²]	0,11	[Std/m ²]	
Montage der Treppen		0,11	[Std/Stk]	0,18	[Std/Stk]	
	Vormontage der Trittstufen	0,25	[Std/m ²]	0,42	[Std/m ²]	
		0,34	[Std/lfm]	0,56	[Std/lfm]	
		0,16	[Std/Stk]	0,25	[Std/Stk]	
	Montage des Treppenaufganges	0,39	[Std/m ²]	0,58	[Std/m ²]	
		0,52	[Std/lfm]	0,78	[Std/lfm]	
Montage des Treppenaufganges u. der Geländer		0,18	[Std/m ²]	0,32	[Std/m ²]	
Montage des Liftschacht	Stellen und Verschrauben des Liftschachtes	0,01	[Std/m ²]	0,03	[Std/m ²]	
Montage der Außenverkleidung des Treppenaufganges		0,15	[Std/m ²]	0,21	[Std/m ²]	
Montage Dachverkleidung	Mesen/Zuschnitt/Verschraubung stirnseitig	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]	

Abbildung 6: Gesamtdarstellung ermittelte Aufwandswerte¹

¹ Eder (2015), S. 286

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit Brettsper Holz gewinnt die massive Holzbauweise auch im allgemeinen Bauen mehrgeschossiger (Wohn-)Objekte, weiterhin an Bedeutung, da die Marktnachfrage nach ökologischen Baustoffen von starkem Wachstum gekennzeichnet ist.

Dadurch ergibt sich einerseits ein neues Betätigungsfeld für zahlreiche Holzbaubetriebe in Form großvolumiger Holzbauten, sowie eine Möglichkeit der Holzverarbeitenden Industrie, deren neuartige Produkte und den Holzbau insgesamt gemeinsam weiter zu entwickeln.

5.1 Potenzial im Holzbau

Zu Beginn des Planungsprozesses eines Bauobjektes stehen neben der bautechnischen Qualität vor allem die zu erwartenden Kosten im Blickpunkt jedes potentiellen Investors. Der Baustoff Holz ist im Gegensatz zu anderen am Markt erhältlichen mineralischen Baustoffen aufgrund des höheren Materialeinsatzes und eines grundsätzlich hochwertigen Ausgangsstoffes kostentechnisch höher einzustufen, was die Entscheidungsfindung des Planers und/oder des Bauherrn für den Baustoff Holz nicht eindeutig ausfallen lässt. Allerdings können einige Einflussfaktoren diese höheren Kosten weitestgehend kompensieren.

Kurze Bauzeit

Das Potenzial der holzbaulichen Arbeitsverfahren liegt in der kurzen Rohbauzeit gegenüber anderen herkömmlichen Arbeitsverfahren im Wohnungsbau, wie bspw. mineralische Werkstoffe, Beton oder Ziegel.

Baustelleneinrichtung

Ein weiterer Vorteil ist, dass im Holzbau ein geringer Platzbedarf rund um das Baufeld benötigt wird, da in der Regel die Holzelemente just in time geliefert und anschließend meist ohne Zwischenlagerung verbaut werden, was geringere Montage- und Lagerflächen vor Ort bedingt.

Montagefortschritt

Der Fortschritt der Arbeiten in der Holz-Massivbauweise wird, neben den nicht beeinflussbaren Witterungseinflüssen, prinzipiell hauptsächlich vom eingesetzten Hebegerät, sowie der eigentlichen Montageleistung der Arbeitskräfte und deren Hilfsmittel, wie beispielsweise eventuelle Hebebühnen und Hilfsgeräte für die Holzbaumontage, bestimmt.

Dies sind nur einige grundsätzliche Faktoren, welche das Potenzial des Holzbaus abbilden. Allerdings sei an dieser Stelle erwähnt, dass diese augenscheinlichen Vorteile oftmals nicht als Argument verwendet werden, da sie einerseits schwer zu quantifizieren und monetär zu bewerten sind, und andererseits aufgrund des Einsatzes zahlreicher Unternehmen in unterschiedlichen Gewerken auf einer Baustelle die Bauabläufe und Zusammenhänge der Tätigkeiten nicht eindeutig ausfallen und zuzuordnen sind. Hier hat der Holzbau noch enormes Potenzi-

al künftig eine Vorreiterrolle in einer ganzheitlichen Abwicklung einzunehmen und unter seiner Führerschaft neue Maßstäbe im Bauen zu setzen.

5.2 Ausblick – Kalkulation

Hersteller und Firmen, welche sich mit der Montage von BSP-Produkten auseinandersetzen, arbeiten zur Zeit mit eigenen firmeninternen Kalkulationsansätzen, welche der Öffentlichkeit, sowie der Fachwelt im Allgemeinen nicht zugänglich sind. Dabei bilden die Aufwandswerte die grundlegenden Eingangsparameter in die Kalkulation einzelner Leistungspositionen. Die in dieser Untersuchung ermittelten Aufwandswerte können somit für künftige Projekte mit ähnlichen Randbedingungen sowie Gestaltung als Basis herangezogen werden. Die ermittelten Werte sind jedoch in jedem Fall eingehend auf die tatsächlichen Bedingungen abzustimmen und anzupassen, da jedes auch noch so ähnlich wirkende Bauprojekt wiederum ein Unikat darstellt. Holzbaubetriebe sind somit angehalten, die Preisermittlungen auf detaillierter Basis mit fundiert ermittelten Werten ohne Schätzung durchzuführen, um im künftig nach wie vor stärker zunehmenden Wettbewerb gestärkt hervorgehen zu können.

Literaturverzeichnis

- Dinort, G. (2002), Kalkulieren im Zimmererhandwerk, Karlsruhe, Bruder, 2002
- Dress, G., Paul, W. (2000), Kalkulation von Baupreisen, Berlin, Bauwerk Verlag GmbH, 2000
- Duschel, M,
Plettenbacher, W. (2012) Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb, Wien, Linde Verlag, 2012
- Eder, W. (2015), Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, Masterarbeit TU Graz, 2015
- Fassmann, G.,
Scholtyssek, M. (2013), Kostendeckende Preise im Holzbau, Neu-Isenburg, Zeittechnik-Verlag GmbH, 2013
- Gerhard, K. (1984), REFA in der Baupraxis – Teil 2 – atenermittlung, Frankfurt am Main, ZTV Verlag, 1984
- Herzog, T. et al (2003), Holzbau Atlas, Basel, Birkhäuser – Verlag für Architektur, 2003
- Hofstadler, C. (2007), Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2007
- Hofstadler, C. (2008), Schularbeiten-Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkuation, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 2008
- Institut für
Zeitwirtschaft (1987), Kostendeckende Preise im Holzbau, Neu-Isenburg, Zeittechnik-Verlag, 1987
- Koppelhuber, J.,
Hintersteininger, K,
Heck, D. (2015), Industrielles Bauen mit Holz – baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau, bauaktuell 4/2015, Wien, Linde Verlag, in Veröffentlichung, 2015
- Oberndorfer, W,
Jodl, H.G. (2010), Handwörterbuch der Bauwirtschaft, Wien, Austrian Standards plus Publ., 2010
- ÖNORM B2061 (1999), Österreichisches Normungsinstitut (ON): ÖNORM B 2061 - Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm, ÖNORMEN & nationale Regelwerke, Austrian Standards Institute, 1999-09-01
- Plümecke, K. (2014), Preisermittlung im Holzbau, Köln. Bruderverlag, 2014
- REFA (1992), REFA – Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums – Teil 2 – Datenermittlung. München, Carl Hanser Verlag, 1992
- Riedinger, H.G.,
Steinmetzger, R. (2000), Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methoenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000
- Schlagbauer, D. (2011), Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung . Doktorarbeit Technische Universität Graz, 2011
- Schober, P. (2013), Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich – Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 – Konfektionen in Holz, 50/2013