

Kalkulationsansätze im Holzbau

Der Einsatz von Arbeitsablaufanalysen als Grundlage für Aufwandswerte

Dieter Schlagbauer
iC Consulanten ZT Ges.m.b.H.
Wien, Österreich



Kalkulationsansätze im Holzbau

Der Einsatz von Arbeitsablaufanalysen als Grundlage für Aufwandswerte

1. Bedeutung der Kalkulation

Die Kalkulation, auch Bauauftragsrechnung genannt, weicht von der Auftragsrechnung eines stationären Industriebetriebes ab. Besondere Merkmale wie auftragsbezogene Einzelfertigung, die besondere Form des Preiswettbewerbes und auch die Vergabe der Bauleistungen stellen eine klare Abgrenzung zu anderen Industriezweigen dar.¹

1.1. Kalkulation in der Ausbildung

Zu den Aufgaben der Kalkulation zählt die Kostenermittlung für Bauleistungen vor, während und nach der Leistungserstellung und deren Vergleich, sowie die dazugehörige Datenaufbereitung. Dies wird Studierenden der Bauingenieurwissenschaften bereits in einer der ersten Einheiten der bauwirtschaftlichen Ausbildung erläutert, und es wird auf die immense Bedeutung der Kalkulation hingewiesen:²

„In der Bauwirtschaft bildet die Baukalkulation die Grundlage eines Angebotes und bestimmt nach der Auftragserteilung den erst viel später zu realisierenden Erlös für die Herstellung der angebotenen Bauleistung. Von ihr hängt daher primär der Erfolg der Baustelle als Produktionsstätte und in der Summe der Einzelbaustellen auch der gesamte Unternehmenserfolg ab.“

Auch in der Meisterprüfungsordnung für Holzbaumeister der WKÖ³ unter § 9 findet sich das Thema Kalkulation wieder:

„(2) Die Prüfung im Gegenstand Projektumsetzung hat im Einzelnen folgende Arbeiten zu umfassen:

- 1. Bemessung bestimmter Konstruktionsteile sowohl in statischer als auch bauphysikalischer Hinsicht unter Einschluss energiesparender und ökologischer Bauweisen,*
- 2. bestimmte Teile des Leistungsverzeichnisses und der Massenberechnung unter Berücksichtigung von Holzbau-Meisterarbeiten und Arbeiten anderer Gewerbe,*
- 3. Kalkulation bestimmter Bauleistungen (von Holzbau-Meisterarbeiten einschließlich der Berücksichtigung von Arbeiten anderer Gewerbe) und*
- 4. Projektmanagement, -steuerung und Bauablaufplanung.“*

Dies zeigt, dass neben der sorgfältigen Ausführung, die Angebotserstellung mit Leistungsverzeichnis und Massenermittlung sowie die Kalkulation der anzubietenden Leistung und die Kenntnisse über die ordnungsgemäße Abwicklung gleichwertige Themen sind.

In Zusammenhang mit diesen Überlegungen aus der Ausbildung können noch die Aussagen von Toffel⁴ miteinbezogen werden, der ausführt, dass wirtschaftliches Bauen von einer Vielzahl von Einflüssen abhängig ist:

- *personelle*
- *räumliche*
- *zeitliche und*

¹ Vgl. Drees, Paul: Kalkulation von Baupreisen. Hochbau, Tiefbau, Schlüsselfertiges Bauen Mit kompletten Berechnungsbeispielen, 2011.

² Heck, Schlagbauer: BauWL-Skript 2009, TU Graz, 2009.

³ WKÖ: Holzbau-Meister Befähigungsprüfungsordnung, vom 20.5.2015.

⁴ Toffel: Von Claim-Brutstätten und Baukosten-Raketen in: Festschrift 1969 - 2009; 40 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2009.

- *sachliche Einflüsse, die wiederum unterteilt werden können in*
 - *technische,*
 - *wirtschaftliche,*
 - *rechtliche und*
 - *soziale Einflüsse,*

welche je nach den Gegebenheiten im konkreten Einzelfall die Wirtschaftlichkeit des Bauens mehr oder weniger beeinflussen können."

Ziel einer jeden Kalkulation muss es also sein für die jeweilige Baustelle ein optimales Angebot unter Einbeziehung aller bedachten Randbedingungen, einer Berücksichtigung des eingeschätzten Risikos sowie eines Gewinns für das Unternehmen zu erstellen, welches auch unter den Marktbedingungen den Zuschlag erhält.

1.2. Arten der Kalkulation

Die Zuschlagskalkulation ist das übliche Verfahren in der Bauwirtschaft zur Berechnung des Preises. Dabei unterscheidet man in einzelne Verfahren der Zuschlagsberechnung: die Kalkulation mit vorbestimmten Zuschlagssätzen, die Kalkulation über die Angebotssumme als auch die Prozesskostenkalkulation. Diese Verfahren unterscheiden sich nur im Grad der Erfassungstiefe der indirekten Kosten. Die Zuschläge können als dimensionsgebundene Größen (z.B. in €) oder dimensionslose Zuschlagsfaktoren (z.B. in %) auftreten. Wenn die Zuschläge feststehen kann mit der Ermittlung der Einheitspreise bzw. der Netto-Angebotssumme begonnen werden.⁵

Dies zeigt sich auch an dem aus der ÖNORM B 2061 ableitbare Kostengliederung:

Einzelkosten der Teilleistungen		
• Lohnkosten		
• Material- und Transportkosten		
• Gerätekosten		
• Kosten der Fremdleistungen		
Gemeinkosten der Baustelle (bestehend aus)		
• Zeitabhängige Kosten		
• Zeitunabhängige Kosten		
Herstellkosten		
+ Geschäftsgemeinkosten		
+ Bauzinsen		
Selbstkosten		
+ Wagnis		
+ Gewinn		
Einheitspreis		

Abbildung 1: Kostengliederung entsprechend der ÖNORM B 2061

Dabei werden einerseits die Einzelkosten kalkuliert, die den zu kalkulierenden Leistungen direkt zugeordnet werden, zum anderen werden die Gemeinkosten über Zuschläge auf die einzelnen Leistungen umgelegt. Die Berechnung der Bauleistungen basiert in der Regel auf einem Leistungsverzeichnis, in dem die Einzelkosten der Teilleistungen den Positionen direkt zugeordnet werden können. Für Gemeinkosten der Baustelle, allgemeine Geschäftskosten sowie Wagnis und Gewinn werden Zuschlagssätze gebildet und diese auf die Einzelkosten der Teilleistungen umgelegt.⁶

Neben der Zuschlagskalkulation gibt es noch die, weniger für Bauleistungen verwendeten Divisionskalkulation und Äquivalenzziffernkalkulation.⁷ Die Divisionskalkulation kommt beispielsweise im Bereich der Fertigteilkalkulation zum Einsatz.

⁵ Vgl. Girmscheid, Motzko: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen; S. 223.

⁶ Vgl. Proporowitz: Baubetrieb - Bauwirtschaft; S. 115.

⁷ Vgl. Proporowitz: Baubetrieb - Bauwirtschaft; S. 115.

1.3. Grundlage der Kalkulation

Für die Erreichung der unternehmerischen Ziele bei entsprechendem Wettbewerb ist es erforderlich seine eigenen Aufwände gut einschätzen zu können und unter Zeitdruck bei der Erstellung des Angebotes die Objektspezifika einzuarbeiten.⁸

Um bereits nach einer ersten Sichtung der Unterlagen und einer Vorortbegehung eine erste interne Preisbewertung erstellen zu können sind Richtleistungsverzeichnisse eingesetzt. Sie sind objektunabhängig und werden nach Sparten gegliedert.⁹

Dabei werden Kennwerte und Aufwandswerte angewendet, die auf Basis realisierter Projekte und der dazugehörigen Aufzeichnungen ausgewertet, fortgeschrieben, erneuert bzw. aktualisiert und mit durchschnittlichen Leistungsansätzen hinterlegt werden. Dieses Richtleistungsverzeichnis kann aufgrund von Erfahrungswerten, Literaturquellen und einer Nachkalkulation erstellt werden.¹⁰ Zudem können bei neuen Produkten gezielte Aufwandswerterhebungen eine Grundlage für zukünftige Kalkulationen bieten.

In diesem Zusammenhang stellt die im Februar 2017 vom Bundesministerium als Zusatzversion zur bestehenden Leistungsbeschreibung Hochbau (LBH 20) veröffentlichte Standardleistungsbeschreibung für Holzbau der LG 36¹¹ eine gute Grundlage für zukünftige Standardkalkulationen dar.

Weitere allgemein gültige Grundlagen und Bestimmungen¹² sind jene die von Projekt und Betrieb unabhängig sind. Dazu gehören unter anderem:

- ÖNORMEN (Verdingungs- sowie technische Normen): ÖN B2110, ÖN B2061, ÖN B22xx-Reihe
- Gesetzliche Bestimmungen wie Arbeits- und Sozialrecht, Dienstnehmerschutzverordnung, Bauordnung, Umsatzsteuerrecht, Umweltrecht, Gewerberecht, Vergabe- und Vertragsrecht und Baukoordinierung.
- Kollektivverträge
- Österreichische Baugeräteliste

All diese Unterlagen bieten eine Hilfestellung zur Kalkulation der Holzbauleistungen bei öffentlichen wie privaten Auftraggebern.

Wesentlichste Basis sind jedoch die Aufwandswerte bzw. Leistungsansätze für die zu erbringenden Bauleistungen, die als Grundlage erhoben werden müssen.

2. Erhebung von Aufwandswerten

Um Zeitansätze und weitere Informationen zur Leistungserbringung auf der Baustelle darstellbar zu machen, kann man sich der Analyse des Arbeitsstudiums nach REFA¹³ bedienen.

2.1. Grundlagen des REFA-Analyse-Systems

In umfangreichen Nachschlagewerken von REFA¹⁴ werden die theoretischen Grundlagen des Arbeitsstudiums dargestellt.

⁸ Vgl. Oberndorfer; Kukacka: Preisbildung & Preismrechnung von Bauleistungen, S. 21.

⁹ Vgl. Wolkerstorfer, Lang: Praktische Baukalkulation, S. 13.

¹⁰ Vgl. Wolkerstorfer, Lang: Praktische Baukalkulation, S. 13.

¹¹ HOLZBAU AUSTRIA: LBH LG 36 Holzbau wird öffentlich, onlineartikel: http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=6882&cHash=f15f16a39e81801f247be4d4006a0a83.

¹² Vgl. Oberndorfer; Kukacka: Preisbildung & Preismrechnung von Bauleistungen, S. 22f.

¹³ Der REFA - Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung ist Deutschlands älteste Organisation für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung. Durch REFA entwickelte Methoden bieten Hilfestellung für betriebliche Datenermittlung und zum Management. Er ist internationaler Anbieter für betriebliche Weiterbildung mit dem Verbandszweck eine „Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Ausbildung“ zu erreichen.

¹⁴ REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): Methodenlehre der Betriebsorganisation: Lexikon der Betriebsorganisation, Carl-Hanser, München 1993.

REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 1 Grundlagen, Carl-Hanser, München 1984.

„Wesentlich für die REFA-Methodenlehre ist die Betrachtung von Arbeitssystemen in ihrer hierarchischen Struktur, von der einzelnen Arbeitsstelle bis zum Gesamtunternehmen. Dementsprechend gibt es elementare und unterschiedlich komplexe Arbeitssysteme.“¹⁵

REFA beschreibt die Arbeitsaufgaben durch die folgenden sieben Systembegriffe: 1) die Arbeitsaufgabe, 2) der Arbeitsablauf, 3) die Eingabe, 4) die Ausgabe, 5) der Mensch, 6) die Betriebsmittel und 7) die Umwelteinflüsse.¹⁶

Die Arbeitsaufgabe beschreibt dabei das Ziel des Systems, wie z.B. die Montage von Elementen. Der Arbeitsablauf beschreibt die einzelnen Prozessschritte für die Erfüllung der Arbeitsaufgabe. Die Eingabe stellt den Einsatz aus Arbeitsgegenständen, den Arbeitern, Informationen und Energie dar, welche zur Erfüllung der Arbeitsaufgabe in ihrem Zustand, ihrer Form oder ihrer Lage verändert werden sollen. Die Ausgabe stellt die veränderten Arbeitsgegenstände dar, wie z.B. gestelltes Wandelement. Arbeitsmittel (Mensch) und die Betriebsmittel stellen die Kapazitäten des Arbeitssystems dar. Zusätzlich wirkende Umwelteinflüsse auf das Arbeitssystem können als physikalische, chemische, biologische, organisatorische und soziale Einflüsse gegliedert werden und charakterisieren die Einwirkungen auf ein (funktionierendes) Arbeitssystem, wie beispielsweise Witterung.¹⁷

2.2. Beobachtungstiefe

Nach REFA kann der Arbeitsablauf für Beobachtungen in einzelne Ablaufabschnitte mit entsprechender Betrachtungstiefe unterschieden werden:¹⁸

Im Zuge der bisher durchgeführten Analysen mit Anwendung unterschiedlicher Beobachtungstiefen wird „Vorgang“ als die am besten geeignete Auswertungstiefe und der „Teilvorgang“ als am besten geeignete Beobachtungstiefe für eine detaillierte Betrachtung angesehen.¹⁹

„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.“²⁰

Die Prozessschritte der Vorgänge werden auch bei der Berichterstattung der Baustelle als üblicherweise kleinste Einheit erfasst und werden so Grundlage der Nachkalkulation.²¹

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

Bsp. Beton mischen“²²

REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984.

REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 3 Arbeitsgestaltung, Carl-Hanser, München 1984.

¹⁵ Riedinger, Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 5.

¹⁶ Vgl. Riedinger, Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 5

¹⁷ Vgl. Riedinger, Steinmetzger: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methodenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 5. und vgl. Eder: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, Masterarbeit TU Graz, 2014.

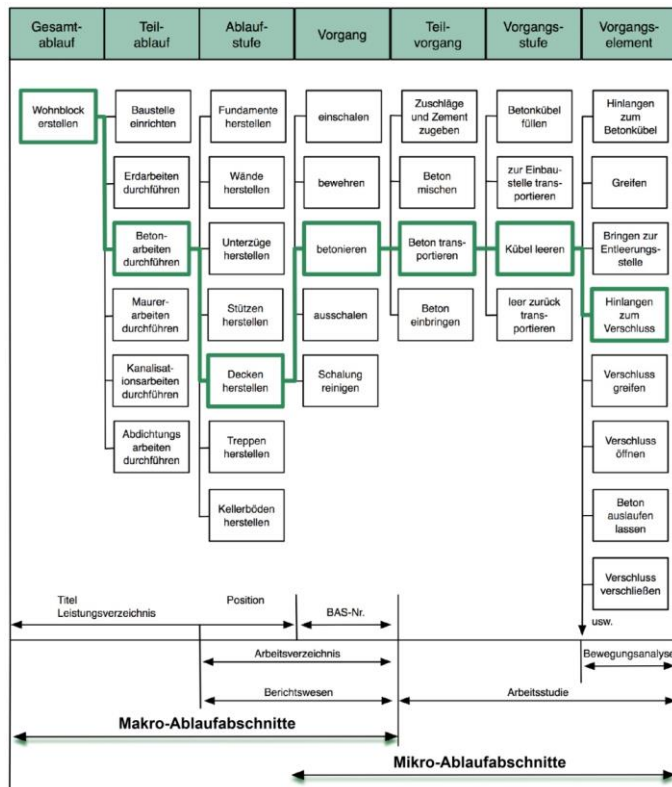
¹⁸ REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 13f.

¹⁹ Eine detaillierte Beschreibung aller Ablaufabschnitte findet sich in Schlagbauer, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, Dissertation TU Graz, Graz 2012 S. 43ff.

²⁰ REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 15.

²¹ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 15.

²² REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 14f.

Abbildung 2: Gliederung des Arbeitsablaufs²³

Teilvorgänge sind Gliederungsteile, die bei Gruppenzeitaufnahmen meist als kleinste Einheit erfasst werden. Da die Arbeiten auf Baustellen sehr oft in Gruppenarbeiten durchgeführt werden, ist die Aufzeichnung von Teilvorgängen ein sehr wichtiges Beobachtungskriterium.²⁴

2.3. Beobachtungsmethode

Ergänzend zur Wahl der Beobachtungstiefe ist die Festlegung der Beobachtungsmethode erforderlich. REFA unterscheidet zwei grundsätzliche Aufnahmemethoden: (1) die Einzelzeitaufnahme (EZA) als Zeitmessmethode und (2) die Multimomentaufnahme (MMA) als Zählmethode.²⁵

2.3.1. Einzelzeitaufnahme (EZA)

Die Einzelzeitaufnahme (EZA) ist eine klassische Zeitmessmethode, bei der für den jeweiligen zu beobachtenden Arbeitsablaufabschnitt (in diesem Fall für einen „Vorgang“ oder „Teilvorgang“) die Zeit gemessen und festgehalten wird. Durch die Zusammenführung aller einzelnen Aufzeichnungen entsteht so ein „Abbild des Beobachtungszeitraums“.²⁶

2.3.2. Multimomentaufnahme (MMA)

Die MMA stellt ein Zählverfahren dar, bei dem in bestimmten Intervallen oder zu vorher festgelegten Zeitpunkten der Arbeitsablauf beobachtet wird. Hierbei wird der zum Zeitpunkt der Beobachtung vorgefundene (Teil-) Vorgang festgehalten.²⁷

Eine Erfassung der Dauer des jeweiligen Vorgangs wird nicht vorgenommen. Über die Festlegung des Beobachtungsumfangs und der Anzahl der Beobachtungen kann eine

²³ REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 1 Grundlagen, Carl-Hanser, München 1984, S. 58.

²⁴ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): a.a.O., S. 14f.

²⁵ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): a.a.O., S. 53f und S. 65f.

²⁶ Schlagbauer: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, Dissertation TU Graz, Graz 2012 S. 43ff.

²⁷ Schlagbauer: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, Dissertation TU Graz, Graz 2012 S. 43ff.

Aussage zum Anteil des jeweiligen Vorgangs an der Gesamtbeobachtung mit entsprechender statistischer Genauigkeit erfolgen.²⁸

Ein weiterer Vorteil dieser Beobachtungsmethode ist die gleichzeitige Aufnahme mehrerer Arbeiter ohne den Aufwand für die Datenaufzeichnung wesentlich zu erhöhen.²⁹

Bei der MMA werden zwei unterschiedliche Methoden unterschieden:

1. klassische MMA: die Auswahl der Beobachtungszeitpunkte erfolgt zufällig, z.B. mit Hilfe der Stunden-Minuten-Zufallstabeln von REFA³⁰
2. systematische MMA: es wird ein fixes Beobachtungsintervall (z.B. 2 Minuten) gewählt.³¹

2.3.3. Anwendung der Aufnahmemethoden

Die Einzelzeitaufnahme (EZA) ist dann gut geeignet, wenn nur eine Leistung oder eine Person beobachtet werden soll. Das Ergebnis ist die Messung der jeweiligen Zeitintervalle der Leistungsausführung bzw. der Arbeitseinsatz einer Person.

Bei nur einem Beobachter ist es jedoch nur begrenzt möglich Zeitaufnahmen für mehrere Personen oder Leistungen parallel durchzuführen, da die Gleichzeitigkeiten der Aufzeichnungen hier zu keiner geordneten Aufzeichnung führen.

Da die Arbeit im Bauwesen jedoch zumeist in Gruppen erfolgt, stellt die EZA nur ein bedingt brauchbares und daher sehr selten allein verwendetes Verfahren dar.³²

Sollen mehrere Personen oder der gesamte Arbeitsablauf eines Arbeitstages festgehalten werden, so ist die Multimomentaufnahme (MMA) die bessere Wahl.

Bisherige Beobachtungen und Auswertungen haben zudem gezeigt, dass eine Kombination der beiden Beobachtungsmethoden zu einer umfassenden Betrachtung der Leistungserbringung führt und den erforderlichen Beobachtungsumfang nicht verändert, lediglich die Möglichkeit zusätzlicher Videoaufzeichnungen ist erforderlich. Hinsichtlich der Anwendung der Aufnahmemethoden wird die MMA direkt vor Ort durchgeführt und die EZA im Nachhinein auf Basis der Videoaufnahmen.

Dies hat den Vorteil, dass die Kamera während der MMA ohne Einfluss auf die Beobachtung bedient werden kann und eine Aufnahme auch bei wechselnden Arbeitsplätzen gut möglich ist. Im Gegenzug profitiert man auch bei der Anwendung EZA von den vorab auszuführenden Auswertungserkenntnissen der MMA, da man sich auf die erkannten Hauptleistungen oder -tätigkeiten bei der EZA fokussieren kann und so eine zielgerichtete Datenerhebung der EZA durchführen kann.

2.4. Beobachtungskategorien

Für eine spätere Auswertung nach REFA müssen die beobachteten Vorgänge nach bestimmten Kriterien geclustert werden. REFA bietet eine solche Kategorisierung³³ an, für Verwendung für Baustellenuntersuchungen mit eingegrenztem zu beobachtenden Aufgaben wurden die Definitionen der Unterkategorien abgewandelt. Dies betrifft zum Beispiel die Unterkategorie „Zusätzliche Tätigkeit“, welche nach REFA folgendermaßen definiert ist:

„Um eine zusätzliche Tätigkeit handelt es sich, wenn deren Vorkommen oder Ablauf nicht vorausbestimmt werden kann.“³⁴

²⁸ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S.65f.

²⁹ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S.65f.

³⁰ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 77.

³¹ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 65-86.

³² Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 53f.

³³ Vgl. REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 3 Arbeitsgestaltung, Carl-Hanser, München 1984, S.20ff.

³⁴ REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): a.a.O., S. 20.

Im Gegensatz dazu wird die Unterkategorie „Zusätzliche Tätigkeit“ im weiterführend wie folgt verstanden:

„Die Unterkategorie „zusätzliche Tätigkeiten“ umfasst Haupt- und Nebentätigkeiten, die nicht dem eigentlichen Arbeitsauftrag der beobachteten Person entsprechen (z.B. die Kranführertätigkeit eines Maurers).“³⁵

Somit ergeben sich nachfolgende Kategorien:

Tabelle 1: Einteilung der Vorgänge des Arbeitsablaufs nach Schlagbauer³⁶

Kategorie [erste Ebene]	Unterkategorie [zweite Ebene]	Beschreibung
„Tätigkeit“		Die Kategorie „Tätigkeit“ umfasst alle durchgeführten Arbeiten, die mit der Leistungserbringung direkt oder indirekt in Verbindung stehen.
	„Haupttätigkeit“	Unter „Haupttätigkeit“ werden alle erhobenen Tätigkeiten zusammengefasst, die der Leistungserbringung einer direkt abrechenbaren Position dienen (z.B. Mauern, Betonieren, Schalung aufstellen, uä.).
	„Nebentätigkeit“	Im Gegensatz zu „Haupttätigkeiten“ können „Nebentätigkeiten“ nicht direkt abgerechnet werden, sondern sind zur Erbringung von „Haupttätigkeiten“ notwendig (z.B. Mörtel mischen, Gerät und Material vorbereiten, uä.).
	„Zusätzliche Tätigkeit“	Die Unterkategorie „zusätzliche Tätigkeiten“ umfasst Haupt- und Nebentätigkeiten, die nicht dem eigentlichen Arbeitsauftrag der beobachteten Person entsprechen (z.B. die Kranführertätigkeit eines Maurers).
„Unterbrechung“	„Ablaufbedingt“	Der Bereich der „Ablaufbedingten Unterbrechungen“ umfasst Pausen, die aufgrund des Bauverfahrens und des Bauablaufs notwendig sind.
	„Störungsbedingt“	„Störungsbedingte Unterbrechungen“ entstehen durch äußere Einwirkungen auf den Bauablauf, wodurch dieser unterbrochen wird.
	„Erholungsbedingt“	„Erholungsbedingte Unterbrechungen“ sind Pausen, die der Bauarbeiter infolge anstrengender Tätigkeiten selbstständig einlegt, einschließlich der vom Arbeitgeber vorgegebenen Vormittags- und Mittagspausen.
	„Persönlich bedingt“	„Persönlich bedingte Unterbrechungen“ entstehen infolge der persönlichen Bedürfnisse des Bauarbeiters, z.B. Rauchen, Toilettengang, Trinken, uä.
„Nicht erkennbar“		In die Kategorie „Nicht erkennbar“ werden jene Beobachtungen eingetragen, bei denen zum Beobachtungszeitpunkt der zu beobachtende Arbeiter nicht im Sichtbereich des Beobachters war und daher keine genaue Aussage über seine verrichtete Tätigkeit gemacht werden konnte.

Durch diese Veränderung in der Klassifizierung ist es möglich, dass im Rahmen der Ablaufbeobachtung stabile Daten für die weitere Anwendung der ausgewerteten Aufwandswerte für die zu erhebenden Bauverfahren zur Verfügung gestellt werden, da gerade die zusätzlichen Tätigkeiten je nach Baustelle und Arbeitsabfolge sowie äußeren Randbedingungen stark variieren können.

³⁵ Vgl. Schlagbauer: „Arbeitsbelastung und Arbeitsleistungskurven“ - Auswertung empirischer Untersuchungen der Tätigkeiten im Baumeistergewerbe in Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement (Hrsg.): Tagungsband 21. Assistententreffen der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik 2010, Eigenverlag, Wien 2010, S.207-237.

³⁶ Vgl. Schlagbauer: „Arbeitsbelastung und Arbeitsleistungskurven“ - Auswertung empirischer Untersuchungen der Tätigkeiten im Baumeistergewerbe in Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement (Hrsg.): Tagungsband 21. Assistententreffen der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik 2010, Eigenverlag, Wien 2010, S.207-237.

2.5. Weitere mögliche Erhebungsdaten

Neben den Tätigkeiten ist es zudem möglich die Belastungssituation zu messen, dabei kann einerseits die Herzfrequenz des einzelnen beobachteten Arbeiters automatisch aufgezeichnet und im Rahmen der Auswertung den Tätigkeiten zugeordnet werden oder andererseits auch die ergonomische Arbeitsposition anhand eines Formblattes (EAWS)³⁷ beurteilt werden.

Diese Daten helfen bei der Einschätzung der Arbeitsintensität und der die Leistungsausführung beeinflussenden Randbedingungen und sollten ebenso wie die Temperatur während der Beobachtung festgehalten werden.³⁸

3. UNTERSUCHUNGSABLAUF

3.1. Vorbereitung vor der Untersuchung auf der Baustelle

Im ersten Schritt einer Untersuchung werden Vorgespräche mit den jeweiligen Geschäftsführern bzw. den Firmenchefs geführt. Darauf aufbauend hat es sich als zielführend erweisen Informationsgespräche über den Inhalt und den Ablauf mit den zuständigen Polieren und den Arbeitern vor Ort zu führen, wobei die Datensicherheit und -verwendung sowie die nicht individuellen Beurteilung der Ergebnisse und Darstellung von Unterbrechungen die Hauptthemen der beobachteten Mitarbeiter waren.³⁹

Im Zuge der Baustellenbeobachtung sollte die Chance genutzt werden in Form von Gesprächen mit den Bauleitern und den Polieren die „weichen“ Faktoren (Arbeitsklima, Gruppendynamik, Belastungssituation, Zeitstress uä.) beurteilen zu können.

Herstellung Verbindung WHT 340	
Darstellung	Haupttätigkeit
	Bohren des Loches im Beton für das Versetzen der Ankerstange
	Verankern des Klebeankers
	Vernageln des Winkels an die BSP-Wand

Abbildung 3: Tätigkeitsbeschreibung mit Foto⁴⁰

³⁷ Schaub et al., The European Assembly Worksheet; in: Theoretical Issues in Ergonomics Science, 2013, S.: 616-639.

³⁸ Anwendung bspw. dargestellt in: Schlagbauer, Ninaus: Leiternfreie Baustelle, BauPortal 03/2016, S.53-57

³⁹ Zusätzlich wurden nochmals die Richtlinien hinsichtlich der Auswertung der Daten in Bezug auf den Datenschutz dargestellt. Diese Information erfolgte mittels eines eigenen Probandeninformationsblattes, welches in Anlehnung an die Probandeninformationen, die bei Untersuchungen, die durch die Ethikkommission genehmigt werden müssen, zum Einsatz kommen.

⁴⁰ Kaiser: Bauablaufanalyse der Verbindungstechnik im Mehrgeschossigen Holzwohnbau mit speziellem Fokus auf die Aufwandsermittlung, Masterprojekt TU Graz, Graz, 2017

Als Zielführend erwies sich zudem eine genaue Kenntnis und Probebeobachtung der zu erhebenden Arbeitsabläufe, eine vorab durchgeführte Baustellenbegehung und die Betrachtung der Pläne des Objektes, die auch für die Leistungsermittlung in der späteren Auswertung erforderlich sind.

Als gute Grundlage, auch für den Fall des Einsatzes unterschiedlicher Beobachter, hat sich die Anfertigung von Fotos und Beschreibungen der Tätigkeiten erwiesen.

3.2. Datenerhebungsbogen

Der Datenerhebungsbogen bildet das Grundgerüst der gesamten Untersuchung. In diesem werden Daten direkt auf der Baustelle eingetragen und im Zuge der Auswertung mit weiteren Daten verknüpft.

Der grundsätzliche Aufbau basiert auf den von REFA veröffentlichten MMA-Aufnahmebögen⁴¹

Das Diagramm zeigt den Aufbau des Datenerhebungsbogens in drei Modulen:

- Grunddaten:** Enthält Felder für Baustelle, Datum und AN-Kürzel.
- Modul 1: Multi-Moment-Aufnahme:** Ein großer Bereich mit einer Zeitachse (Stunden und Minuten) und verschiedenen Tätigkeitskategorien wie Haupt-tätigkeit, Neben-tätigkeit, Vorbereitende Tätigkeiten, Besprechung, Planbespr., Auslast. Tätigkeit, Ablauf-bedingt, Störungs-bedingt, Erholungs-bedingt, Persönlich bedingt.
- Modul 3: Wetterdaten:** Enthält Felder für Witterungsbedingungen wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Temp., Temp. Körpertemp.

Abbildung 4: Leerer Datenerhebungsbogen⁴²

Das Diagramm zeigt einen befüllten Datenerhebungsbogen mit handschriftlichen Einträgen:

- Grunddaten:** Baustelle: 30.09.2001, Datum: 30.09.2001, AN-Kürzel: 111111, Beginn: 9:00 U, Ende: 12:00 U, Ausführung: 111111.
- Modul 1: Multi-Moment-Aufnahme:** Die Zeitachse ist mit Stunden und Minuten beschriftet. Die Tätigkeitskategorien sind mit handschriftlichen Notizen wie "Mauern", "Haupt-tätigkeit", "Neben-tätigkeit", "Vorbereitende Tätigkeiten", "Besprechung, Planbespr.", "Auslast. Tätigkeit", "Ablauf-bedingt", "Störungs-bedingt", "Erholungs-bedingt", "Persönlich bedingt" beschriftet.
- Modul 3: Wetterdaten:** Enthält Felder für Witterungsbedingungen wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind, Temp., Temp. Körpertemp.

Abbildung 5: Beispielhaft befüllter Datenerhebungsbogen⁴³

Bereits aus diesem Beispiel ist ersichtlich, dass eine gute Vorbereitung aber auch eine rasche Nachbearbeitung der Baustellenbeobachtung erforderlich sind und der dafür erforderliche Zeitaufwand nicht unterschätzt werden sollte, mit entsprechenden Softwarelösungen aber zielgerichtet unterstützt werden kann.

⁴¹ REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): REFA in der Baupraxis; Teil 2 Datenermittlung, Carl-Hanser, München 1984, S. 77.

⁴² Schlagbauer: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, Dissertation TU Graz, Graz 2012 S. 90

⁴³ Schlagbauer: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung, Dissertation TU Graz, Graz 2012 S. 92

Dies zeigt auch die Angabe des Umfanges aus einer Masterarbeit der TU Graz:

„Die Baustellenaufnahme startete durch den Beobachter bzw. Verfasser am 12.05.2014 und endete am 21.05.2014, wobei die reinen Montagearbeiten des Holzbaus auf der Baustelle erst am 13.05.2014, aufgrund witterungsbedingter schlechter Verhältnisse des Vortages, starteten.

Die dabei zusammengetragenen Datenmengen umfassen:

- je AK und Arbeitstag zwei A3-Blätter zur MMA – gesamt 84 Blätter
- ca. 500 GB Videomaterial“

4. Auswertung aktueller Bauvorhaben

Am Beispiel einer Datenerhebung wird die Auswertung der Aufwandswerte beschrieben:

„Die Grundlage für die Aufwandswervermittlung liefert die Datenstruktur des DEB, aus welchem die einzelnen Datenmengen den vorher festgelegten, zu bestimmenden Aufwandswerten zugeteilt werden. Somit basiert die Auswertung der Aufwandswerte auf einer detaillierten Zusammenstellung der Ergebnisse der Multimomentaufnahme.

Anfallende Zeiten aus Tätigkeiten und Ereignissen, die zwar in den einzelnen DEB notiert wurden aber mit der eigentlichen BSP-Montage nicht korrelieren, sind aus den montage-spezifischen Ermittlungen der Aufwandswerte auszugrenzen, wie beispielsweise Mittags-pausen, da sie auf gesetzlichen Regelungen beruhen und auch lohnwirksam sein können.

Da diese aber meist außerhalb des Arbeitsgeschehens liegen, sind sie nicht in die Aufwandswervermittlung miteinzubeziehen.

Die Aufwandswerte der einzelnen Arbeitsabläufe werden einerseits als AW_{netto} und AW_{brutto} ausgegeben, wobei in den AW_{netto} die tatsächlichen Haupttätigkeiten und in den AW_{brutto} sowohl die Tätigkeiten, als auch die Unterbrechungen und die vom Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten jeder einzelnen beschriebenen AW-Position miteinfließen.“⁴⁴

4.1. Auswertung MMA

Aus den Multimomentaufnahmen lassen sich im Zuge der Auswertungen Verteilungen der beobachteten Tätigkeiten und Unterbrechungen ermitteln. Damit können auch die Brutto- und Nettoaufwandswerte bestimmt werden.

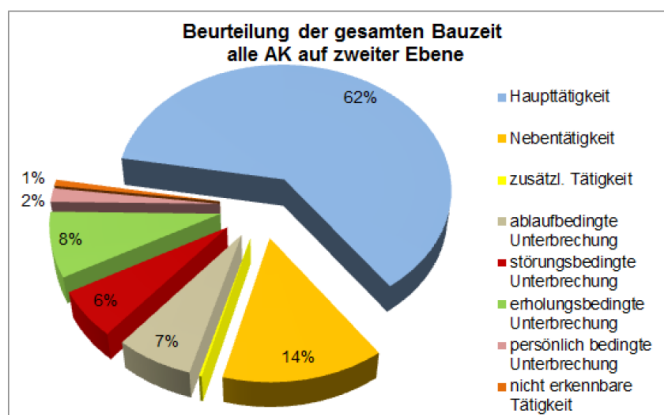


Abbildung 6: Beispielhafte Auswertung der Verteilung von Tätigkeiten und Unterbrechungen⁴⁵

Für die Bestimmung der Aufwandswerte ist zudem die Beschreibung der enthaltenen Arbeitsschritte erforderlich, in diesem Beispiel wurden „Vorgänge“ als kleinste Einheit erhoben und Aufwandswerte für Ablaufstufen gebildet:

⁴⁴ Eder: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswervermittlung, Masterarbeit TU Graz, 2014, Seite 159.

⁴⁵ Eder: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswervermittlung, Masterarbeit TU Graz, 2014, Seite 172.

AW _i Position	Beschreibung
1. Stellen der Außenwand	- Anbringung der Anschlagmittel - Hebevorgang des BSP-Elementes - Positionierung des BSP-Elementes - Entfernung der Anschlagmittel
2. Verschrauben der Außenwand	- Verschraubung AW-AW - Verschraubung AW-IW
3. Stellen der Innenwand	- Anbringung der Anschlagmittel - Hebevorgang des BSP-Elementes - Positionierung des BSP-Elementes - Entfernung der Anschlagmittel

Abbildung 7: Darstellung der in den Ablaufstufen enthaltenen Vorgänge⁴⁶

Die Auswertung der MMA erfolgt durch Ermittlung der Häufigkeiten der Notierung. Aufbauend darauf kann zudem die Verteilung der einzelnen Notierungen für einzelne Arbeitstage, einzelne Arbeiter über den gesamten Untersuchungszeitraum oder alle Beobachteten Arbeiter über den gesamten Beobachtungszeitraum ausgewertet werden.

Das Ergebnis der Auswertung kann wie in der nachstehenden Abbildung für jede Ablaufstufe detailliert dargestellt werden:

Beurteilung nach REFA							
Wohnanlage		Σ	Σ	Verteilung	BE	AW	AW
Tätigkeit: Verschrauben der Außenwand		[min]	[Std]	[%]	[lfm]		[Std/lfm]
Haupttätigkeit		565	9,42	75%	160,86	AW netto	0,06
Nebentätigkeiten +		75	1,25	10%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +		0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +		50	0,83	7%			
störungsbedingte Unterbrechungen +		40	0,67	5%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +		15	0,25	2%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +		10	0,17	1%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =		0	0,00	0%			
Σ [Zeit]		190	3,17	25%	160,86	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Verschrauben der Außenwand		755	12,58			AW brutto	0,08

Abbildung 8: Aufwandswerte für Verschraubungen⁴⁷

4.2. Auswertung EZA

Die Auswertung der EZA liefert je Messung eine Dauer. Da eine einzelne Messung sehr große Abweichungen enthalten kann, sollten die Tätigkeiten, die mittels EZA analysiert werden mehrfach im Beobachtungszeitraum beobachtet werden.

Danach kann über Mittelwertbildung oder andere statistische Methoden zur Bestimmung eines Wertes aus verschiedenen Messergebnissen ein Ergebniswert ermittelt werden.

Beurteilung nach REFA								
1.Obergeschoss		bohren	verankern	nageln	Σ	Σ	Stück	Mittelwert
Tätigkeit: Verbindungsherstellung WHT 340		[min]	[min]	[min]	[min]	[Std]	[Stk]	[Std]
Messung 1		3,0256	0,2442	0,2691	3,5389	0,06	1,00	0,0542
Messung 2		5,0456	0,2663	0,2825	5,5944	0,09		
Messung 3		1,1746	0,2035	0,2809	1,659	0,03		
Messung 4		3,5146	0,3193	0,2425	4,0764	0,07		
Messung 5		1,2572	0,2683	0,2956	1,8211	0,03		
Messung 6		2,3116	0,2577	0,2646	2,8339	0,05		

Abbildung 9: Aufstellung EZA für eine Verbindungsherstellung⁴⁸

⁴⁶ Eder: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, Masterarbeit TU Graz, 2014. Seite 160.

⁴⁷ Eder: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, Masterarbeit TU Graz, 2014. Seite 175.

⁴⁸ Kaiser: Bauablaufanalyse der Verbindungstechnik im Mehrgeschossigen Holzwohnbau mit speziellem Fokus auf die Aufwandsermittlung, Masterprojekt TU Graz, Graz, 2017

4.3. Möglichkeiten der weiteren Auswertungen

Neben der Betrachtung und Anwendung der Einzelergebnisse für nachfolgende Kalkulationen sind Vergleiche zwischen Messreihen gleicher Tätigkeiten mit unterschiedlichen Randbedingungen eine weitere Anwendungsmöglichkeit der Arbeitsablaufbeobachtung, aus der man im Nachhinein wichtige Informationen zu Auswirkungen äußerer Einflussgrößen aber auch der ablaufbedingten Vorgaben erhalten kann.

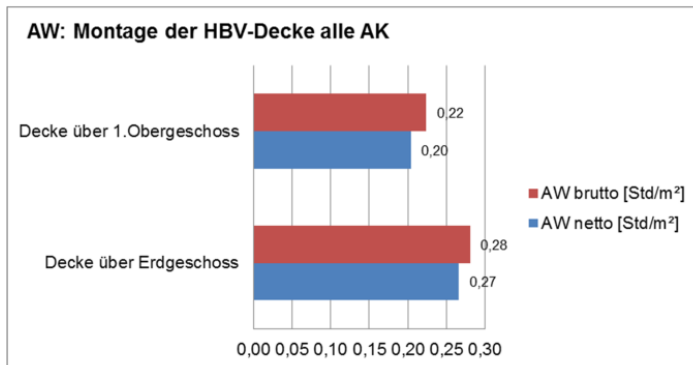


Abbildung 10: Aufwandswerte für Verschraubungen⁴⁹

4.4. Anwendung der Ergebnisse im K7-Blatt

Nach erfolgter Arbeitsablaufanalyse können die Ergebnisse im K7-Blatt verwendet werden:

Arbeit: Holzbau					
Versetzen und Montieren inkl. Nacharbeiten					
Aufwandswert AW	Brutto pro Mann	0,22	Std / m²	siehe REFA - Analyse	
Montageteamzusammensetzung 5 Mann (Gesamtaufwandswert)					
	K3: Mittellohn	34,8	€/ Std		
AW Brutto x ML = 0,22 Std / m² x 34,8 €/ h =				7,76 €/ m²	

Abbildung 11: Ausschnitt K7-Blatt⁵⁰

5. Erkenntnisse und Ausblick

Wesentlichste Grundlage für eine exakte und aussagekräftige Datenerfassung ist, dass vor Beginn der Aufnahme mit dem ausführenden Unternehmen ein ausführliches Gespräch über die aufzunehmenden Arbeitsvorgänge und die zu erhebenden Tätigkeiten zu führen und die Tätigkeiten im Einzelnen vorab zu betrachten.

Damit können die Datenerfassungsbögen bestmöglich vorbereitet werden und die Arbeitsschritte mit reduzierten Unklarheiten aufgenommen werden.

Festzuhalten bleibt aber, dass die Beobachtung auf der Baustelle zwar erheblich erleichtert wird, Unklarheiten während und nach der Datenaufzeichnung aber dennoch auftreten kann und wird und es daher auch immer ein Potenzial für Unvorhergesehenes gibt.

Auch die Abstimmung des Beobachtungsintervalls bei MMA und die Anzahl der Wiederholungen der EZA bei gleichen Tätigkeiten beeinflusst die Datenerhebungsqualität. Zudem beeinflussen Beobachtungsdauer und Anzahl auch die statistische Aussagekraft der Ergebnisse bzw. können Ausreißer weniger ins Gewicht fallen.

Für Kalkulationsansätze im Holzbau gibt es aktuell nur wenige, meist firmeninterne Kennzahlen. Dies zeigen auch die in den letzten Jahren beauftragten und zuvor bereits zitierten Untersuchungen im Rahmen von Masterarbeiten oder Projektarbeiten.

⁴⁹ Leitenbauer: Kalkulatorischer Verfahrenvergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau, Masterarbeit, TU GRAZ, Graz 2015, Seite 167

⁵⁰ Leitenbauer: Kalkulatorischer Verfahrenvergleich und Bauablaufanalyse mit Fokus auf Holz-Beton-Verbunddecken im Geschossholzbau, Masterarbeit, TU GRAZ, Graz 2015, Seite 191

Die in anderen Baubereichen oft umfangreichen Studien zu Aufwands- und Leistungswerten mit detaillierten Analysen sind im Holzbau in der Praxis daher nicht gegeben.

Produzenten und Montagefirmen im Holzbau kalkulieren derzeit augenscheinlich mit firmeninternen Ansätzen. Diese sind meist nicht öffentlich zugänglich und damit schwer vergleichbar und verwertbar sind.

Ziel einer bauwirtschaftlichen Weiterentwicklung im Holzbau sollte es sein, dass aussagekräftige Richtwerte und Tabellenwerke bezüglich der Aufwandswerte für die Kalkulation von Holzbauten zu schaffen, die es auch dem AG bzw. seinen Konsulenten ermöglicht eine Plausibilisierung der angebotenen Preise vornehmen zu können.

Dafür sind weitere Ablaufanalysen und Arbeitszeitaufzeichnungen von Referenzbauten erforderlich, um so die ermittelten Werte weiter zu plausiblen und letztendlich Standardwerte für die Kalkulation zu generieren.

Auch die kürzlich überarbeitete standardisierte Leistungsbeschreibung für den Holzbau leistet diesbezüglich einen Beitrag, jedoch ist es dafür erforderlich, dass diese in den ausschreibenden und ausführenden Bereichen zum einsatzkommen und so auch in Holzbauausschreibungen eindeutige, vollständige und neutrale Textierungen verwendet werden. Dies bedeutet eine Effizienzsteigerung auf Seiten der Ausschreibung wie auch bei den anbietenden Unternehmen mit der Anwendungsmöglichkeit einer Standardkalkulation für eine erste Preisermittlung im Zuge der Angebotserstellung.