

Forschungsprojekt BIM Netto-Massen

Kurzbericht

In diesem Kurzbericht sind einige ausgewählte Ergebnisse und Erkenntnisse des Forschungsprojekts BIM Netto-Massen zusammengefasst. Die Inhalte verfolgen das Ziel, einen Beitrag zur Optimierung des Planungs- Bau- und Abwicklungsprozesses durch die Einbeziehung der digitalen Modellierung für die Abwicklung von Hochbauprojekten zu leisten. Eine optimierte Nutzung des Bauwerksmodells könnte den aufwändigen Aufmaß- und Abrechnungsprozess wesentlich erleichtern, wodurch freiwerdende Mittel für neue Investitionen genutzt werden könnten.

Im Forschungsprojekt wurden auf Basis von Bauwerksmodellen vorhandener Referenzprojekte neue Erkenntnisse hinsichtlich der darin enthaltenen Gebäudeöffnungen gesammelt, um diese sowohl für die Planung als auch die Kalkulation nutzbar zu machen. Auf Basis der davon abgeleiteten Ergebnisse besteht die Möglichkeit, entweder in einer frühen Phase der Planung oder bei größtenteils unbekanntem Projektbedingungen sowohl Massenabschätzungen als auch Kostenermittlungen und/oder Kalkulationen effizient durchführen zu können. Die Studien und Ergebnisse diesbezüglich wurden detailliert im Abschlussbericht beschrieben.

Nachfolgend werden in Abschnitt 1 die wesentlichen Inhalte der einzelnen Kapitel des Abschlussberichts kurz erläutert. In Abschnitt 2 sind wesentliche Ableitungen aus den ermittelten Ergebnissen beinhaltet, welche zudem Aspekte für die weiterführende Betrachtung des Themas BIM Netto-Massen bieten. Abschnitt 3 beinhaltet einen Ausblick auf eine vertiefende Betrachtung der Themenbereiche dieser Forschungsarbeit.

1 Zusammenfassung

Innerhalb der einzelnen Kapitel des Abschlussberichts erfolgen sowohl die Darstellung der wesentlichen Ergebnisse dieses Forschungsprojekts als auch die nähere Beschreibung der Inhalte zugeordnet zu den entsprechenden Themenbereichen. Die detaillierten Tabellen mit den gesammelten Ergebnissen der einzelnen Kapitel sind im Anhang des Abschlussberichts ersichtlich. In diesem Abschnitt sind nachfolgend die Inhalte der einzelnen Kapitel des Abschlussberichts zum Forschungsprojekt BIM Netto-Massen im Überblick angeführt.

In Kapitel 1 ist eine Einleitung in die Aufgabenstellung und Rahmenbedingungen des Forschungsprojekts vorhanden.

In den Kapiteln 2 bis 5 werden wesentliche Grundlagen und Erkenntnisse hinsichtlich der innerhalb des Forschungsprojekts behandelten Themenbereiche beschrieben.

Kapitel 2 umfasst themenbezogene Inhalte zur Kalkulation, welche zusammenfassend dargestellt eine theoretische Einführung in die Kalkulation bieten. Zudem werden darin Begriffserklärungen zur Kosten- und Preisermittlung durchgeführt, welche als Basis zur Verwendung der Begriffe innerhalb des Forschungsprojekts dienen.

Kapitel 3 beinhaltet eine Auflistung und Beschreibung der lt. ÖNORM festgelegten Abrechnungsregeln bezogen auf die im Forschungsprojekt betrachteten Gewerke.

Kapitel 4 gibt einen Einblick in die Möglichkeiten der modellbasierten Ausschreibung und Abrechnung ausgehend vom Export der Modellierungsdaten bis zur weitergehenden Bearbeitung der Informationen in geeigneter Software für die Ausschreibung und Kalkulation. Die dabei betrachteten Programme sind Nemetschek Allplan, Nevaris und Nuvem.

Kapitel 5 beinhaltet Grundlagen und Merkmale von Building Information Modeling (BIM). Darin werden u.a. die bei der Anwendung von BIM auftretenden Modellierungsphasen und Detaillierungsgrade der Bauwerksmodelle beschrieben. Zudem werden derzeit vorhandene Ordnungssysteme und Normen zur Standardisierung der Bearbeitung mit BIM dargestellt.

Innerhalb der Kapitel 6 bis 8 werden die wesentlichen Grundlagen und Ergebnisse des Forschungsprojekts hinsichtlich der Anwendung von Netto-Massen in Kombination mit Bauwerksmodellierung und deren Auswirkung auf die Kalkulation und Abrechnung dargestellt und beschrieben.

In Kapitel 6 werden am Beginn die Beurteilungskriterien zur Auswertung der Bauwerksmodelle der Referenzprojekte beschrieben. Anschließend werden softwarespezifische Merkmale für die Aufgabenbereiche dieses Forschungsprojekts anhand der drei Modellierungsprogramme Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan und Autodesk Revit näher betrachtet. Darauf aufbauend erfolgt in diesem Kapitel die Gegenüberstellung ausgewählter Ergebnisse der drei betrachteten Programme anhand der Modellierung eines Beispielgeschosses. Dadurch konnten die ermittelten Ergebnisse der drei Programme auf Übereinstimmungen und Abweichungen zueinander überprüft werden.

Kapitel 7 umfasst die Ermittlung von Kennzahlen für Baumassen. Als Basis dafür wird darin detailliert die Vorgangsweise zur Ableitung dieser Kennzahlen aus den Referenzprojekten beschrieben. Eine damit verbundene Erkenntnis ist, dass die Qualität der Basisdaten bei der Kennzahlenermittlung eine große Rolle spielt. Zudem ist auf Basis dieser Auswertung ersichtlich, dass in Bezug auf die benötigten Basisdaten „sauber“ modellierte Projekte sehr rar sind. Daher konnte kein einziges Beispiel-Projekt durch das Forschungsteam ohne umfassende Nachbearbeitung präzise und ergebnisorientiert ausgewertet werden. Anhand dieser Erfahrungen kann abgeleitet werden, dass je detaillierter die Modellierung und je differenzierter und einheitlicher die Typenbezeichnungen verschiedener Bauelemente sind, desto einfacher ist die Datenbearbeitung und größer ist die Vielfalt an ableitbaren Kennzahlen. Die Kennzahlen von Bauelementen werden dabei entweder abhängig von deren Materialität und Gewerk oder im Verhältnis zu den gesamten Bauteilmassen der jeweiligen Bauteiltypen betrachtet. Diese sind detailliert im Abschlussbericht dargestellt.

Kapitel 8 beinhaltet die Ermittlung von Richtwerten für die Kalkulation. Die Grundlage für eine weitergehende Preisbetrachtung bieten die aus Bauwerksmodellen ausgewerteten Massen und Informationen. Darauf aufbauend werden die in Verbindung mit der Herstellung von Gebäudeöffnungen entstehenden Leistungen ermittelt und anschließend im Vergleich zur ÖNORM konformen Kalkulation betrachtet. Die Ermittlung von Richtwerten zur Kalkulation erfolgt durch die Gegenüberstellung sowohl der Preisanteile als auch der Einheitspreise dieser beiden Kalkulationsarten für seitens der Verfasser ausgewählte LV Positionen der LB-HB, Version 20. Im nachfolgenden Abschnitt werden insbesondere die Ergebnisse von Kapitel 8 dargestellt und betrachtet.

2 Diskussion der Ergebnisse

Die Verwendung von Kennzahlen für die Massenermittlung und die Kalkulation bietet eine gute Möglichkeit, entweder in einer frühen Phase der Planung oder bei größtenteils unbekanntem Projektbedingungen Massenabschätzungen und Kostenermittlungen durchführen zu können.

In Kapitel 8 des Abschlussberichts erfolgt eine Gegenüberstellung der Preise für eine ÖNORM konforme Kalkulation zu einer Netto-Massen Kalkulation. Ausgehend von den Preisen für Bauteilmassen ohne Öffnungen (=Netto Massen, Grundleistung) werden im ersten Fall Zulagen für die lt. ÖNORM je Gewerk unterschiedliche Anrechnung von Öffnungsflächen addiert (=ÖNORM konforme Kalkulation) und daraus ein neuer Angebotspreis für die Grundleistung ermittelt. So sollte bereits jetzt jeder Anbieter kalkulieren.

Im zweiten Fall werden die bei der Netto-Massen Kalkulation mit der Herstellung von Gebäudeöffnungen verbundenen Leistungen („Zusatzleistungen“) preislich betrachtet und zu den Netto-Massen-Umsätzen (Grundleistung) addiert (=Netto-Massen Kalkulation).

Durch die Gegenüberstellung beider Kalkulationsvarianten ergeben sich Kennwerte, welche darstellen, wie Preise angepasst werden müssen, wenn nach Netto-Methode abgerechnet wird. Daher können diese Ergebnisse als Ausgangspunkt für die Ermittlung von Maßnahmen zur Angleichung der Umsätze beider Abrechnungsvarianten verwendet werden.

Prämisse ist dabei, dass der Unternehmer bei beiden Methoden zumindest auf die gleichen Umsätze kommen muss.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist jedoch relevant, dass damit Momentaufnahmen spezifischer Referenzprojekte und deren Rahmenbedingungen verbunden sind. Zudem wurden seitens der Verfasser Einheitspreise exemplarisch anhand der im Abschlussbericht angeführten Quellen ermittelt. Die Ergebnisse dienen daher nur mittelbar zur Ableitung von allgemeingültigen Aussagen, sondern vielmehr zur Feststellung von Trends, welche in diesem Fall unter den gegebenen Rahmenbedingungen auftreten.

Nachfolgend sind die Ergebnistabellen zugeordnet zu den einzelnen Gewerken angegeben. Dabei sind die Werte mit der Spaltenbezeichnung „EP Faktoren BL“ Einheitspreisfaktoren (Anteil Lohn/Sonstiges) für die Grundleistung und die ÖNORM konforme Kalkulation. Die Faktoren in den Spalten „EP Faktoren NM“ beinhalten die auf den Einheitspreis der Grundleistung bezogenen Faktoren der zur Herstellung von Gebäudeöffnungen erforderlichen Zusatzleistung (Netto-Massen Kalkulation). Am Ende der Spalten sind sowohl die ermittelten Kennwerte der einzelnen Projekte als auch innerhalb der grau schraffierten Zeilen die Medianwerte der sich aus den ausgewerteten Projekten pro Position ergebenden Kennwerten ersichtlich. Die Kennwerte stellen das Verhältnis der Netto-Massen Kalkulation zur ÖNORM konformen Kalkulation dar.

Bei Betrachtung der Ergebnisse in Kapitel 8 des Abschlussberichts ergeben sich daher nachfolgende Erkenntnisse innerhalb der einzelnen Gewerke:

Im Gewerk **Beton- und Stahlbetonarbeiten (LG 07)** können wie in Abb. 2-1 ersichtlich die Einheitspreise für die Netto-Massen Methode geringfügig ermäßigt werden. Das ergibt bei Stahlbetonwänden um bis zu 0,4% Punkte und bei Stahlbetondecken um bis zu 1%-Punkte, um gleiche Umsätze zu erzielen.

POSITIONEN BASISLEISTUNG (BL)			EP FAKTOREN BL			EP FAKTOREN NM			ÖNORM GESAMT (BL/ON)			NETTO MASSES GESAMT			KENNWERTE		
Pos. Nr. / Projekt	Bezeichnung	EH	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	NM/ON Lohn	NM/ON Sonst.	NM/ON EP
070201E_Projekt 4	Beton Wand b. 20cm c20/25 b 3.2m	m3	0,33	0,67	1,00	0,33	0,00	0,33	81	167	248	81	166	247	99,8%	99,5%	99,6%
070201E_Projekt 6	Beton Wand b. 20cm c20/25 b 3.2m	m3	0,33	0,67	1,00	0,33	0,00	0,33	154	315	469	154	315	469	100,2%	100,0%	100,0%
070201E_Projekt 7	Beton Wand b. 20cm c20/25 b 3.2m	m3	0,33	0,67	1,00	0,33	0,00	0,33	131	268	399	132	268	399	100,5%	99,8%	100,0%
070201E_Projekt 10	Beton Wand b. 20cm c20/25 b 3.2m	m3	0,33	0,67	1,00	0,33	0,00	0,33	87	178	265	87	178	265	100,1%	100,0%	100,0%
070201E	Beton Wand b. 20cm c20/25 b 3.2m	m3	0,33	0,67	1,00	0,33	0,00	0,33							100,1%	99,9%	100,0%
070201F_Projekt 6	Beton Wand ü.20-30. c20/25 b 3.2m	m3	0,31	0,69	1,00	0,31	0,00	0,31	41	94	136	42	94	135	100,2%	99,4%	99,6%
070201F	Beton Wand ü.20-30. c20/25 b 3.2m	m3	0,31	0,69	1,00	0,31	0,00	0,31							100,2%	99,4%	99,6%
070201F_Projekt 5	Beton Wand b. 20cm c25/30 b 3.2m	m3	0,32	0,68	1,00	0,32	0,00	0,32	84	179	263	85	179	264	100,7%	100,0%	100,2%
070201H	Beton Wand b. 20cm c25/30 b 3.2m	m3	0,32	0,68	1,00	0,32	0,00	0,32							100,7%	100,0%	100,2%
070201I_Projekt 3	Beton Wand ü.20-30.c25/30 b 3.2m	m3	0,30	0,70	1,00	0,30	0,00	0,30	26	62	88	26	62	88	101,6%	100,0%	100,5%
070201I_Projekt 5	Beton Wand ü.20-30.c25/30 b 3.2m	m3	0,30	0,70	1,00	0,30	0,00	0,30	54	128	183	55	128	183	101,1%	100,0%	100,3%
070201I	Beton Wand ü.20-30.c25/30 b 3.2m	m3	0,30	0,70	1,00	0,30	0,00	0,30							101,4%	100,0%	100,4%

POSITIONEN BASISLEISTUNG (BL)			EP FAKTOREN BL			EP FAKTOREN NM			ÖNORM GESAMT (BL/ON)			NETTO MASSES GESAMT			KENNWERTE		
Pos. Nr. / Projekt	Bezeichnung	EH	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	NM/ON Lohn	NM/ON Sonst.	NM/ON EP
070301C_Projekt 2	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	6	50	56	7	50	57	109,9%	99,9%	101,0%
070301C_Projekt 3	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	10	80	90	11	80	91	112,5%	99,9%	101,3%
070301C_Projekt 4	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	71	573	644	73	572	645	104,0%	99,8%	100,3%
070301C_Projekt 5	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	139	1126	1265	150	1124	1274	108,1%	99,8%	100,7%
070301C_Projekt 6	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	155	1259	1414	171	1257	1429	110,5%	99,9%	101,0%
070301C_Projekt 7	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	180	1459	1639	194	1457	1651	108,1%	99,8%	100,7%
070301C_Projekt 8	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	10	85	95	12	85	96	111,8%	99,9%	101,2%
070301C_Projekt 9	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	10	80	89	11	79	90	110,0%	99,9%	101,0%
070301C_Projekt 10	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11	119	967	1086	123	965	1088	103,1%	99,8%	100,1%
070301C	Beton C25/30 Decken/ Kragpl b. 25cm b 3,2m	m3	0,11	0,89	1,00	0,11	0,00	0,11							109,9%	99,9%	101,0%

Abb. 2-1 Stahlbetonwände- und Decken – Ergebnisse

Bei diesem Gewerk ist auffallend, dass zur Bildung dieser Kennwerte eine große Anzahl an Projekten beteiligt ist, welche im Vergleich zueinander bzw. aufgrund der Berücksichtigung einer Musterdecke im Bereich der Decken sehr homogene Ergebnisse aufweisen.

Im Gewerk **Mauerarbeiten (LG 08)** können wie in Abb. 2-2 ersichtlich die Preise bei beiden betrachteten Positionen unabhängig von der Kalkulationsart ungefähr in gleicher Höhe belassen werden. Dadurch ist erkennbar, dass auf Basis der betrachteten Positionen und den gegebenen Rahmenbedingungen bei Rohbaugewerken beide Kalkulationsarten zu annähernd gleichen Preisen führen.

POSITIONEN BASISLEISTUNG (BL)			EP FAKTOREN BL			EP FAKTOREN NM			ÖNORM GESAMT (BL/ON)			NETTO MASSES GESAMT			KENNWERTE		
Pos. Nr. / Projekt	Bezeichnung	EH	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	NM/ON Lohn	NM/ON Sonst.	NM/ON EP
080201C_Projekt 8	25cm HLZ-Mwk.b.3.2m	m2	0,50	0,50	1,00	0,50	0,00	0,50	68	67	135	68	67	135	99,9%	99,8%	99,9%
080201C	25cm HLZ-Mwk.b.3.2m	m2	0,50	0,50	1,00	0,50	0,00	0,50							99,9%	99,8%	99,9%
080611D_Projekt 8	12cm Zw-kerma.Ziegel b3.2m	m2	0,75	0,25	1,00	0,75	0,00	0,75	46	15	62	46	15	62	99,9%	99,9%	99,9%
080611D	12cm Zw-kerma.Ziegel b3.2m	m2	0,75	0,25	1,00	0,75	0,00	0,75							99,9%	99,9%	99,9%

Abb. 2-2 Mauerarbeiten – Ergebnisse

Bei der Betrachtung der Mauerarbeiten in Abb. 2-2 ist zudem auffallend, dass lediglich anhand von einem Referenzprojekt (Projekt 8) Kennwerte diesbezüglich ausgewertet werden konnten, da innerhalb der weiteren Referenzprojekte keine Öffnungen $< 0,5 \text{ m}^2$ vorhanden waren oder im Modell nicht dargestellt wurden.

Bei den nachfolgend angegebenen Ausbaugewerken ergeben sich größere Unterschiede bei der Gegenüberstellung beider Kalkulationsvarianten.

Im Gewerk **Putz (LG 10)** können wie in Abb. 2-3 ersichtlich die Preise der Netto-Massen Kalkulation um 7,5-9,4% gegenüber der ÖNORM konformen Kalkulation ermäßigt werden. Es ist ersichtlich, dass aufgrund der detaillierten Preisbetrachtung der Leistungen für das Gewerk Putz und der exakten Ermittlung der davon betroffenen und vergütungsfähigen Zusatzleistungen (z.B. Laibungsflächen) eine Abgeltung der Leistungen in größerem Umfang ermöglicht wird, als diese derzeit anhand von ÖNORM Abrechnungsregeln erfolgt.

POSITIONEN BASISLEISTUNG (BL)			EP FAKTOREN BL			EP FAKTOREN NM			ÖNORM GESAMT (BL/ON)			NETTO MASSES GESAMT			KENNWERTE		
Pos. Nr. / Projekt	Bezeichnung	EH	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	NM/ON Lohn	NM/ON Sonst.	NM/ON EP
100111A_Projekt 2	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	351	361	712	403	333	736	114,9%	92,1%	103,3%
100111A_Projekt 3	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	398	410	808	511	390	901	128,4%	95,2%	111,5%
100111A_Projekt 4	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	1224	1261	2485	1457	1213	2671	119,1%	96,2%	107,5%
100111A_Projekt 5	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	1343	1384	2727	1776	1281	3058	132,3%	92,6%	112,1%
100111A_Projekt 6	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	2329	2401	4730	2673	2241	4914	114,8%	93,3%	103,9%
100111A_Projekt 7	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	2400	2474	4874	2849	2320	5170	118,7%	93,8%	106,1%
100111A_Projekt 8	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	320	330	650	428	296	724	133,6%	89,8%	111,4%
100111A_Projekt 9	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	457	471	928	566	435	1001	123,9%	92,4%	107,9%
100111A_Projekt 10	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98	1621	1671	3293	1786	1587	3373	110,2%	95,0%	102,4%
100111A	Kalkzement IP W b.3.2m	m2	0,49	0,51	1,00	0,90	0,08	0,98							119,1%	93,3%	107,5%
100112A_Projekt 2	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	368	344	712	431	318	749	117,0%	92,5%	105,2%
100112A_Projekt 3	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	418	390	808	550	374	923	131,5%	95,8%	114,3%
100112A_Projekt 4	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	1286	1199	2485	1559	1159	2718	121,2%	96,6%	109,4%
100112A_Projekt 5	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	1411	1316	2727	1919	1228	3147	136,0%	93,3%	115,4%
100112A_Projekt 6	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	2448	2283	4730	2858	2140	4998	116,8%	93,7%	105,7%
100112A_Projekt 7	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	2522	2352	4874	3053	2217	5270	121,1%	94,3%	108,1%
100112A_Projekt 8	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	336	314	650	463	284	747	137,7%	90,7%	115,0%
100112A_Projekt 9	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	480	448	928	609	416	1025	126,8%	93,0%	110,5%
100112A_Projekt 10	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12	1704	1589	3293	1901	1513	3414	111,6%	95,2%	103,7%
100112A	Kalkzement IP W PGV b.3.2m	m2	0,52	0,48	1,00	1,02	0,09	1,12							121,2%	93,7%	109,4%

Abb. 2-3 Putz – Ergebnisse

Insbesondere der erhöhte Anteil des Lohns in der Höhe von 19,1 % Punkte (Pos. Nr. 100111 A) und 21,2 % Punkte (Pos. Nr. 100112 A) erfordert in erster Linie eine Senkung der Lohnanteils der Einheitspreise für die Netto-Massen Kalkulation, um eine Angleichung an die ÖNORM Kalkulation zu gewährleisten.

Im Gewerk **Trockenbauarbeiten (LG 39)** ergibt sich wie in Abb. 2-4 ersichtlich sowohl für Position Nr. 392103I - Einfachständerwände (ESTW) als auch für Position Nr. 392121A - Doppelständerwände (DSTW) ein ähnlicher Kennwert für den Einheitspreis in der Höhe von ca. 87 %. Dadurch müsste der Einheitspreis der Netto-Massen Kalkulation im Vergleich zum Einheitspreis der ÖNORM konformen Kalkulation um ca. 13% Punkte angehoben werden, um einen vergleichbaren Umsatz zu erzielen.

POSITIONEN BASISLEISTUNG (BL)			EP FAKTOREN BL			EP FAKTOREN NM			ÖNORM GESAMT (BL/ON)			NETTO MASSES GESAMT			KENNWERTE		
Pos. Nr. / Projekt	Bezeichnung	EH	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	NM/ON Lohn	NM/ON Sonst.	NM/ON EP
392103I_Projekt 4	ESTW CW75/125mm 49dB 4GKPI.b.3,2m	m2	0,55	0,45	1,00	0,08	0,05	0,14	112	92	204	98	81	179	87,7%	87,5%	87,6%
392103I_Projekt 5	ESTW CW75/125mm 49dB 4GKPI.b.3,2m	m2	0,55	0,45	1,00	0,08	0,05	0,14	695	574	1269	617	508	1125	88,7%	88,6%	88,6%
392103I_Projekt 6	ESTW CW75/125mm 49dB 4GKPI.b.3,2m	m2	0,55	0,45	1,00	0,08	0,05	0,14	410	339	749	354	291	645	86,2%	86,1%	86,2%
392103I_Projekt 7	ESTW CW75/125mm 49dB 4GKPI.b.3,2m	m2	0,55	0,45	1,00	0,08	0,05	0,14	869	718	1587	739	608	1347	85,0%	84,8%	84,9%
392103I	ESTW CW75/125mm 49dB 4GKPI.b.3,2m	m2	0,55	0,45	1,00	0,08	0,05	0,14							87,0%	86,8%	86,9%
392121A_Projekt 5	DSTW CW50+50/155mm 60dB 5GKPI.b.3,2m	m2	0,57	0,43	1,00	0,12	0,08	0,21	58	44	102	57	44	101	98,6%	98,6%	98,6%
392121A_Projekt 6	DSTW CW50+50/155mm 60dB 5GKPI.b.3,2m	m2	0,57	0,43	1,00	0,12	0,08	0,21	59	45	104	45	34	80	76,9%	76,7%	76,8%
392121A	DSTW CW50+50/155mm 60dB 5GKPI.b.3,2m	m2	0,57	0,43	1,00	0,12	0,08	0,21							87,7%	87,6%	87,7%

Abb. 2-4 Trockenbauarbeiten – Ergebnisse

Ein wesentlicher Einfluss auf dieses Ergebnis liegt bei dem im Vergleich zur Basisleistung geringeren Einheitspreis für die Leistungen zur Bearbeitung der Laibungen, welche die Basis für die Netto-Massen Kalkulation darstellen. Dabei ist für die Netto-Massen Kalkulation lediglich die Vorbereitung für das Versetzen von Türzargen und keine Auskleidung der Laibungen vorgesehen.

Im Gewerk **Beschichtung auf Mauerwerk, Putz und Beton (LG 46)** ergeben sich wie in Abb. 2-5 ersichtlich bei der Gegenüberstellung beider Kalkulationsarten unterschiedliche Ergebnisse. Es ist erkennbar, dass sich bei Position Nr. 462502A, welche sich auf Silikatfarbe von Fassaden bezieht, bei der Betrachtung einer 20cm tiefen Laibung ein Vorteil zugunsten der Netto-Massen Kalkulation ergibt (ca. 0,5% Punkte). Bei Betrachtung von Pos. Nr. 462403A, welche sich auf Innendispersion bezieht, ergibt sich bei Betrachtung derselben Laibungstiefe ein Vorteil zugunsten der ÖNORM konformen Kalkulation (ca. 5 % Punkte Unterschied), d.h. der Einheitspreis muss bei der Netto-Massen Methode entsprechend angehoben werden. Der Unterschied zwischen beiden Positionen liegt primär in der Bewertung des Lohnanteils, welcher bei der Position betreffend die Silikatfarbe von Fassaden einen um ca. 4 % Punkte höheren Preisanteil als eine ÖNORM konforme Kalkulation und bezogen auf Innendispersion einen um ca. 4 % Punkte geringeren Preisanteil der Netto-Massen Kalkulation ergeben hat.

POSITIONEN BASISLEISTUNG (BL)			EP FAKTOREN BL			EP FAKTOREN NM			ÖNORM GESAMT (BL/ON)			NETTO MASSES GESAMT			KENNWERTE		
Pos. Nr. / Projekt	Bezeichnung	EH	Lohn	Sonst.	EP	Lohn	Sonst.	EP	Lohn	Sonst.	EP	Lohn	Sonst.	EP	NM/ON Lohn	NM/ON Sonst.	NM/ON EP
462403A_Projekt 2	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	498	220	718	471	205	676	94,6%	93,2%	94,2%
462403A_Projekt 3	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	802	353	1155	796	346	1142	99,3%	97,8%	98,9%
462403A_Projekt 4	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	2996	1321	4317	2913	1261	4174	97,2%	95,5%	96,7%
462403A_Projekt 5	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	4187	1846	6033	4047	1745	5792	96,7%	94,5%	96,0%
462403A_Projekt 6	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	5396	2379	7774	5186	2246	7432	96,1%	94,4%	95,6%
462403A_Projekt 7	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	7317	3226	10543	7056	3056	10112	96,4%	94,7%	95,9%
462403A_Projekt 8	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	451	199	650	437	187	624	96,9%	94,0%	96,0%
462403A_Projekt 9	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	650	287	937	629	271	900	96,7%	94,6%	96,1%
462403A_Projekt 10	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84	2531	1116	3647	2403	1039	3442	94,9%	93,1%	94,4%
462403A	I-Dispersion, Kl.2 W/U 2f	m2	0,69	0,31	1,00	1,39	0,45	1,84							96,7%	94,5%	96,0%
462502A_Projekt 3	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43	7	4	11	8	3	11	106,6%	89,8%	100,8%
462502A_Projekt 4	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43	528	277	805	550	259	809	104,2%	93,6%	100,5%
462502A_Projekt 5	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43	305	160	464	320	147	467	105,2%	92,0%	100,6%
462502A_Projekt 6	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43	596	313	909	611	301	912	102,4%	96,3%	100,3%
462502A_Projekt 7	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43	796	418	1214	829	392	1220	104,0%	93,8%	100,5%
462502A_Projekt 8	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43	295	155	449	299	151	450	101,5%	97,7%	100,2%
462502A_Projekt 9	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43	103	54	158	110	48	159	106,9%	89,4%	100,9%
462502A	Fassade Silikatfarbe 1-Komp.Standard 3f	m2	0,66	0,34	1,00	1,95	0,48	2,43							104,2%	93,6%	100,5%

Abb. 2-5 Beschichtungen – Ergebnisse

Auf Basis einer innerhalb dieses Gewerks durchgeführten Gegenüberstellung der Mehrmassen lt. ÖNORM zu den anfallenden Laibungsflächen ist ersichtlich, dass die Unterschiede dieser beiden Flächenanteile relativ groß sind. Die tatsächlichen Laibungsflächen betragen teilweise lediglich ein Viertel der Mehrmassen lt. ÖNORM. Die Durchrechnungsregel lt. ÖNORM berücksichtigt für Malerarbeiten eine Fläche bis zu 5m².

Im Gewerk **Wärmedämmverbundsystem (LG 44)** ergibt sich wie in Abb. 2-6 ersichtlich bei Pos. Nr. 442007A (Silikon-Dünnputz), dass für die Netto-Massen Kalkulation der Einheitspreis um ca. 6% Punkte angehoben werden müsste, um denselben Umsatz wie eine ÖNORM konforme Kalkulation zu erzielen.

Bei Pos. Nr. 440202J (EPS-F Dämmung, Stärke: 20cm) müsste der Einheitspreis für die Netto-Massen Kalkulation zur Erzielung desselben Umsatzes wie bei einer ÖNORM konformen Kalkulation um ca. 4% Punkte angehoben werden.

POSITIONEN BASISLEISTUNG (BL)			EP FAKTOREN BL			EP FAKTOREN NM			ÖNORM GESAMT (BL/ON)			NETTO MASHEN GESAMT			KENNWERTE		
Pos. Nr. / Projekt	Bezeichnung	EH	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	Lohn	Sonst	EP	NM/ON Lohn	NM/ON Sonst.	NM/ON EP
440202J_Projekt 3	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35	7	4	11	7	4	10	100,8%	82,5%	93,7%
440202J_Projekt 4	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35	493	312	805	495	278	773	100,5%	89,0%	96,0%
440202J_Projekt 5	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35	284	180	464	286	156	441	100,6%	86,3%	95,1%
440202J_Projekt 6	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35	557	353	909	558	331	889	100,3%	93,7%	97,7%
440202J_Projekt 7	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35	743	471	1214	747	421	1168	100,5%	89,3%	96,2%
440202J_Projekt 8	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35	275	174	449	275	167	443	100,2%	96,0%	98,6%
440202J_Projekt 9	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35	96	61	158	97	50	147	100,8%	81,8%	93,4%
440202J	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP5mm DD20cm	m2	0,61	0,39	1,00	0,30	0,06	0,35							100,5%	89,0%	96,0%
442007A_Projekt 3	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45	8	3	11	7	3	10	91,8%	86,5%	90,3%
442007A_Projekt 4	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45	572	233	805	543	213	756	94,8%	91,5%	93,9%
442007A_Projekt 5	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45	330	134	464	309	120	429	93,6%	89,5%	92,4%
442007A_Projekt 6	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45	646	263	909	627	250	878	97,1%	95,2%	96,5%
442007A_Projekt 7	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45	863	351	1214	820	322	1142	95,0%	91,8%	94,1%
442007A_Projekt 8	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45	319	130	449	313	126	439	98,1%	96,9%	97,8%
442007A_Projekt 9	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45	112	46	158	102	39	142	91,5%	86,0%	89,9%
442007A	WDVS Silikon-Dünnp.Rillenstruktur 2mm	m2	0,71	0,29	1,00	1,13	0,32	1,45							94,8%	91,5%	93,9%

Abb. 2-6 Wärmedämmverbundsystem – Ergebnisse

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf das Ergebnis von Position Nr. 440202J (=EPS Wärmedämmung) ist die lt. ÖNORM festgelegte anrechenbare Fläche von bis zu 4m² für eine ÖNORM konforme Kalkulation. Diese höheren Massenanteile für die ÖNORM konforme Kalkulation sind bei dieser Position im Vergleich zu den zumeist geringeren Flächenanteilen der Netto-Massen Kalkulation ein Faktor zur Erhöhung des Umsatzes der ÖNORM konformen Kalkulation.

Anhand der Ergebnisse ist erkennbar, dass die Zunahme der Laibungstiefe auf Grund des damit verbundenen höheren Anteils an Zusatzleistungen eine Annäherung der Netto-Massen Kalkulation an die ÖNORM konforme Kalkulation bewirkt. Ein weiterer wesentlicher Faktor für die Beeinflussung der beiden Kalkulationsarten zueinander ist die bei der ÖNORM konformen Kalkulation jeweils pro Gewerk festgelegte Größe der anzurechnenden Öffnungsfläche. Die dabei anrechenbaren Flächen ergeben im Regelfall eine große Abgeltung zugunsten der ÖNORM konformen Kalkulation, wodurch sich eine notwendige Angleichung der Netto-Massen Kalkulation ergibt.

Zusammenfassend erweist sich die detaillierte Ermittlung der Teilflächen von Gebäudeöffnungen anhand von Bauwerksmodellen und die anschließend „scharfe“ Erfassung aller mit der Herstellung der Gebäudeöffnungen verbundenen Leistungen, wie es in diesem Forschungsprojekt durchgeführt wurde, als durchaus rentabel. Aufgrund der durchgeführten Analyse der Einflussfaktoren auf die Preisbildung wurde festgestellt, dass sich abhängig von der jeweiligen Leistung die Umsätze sowohl zugunsten der Netto-Massen Kalkulation als auch zugunsten der ÖNORM konformen Kalkulation entwickeln können.

Ein weiteres Thema im Forschungsprojekt war der Softwarevergleich der drei Modellierungsprogramme Autodesk Revit, Nemetschek Allplan und Graphisoft ArchiCAD. Dabei wurde in den drei Programmen die Modellierung desselben Beispielgeschosses von unterschiedlichen Bearbeitern auf der Grundlage eines Basismodells vorgenommen. Anschließend wurden die Ergebnisse der drei betrachteten Programme einander gegenübergestellt.

Bei der Auswertung der Ergebnisse haben die Unterschiede der betrachteten Bauteilmassen zueinander bis maximal +/- 3% in Bezug auf die jeweils in Autodesk Revit modellierte Bauteilmasse (als festgelegter Ausgangswert) betragen. Im Zusammenhang damit wurde erkannt, dass sich die „Modellierungstechnik“ seitens der einzelnen Bearbeiter unterscheidet, womit sowohl subjektive Wahrnehmungen der Vorgaben als auch deren Umlegung innerhalb der Modellierung der Bauteile und in den angewandten Ordnungsprinzipien im Bauwerksmodell verknüpft sind. Zudem ergeben sich innerhalb der einzelnen Softwareprodukte trotz derselben baulichen Aufgabe unterschiedliche Ergebnisse aufgrund von unterschiedlichen Zuordnungen und Gruppierungen der Teilmassen in den drei Programmen.

Bei dem durchgeführten Softwarevergleich ergibt sich daher nicht lediglich ein Vergleich von Rundungsregeln innerhalb der Softwareprodukte (das wäre bei exakt übereinstimmenden Bauwerksmassen der Fall), sondern ein Ergebnis aus unterschiedlichen Bearbeitungsprinzipien, Interpretationen und Zuordnungen. Ausführenden Firmen muss daher diese Ungenauigkeit in der Massenermittlung beim Einsatz von BIM bewusst sein. Umgekehrt weisen aber die Ungenauigkeiten bei manueller Abrechnung und auf Grund des dort vorhandenen Interpretationsspielraums mindestens die gleiche Größenordnung auf.

3 Ausblick

Der fortschreitende Einsatz von BIM und die damit verbundene modellbasierte Projektabwicklung erfordert auch in der Planung und Kalkulation von Bauleistungen geeignete Ansätze, um diese modellbasierte Methode zur Projektabwicklung zu ermöglichen und weiterzuentwickeln. Bauwerksmodelle bieten die Möglichkeit sowohl zur Auswertung von Kennzahlen zu vorhandenen Bauteilen und Leistungen als auch zur modellbasierten Abwicklung anhand einer Netto-Massen Kalkulation.

Dieses Forschungsprojekt bietet Ergebnisse zu diesen Bereichen. Diese Ergebnisse können als erster Schritt gewertet werden, um nachfolgend weitere Forschungen und vertiefende Studien zu den betrachteten Teilbereichen durchzuführen zu können. Die Voraussetzung dafür ist die Erkenntnis, dass eine bauwerksmodellbasierte Projektabwicklung eigene Regeln erfordert, welche sehr gewissenhaft mit den bereits vorhandenen Möglichkeiten zur Projektabwicklung in Einklang gebracht werden müssen.

Eine automatisierte Ermittlung von Kennzahlen verschiedener Bauteile ergibt insbesondere in der Frühphase eines Projekts zahlreiche Vorteile für die Projektabwicklung. Die Netto-Massen Kalkulation ermöglicht künftig sowohl eine leistungsgerechte Abgeltung zur Herstellung von Gebäudeöffnungen als auch den Einsatz einer modellbezogenen Kalkulationsart.

Zusammenfassend sollte dieses Forschungsprojekt einen Beitrag dafür leisten, künftig eine weitergehende Einbeziehung der bauwerksmodellorientierten Projektabwicklung unter Einbeziehung von BIM durchführen zu können. Aufgrund dieser Absicht sollten gemeinsam Rahmenbedingungen geschaffen werden, dass die Projektabwicklung in ähnlicher Weise wie eine traditionelle Abwicklungsmethode (ohne BIM) anhand entsprechender Grundlagen und Standards erfolgen kann. Als Voraussetzung dafür muss eine entsprechende Akzeptanz der Projektbeteiligten für diese neuartige Form der Projektabwicklung vorhanden sein.

Dies wird aber seitens der ausführenden Unternehmen nur dann der Fall sein, wenn sie sicher sein können, dass sie u.a. bei Modellbasierter Abrechnung nicht benachteiligt werden. Dazu soll dieses Forschungsprojekt einen wesentlichen Beitrag leisten.