

## **BIM Netto-Massen**

Zwischenbericht  
des  
Forschungsprojekts

Zusammenarbeit der  
Wirtschaftskammer Tirol  
Landesinnung Bau

mit der

Universität Innsbruck,  
Arbeitsbereich für Baubetrieb,  
Bauwirtschaft und Baumanagement

Forschungsprojekt  
gefördert von der FFG  
Basisprogramm  
Collective Research

Innsbruck, Juli 2019

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Kalkulation .....</b>	<b>5</b>
2.1 Marktsituation .....	6
2.2 Allgemeines .....	8
2.3 Begriffsbestimmungen .....	9
2.4 Kalkulationsgrundlagen .....	18
2.5 Preisarten.....	19
2.6 Kalkulationsformblätter .....	20
<b>3 Abrechnungsregeln .....</b>	<b>27</b>
3.1 Stahlbetonarbeiten.....	28
3.2 Mauer- und Versetzarbeiten.....	29
3.3 Putzarbeiten.....	30
3.4 Trockenbauarbeiten.....	31
3.5 WDVS.....	32
3.6 Malerarbeiten .....	33
<b>4 Abrechnungssysteme .....</b>	<b>35</b>
4.1 Nevaris .....	35
4.2 Nuvem.....	35
4.3 RIB iTWO.....	35
<b>5 BIM - Grundlagen und Merkmale .....</b>	<b>37</b>
5.1 Modellierungsphasen .....	39
5.2 Detaillierungsgrade .....	40
5.3 Ordnungssysteme .....	42
5.3.1 ON A 6241-1 .....	42
5.3.1.1 Layer .....	43
5.3.1.2 Blöcke .....	43
5.3.1.3 Attribute .....	43

---

5.3.2	ON A 6241-2 .....	44
<b>6</b>	<b>Modellbasierte Netto-Massen .....</b>	<b>47</b>
6.1	Beurteilungskriterien .....	47
6.1.1	Modellierungsgrenzen .....	47
6.1.2	Kennwerte .....	49
6.2	Softwarespezifische Merkmale.....	49
6.2.1	ArchiCAD .....	50
6.2.1.1	Grundlagen für die Auswertung .....	51
6.2.1.2	Ergebnisse der Bauteilstudien.....	55
6.2.2	Allplan .....	60
6.2.2.1	Grundlagen für die Auswertung .....	61
6.2.2.2	Ergebnisse der Bauteilstudie.....	66
6.2.3	Revit .....	72
6.2.3.1	Grundlagen für die Auswertung .....	72
<b>7</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>85</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>87</b>
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>89</b>



# Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Struktur Baumarkt [2, S. 23] .....	7
Abb. 2-2: Hauptkostenarten [2, S. 152].....	10
Abb. 2-3: Zeitliche Abfolge Ausgaben und Einnahmen [1, S. 117] .....	15
Abb. 2-4: Formblatt K3 [3].....	20
Abb. 2-5: Formblatt K4 [3].....	21
Abb. 2-6: Formblatt K5 [3].....	22
Abb. 2-7: Formblatt K6 [3].....	23
Abb. 2-8: Formblatt K6A [3].....	24
Abb. 2-9: Formblatt K7 [3].....	25
Abb. 3-1: ÖNORM B 2211 Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten .....	28
Abb. 3-2: ÖNORM B 2206 Mauer- und Versetzarbeiten .....	29
Abb. 3-3: ÖNORM B 2210 Putzarbeiten .....	30
Abb. 3-4: ÖNORM B 2212 Trockenbauarbeiten .....	31
Abb. 3-5: ÖNORM B 2259 Herstellung von Außenwänden-WDVS .....	32
Abb. 3-6: ÖNORM B 2230-1 Maler- und Beschichtungsarbeiten.....	33
Abb. 5-1: BIM Datenumgebungen [10] .....	38
Abb. 5-2: Informationsaustausch traditionell und mittels BIM [11, S. 2].....	39
Abb. 5-3: BIM Reifegradmodell [12, S. 10] .....	40
Abb. 5-4: BIM Forum – Spezifikation für „Exterior Walls“ in LOD 300 [15, S. 65] .....	41
Abb. 5-5: Grundsätzliche Layergliederung [17, S. 18] .....	43
Abb. 5-6: Grundsätzlicher Aufbau [17, S. 22] .....	43
Abb. 5-7:Auflistung exemplarischer Normattribute [17, S. 25].....	44
Abb. 5-8: Detaillierungsgrade, Teilbereich Merkmalsserver [18] .....	45
Abb. 5-9: freeBIM Merkmalsserver - Ausschnitt [19].....	45
Abb. 5-10: bsDD Datenbankabfrage - Ausschnitt [20] .....	46
Abb. 6-1: GDL 2D-Script von 1-Flügel Fenster – Ausschnitt (Screenshot) .....	51

---

Abb. 6-2: Referenzlinien von Wänden (Screenshot) .....	52
Abb. 6-3: Wandliste – Ausschnitt (Screenshot).....	54
Abb. 6-4: Fensterliste – Ausschnitt (Screenshot).....	55
Abb. 6-5: Wandverschneidungen - Ausschnitt (Screenshot, Perspektive von oben).....	56
Abb. 6-6: Wände mehrschichtig - Ausschnitt (Screenshot, Perspektive von oben) .....	56
Abb. 6-7: Raumliste – Ausschnitt (Screenshot).....	57
Abb. 6-8: Wand Eigenschaften (Screenshot) .....	61
Abb. 6-9: Wandverschneidung (Screenshot) .....	62
Abb. 6-10: Decke Eigenschaften (Screenshot) .....	62
Abb. 6-11: Eigenschaftenfenster Aussparung und Durchbruch (Screenshot) .....	63
Abb. 6-12: Eigenschaftenfenster Fenster (Screenshot).....	64
Abb. 6-13: Eigenschaftenfenster Raum und Ausbauflächen (Screenshot) .....	66
Abb. 6-14: Verschneidung Außenwand und Ausbaufläche, Perspektive (Screenshot) .....	66
Abb. 6-15: Verschneidung Außenwand und Ausbaufläche, Grundriss (Screenshot).....	67
Abb. 6-16: Schalung Wände, Stützen, Wandpfeiler-Liste (Screenshot).....	68
Abb. 6-17: Liste Ausbau Seitenflächen (Screenshot) .....	69
Abb. 6-18: Auflistung Reports-Kategorien und Reports-Listen der Kategorie Rohbau (Screenshot) .....	70
Abb. 6-19: Auswertung Report Mengen – Auer (Screenshot).....	70
Abb. 6-20: Auswertung Report Betonarbeiten (Screenshot) .....	71
Abb. 6-21: 1 Bauteilschichten.....	72
Abb. 6-22 - Abb. 6-23: Wandverbindungen, Wandverbindungen nicht zulassen .....	73
Abb. 6-24: Hinzufügen eines Berechnungsparameters in eine Bauteilliste.....	76
Abb. 6-25: Laibungsflächenparameter in der Fensterfamilie .....	77
Abb. 6-26: Laibungsflächen in der Auswertung.....	77
Abb. 6-27: Raumliste .....	78
Abb. 6-28: Auswahl Neue Bauteilliste .....	79
Abb. 6-29: Auswahl der Kategorie der Bauteilliste, Beispiel Wände .....	79
Abb. 6-30: Hinzufügen der auszuwertenden Parameter für Wände .....	79

---

Abb. 6-31: Fertige Liste der Wände .....	80
Abb. 6-32: Auswahl Neue Materialliste .....	80
Abb. 6-33: Kategorie wählen (Wände).....	80
Abb. 6-34: Auswahl der gewünschten Parameter für die Auswertung .....	81
Abb. 6-35: Wandmaterialauflistung .....	81
Abb. 6-36: Deckenmaterialauflistung.....	81
Abb. 6-37: Türmaterialauflistung .....	81
Abb. 6-38: Berechnung der Bauteilmassen .....	82
Abb. 6-39: Darstellung des Ergebnisses.....	83
Abb. 6-40: Export der Bauteilliste.....	83
Abb. 6-41: Bauteilliste in MS Excel.....	83



# Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem, unter anderen
z.B.	zum Beispiel
BIM	Building Information Modeling
WDVS	Wärmedämm-Verbundsysteme



# 1 Einleitung

Die BIM Methodik bietet eine Möglichkeit für die strukturierte und prozessorientierte Anwendung der bauwerksorientierten Modellierung, welche zahlreiche Chancen und Vorteile für die derzeit bestehenden Prozesse innerhalb des Bauablaufs bietet. Ein möglicher Anwendungsbereich zur Optimierung bestehender Prozesse ist die exakte Erfassung von Massen im Zusammenhang mit Bauteilöffnungen. Die BIM unterstützte Massenermittlung bietet die Möglichkeit zur Einbeziehung sämtlicher für die Errichtung von Bauteilöffnungen benötigter Leistungen in die Kalkulation. Durch die Festlegung jener Leistungen, welche für die Herstellung von Gebäudeöffnungen erforderlich sind, können alternativ zu den bisher üblichen Aufmaßregeln lt. Norm die Teilleistungen genau erfasst und ausgeschrieben werden. Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Anwendung von BIM ist die Vermeidung von räumlichen Überschneidungen von Bauteilen bei entsprechender Modelliergenauigkeit.

Der Titel des Forschungsprojekts „BIM Netto-Massen“ bezeichnet daher eine Massenermittlung unter Abzug von Gebäudeöffnungen und unter Vermeidung von (räumlichen) Überschneidungen. Als „Gebäudeöffnungen“ werden im Rahmen des gegenständlichen Forschungsprojekts Bauteilöffnungen inkl. Leibungen, Durchbrüchen, Bohrungen und Aussparungen verstanden. Ein Beispiel für räumliche Überschneidungen stellen Ichsen innerhalb der Ecken von Innen- und Außenwänden dar.

Das Forschungsprojekt BIM Netto-Massen verfolgt das Ziel, auf Basis der Anwendung der digitalen Modellierung von Bauprojekten, den Planungs- Bau- und Abwicklungsprozess zu optimieren. Durch eine optimierte Nutzung des Bauwerkmodells sollte der aufwändige Aufmaß- und Abrechnungsprozess entweder ganz entfallen oder minimiert werden, wodurch freiwerdende Mittel für neue Investitionen genutzt werden können. Eine grundsätzliche Voraussetzung dafür ist die Weitergabe von klaren Vorgaben an die ausführenden Unternehmen im Angebotsstadium für deren Preisbildung. Darauf aufbauend besteht die Möglichkeit, dass diese Unternehmen aufwandskonform kalkulieren können.

Digitale Bauwerksmodelle beinhalten die auszuführenden Bauelemente und deren Ausführungsmassen auf Basis der vorangegangenen Modellierung. Die innerhalb der Normen festgelegten Abrechnungsregeln zur Vereinfachung des Abrechnungsprozesses werden damit entbehrlich, da die Möglichkeit besteht, die im Bauwerksmodell integrierten Informationen bestmöglich auszuwerten. Innerhalb dieses Forschungsprojekts werden im Zusammenhang damit Analysen, Prozessschritte und Kenndaten erarbeitet. Dadurch wird den Firmen die Möglichkeit geboten, diese im Modell integrierten Informationen optimal zu nutzen, um Sicherheit in ihrer Preisgestaltung zu erhalten.

Die in diesem Zusammenhang innerhalb des Forschungsprojekts behandelten Themenbereiche sind einerseits die Preisbildung auf Basis von digitalen Bauwerksmodellen unter Berücksichtigung der Modellierungsschärfe von Gebäudeöffnungen, Oberflächenaufbauten sowie Bauteilverschneidungen und andererseits die Digitalisierung des Bauabrechnungsprozesses.

Auf Basis einer BIM orientierten Arbeitsweise ergeben sich strukturelle Veränderungen im Arbeitsablauf von Unternehmen. Diese bieten neue Möglichkeiten zur Anpassung der bisherigen Arbeitsweise u.a. durch die Möglichkeit zur automatisierten Durchführung von detaillierten und auf die jeweiligen Leistungsbeschreibungen abgestimmten Massenermittlungen, welche auf der im entsprechenden Detaillierungsgrad vorhandenen dreidimensionalen Darstellung von Bauwerken aufbauen.

Aufgrund dieser neuen Möglichkeiten anhand von digitalen Modellen ergeben sich Diskrepanzen zu den derzeit an die traditionelle Art der Massenermittlung angepassten Abrechnungsvorschriften, welche die Auswirkungen der BIM Massenermittlung und den damit verbundenen Detaillierungsgrad nicht berücksichtigen. Dadurch entstehen für die ausführenden Unternehmen Unsicherheiten bei der Preisbildung. Ein wesentlicher Vorteil der modellbezogenen Abrechnung ist, dass bei entsprechenden Vereinbarungen der im Regelfall aufwändige Aufmaß- und Abrechnungsprozess erspart bzw. minimiert werden könnte.

Derzeit werden die Einheitspreise auf Basis einer Abrechnung ermittelt, welche nach normierten Abrechnungsregeln erfolgt, wodurch bei „scharfer“ Abrechnung unter Abzug von Öffnungen und unter Vermeidung von räumlichen Überschneidungen die Einheitspreise der dadurch abgerechneten „Netto-Massen“ zu gering wären. Dadurch besteht die Gefahr, dass ein Unternehmer dadurch „unterpreisig“ anbietet und Verluste generiert.

Daher werden innerhalb des Forschungsprojekts einerseits die kalkulatorischen Auswirkungen der BIM unterstützten „Netto-Massenermittlung“ auf die Preisbildung von Unternehmen und andererseits die kalkulatorischen Auswirkungen des entfallenden bzw. minimierten Abrechnungsprozesses betrachtet und ausgewertet. Damit verbunden erfolgt eine Quantifizierung dieser Einflussparameter, was eine wesentliche Aufgabe dieses Projekts darstellt.

Zur Erfassung der derzeit gängigen Abrechnungspraxis anhand von Abzugsregeln werden im Rahmen des Forschungsprojekts folgende bestehende Werkvertragsnormen hinsichtlich der darin beinhalteten Abzugsregeln für Roh- und Ausbaugewerke betrachtet (siehe Kapitel 1): Stahlbetonarbeiten, Mauer- und Versetzarbeiten, Putzarbeiten und Malerarbeiten. Auf Basis dieser Regeln werden, die derzeit von den Unternehmen praktizierten Kalkulationsansätze, gewerksspezifisch unter Einbeziehung von Bauteilöffnungen und unter der Voraussetzung betrachtet, dass räumliche Überschneidungen in der Abrechnung zulässig sind.

Damit verbunden werden sowohl die herkömmliche Art der Massenermittlung als auch die neue Art der Ermittlung der BIM Netto-Massen hinsichtlich deren Prozesse in der Ermittlungs- und Abrechnungsmethodik dargestellt und analysiert. Die Festlegung des benötigten Informationsumfanges LOI (Level of Information) und LOD (Level of Development) bezogen auf die jeweilige Projektphase ergibt sich aus der ÖN A 6241-2 und weiteren für die Branche relevanten Datenquellen (siehe Kapitel 5).

Der Betrachtungsumfang hinsichtlich der Gebäudetypen wird innerhalb des Forschungsprojekts auf die Analyse von Wohnbauprojekten festgelegt. Diese werden dafür in folgende Kategorien unterteilt: Wohnanlagen (als Geschoßwohnbauten), Reihenhäuser, Ein- und Mehrfamiliengebäude.

Folgende Beispielprojekte sind zur Auswertung innerhalb des Forschungsprojekts vorhanden:

- Projekt „Wohn(T)räume am Kinkpark“, Kufstein – Fa. Agabau
- Umbau Reihenhauses West, Völs – Fa. Inndata
- WGH Roseggerstrasse, Innsbruck – Fa. Inndata
- Wohnbauprojekt Innsbruck Kranebitten – Fa. John Baumanagement
- Wohnanlage Hauning – Fa. Riederbau
- Wohnanlage Feldgasse – Fa. Riederbau
- Wohnanlage Weckaufstrasse – Fa. Riederbau
- Einfamilienhaus 1 – Fa. Riederbau
- Einfamilienhaus 2 – Fa. Riederbau
- Büro- und Wohngebäude

Für die ausgewählten Beispielprojekte muss sichergestellt werden, dass die Bauteilöffnungen in allen Beispielprojekten lt. ÖN A 6241-2 und eventuell anhand weiterer gleichartiger Richtlinien betreffend Detaillierungsgrade vorhanden sind. Diese Detaillierung innerhalb der Projekte wird, wenn notwendig, durch die Nachbearbeitung seitens des Forschungsteams sichergestellt. Die Beispielprojekte werden einzelnen Kategorien zugeordnet, wobei hinsichtlich der Gebäudekategorien einerseits zwischen Gebäuden einfacher und komplizierter (verschachtelter) Art und andererseits hinsichtlich der Berücksichtigung von Fassadentypologien (Lochfassade vs. Glasfassade) unterschieden wird.

Die Auswertung von Bauteilmassen wird in der Regel durch die jeweiligen „Werkzeuge“ bestehend aus dem Funktionsumfang der einzelnen Modellierungsprogramme geprägt. Als innerhalb des Forschungsprojekts zu betrachtende Softwareprodukte wurden aufgrund deren Häufigkeit in der Anwendung Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD und Nemetschek Allplan ausgewählt. Als Basis für die Auswertung von BIM Netto-Massen werden umfangreiche Studien durchgeführt, aufgrund derer Modellierungs- und Auswertungsregeln abgeleitet werden können. Die Auswertungen der ausgewählten Beispielprojekte erfolgen mit den ursprünglich für die Modellierung dieser Projekte verwendeten Programmen.

Die vorhandenen Beispielprojekte wurden gesamt mit Autodesk Revit erstellt. Aus diesem Grund wurde festgelegt, ein Beispielprojekt anhand eines IFC Exports in die anderen beiden betrachteten Modellierungsprogramme zu übertragen. Auf Basis des Imports der IFC Datei kann ebenfalls die für Graphisoft ArchiCAD und Nemetschek Allplan entwickelte Methodik zur Ermittlung von BIM Netto-Massen angewandt werden.

Der Export, der innerhalb der Modellierungsprogramme beinhalteten geometrischen und textbasierten Daten, erfolgt in der Regel in die Software eines Drittanbieters, um darauf aufbauend u.a. Kostenermittlungen durchzuführen und Ausschreibungen zu erstellen. In diesem Zusammenhang werden exemplarisch Nuvem, Nevaris und RIB iTWO als Ausschreibungssoftware in die Betrachtungen miteinbezogen.

Die in diesem Kapitel bereits ansatzweise beschriebenen Themenbereiche des Forschungsprojekts werden nachfolgend innerhalb der einzelnen Kapitel näher behandelt. Dabei gilt es zu beachten, dass lediglich zum derzeitigen Zeitpunkt bearbeitete Inhalte und Informationen in diesem Zwischenbericht beinhaltet sind. Diese Inhalte des Zwischenberichts werden nachfolgend im Rahmen des Schlussberichts durch die fehlenden und noch im Rahmen des Forschungsprojekts zu bearbeitenden Themenbereiche und Auswertungen ergänzt.

## 2 Kalkulation

Eine Umfrage bei Bauunternehmen hat ergeben, dass der Aufwand für die Erstellung von Gebäudeöffnungen derzeit nicht kalkuliert wird. Für die Herstellung dieser Öffnungen sind entweder Würfel aus Polystyrol erforderlich oder sie werden geschalt. Die Schalungen der Öffnungen sind mit einem erhöhten Zeitaufwand zu kalkulieren. Dies bedingt, dass die Materialkosten wesentlich geringer sind als die Lohnkosten. Zudem ist es bis jetzt erlaubt, über gewisse Größen von Öffnungen durchzurechnen. Diese Regeln sind in den zugehörigen ÖNORMEN der Gewerke definiert und werden derzeit zur Vereinfachung der händischen Massenermittlung festgelegt. Beim Durchrechnen wird dem Unternehmer ebenfalls jene Kubatur bezahlt, welche er nicht eingebaut hat.

Dasselbe gilt für Putzarbeiten, bei denen der Durchrechnungsbereich größer als bei Stahlbetonarbeiten ist. Dies deshalb, weil der Lohnaufwand für das Verputzen von Leibungen mindestens so hoch wenn nicht höher ist als der ersparte Lohn- und Materialaufwand für die Öffnung selbst. Im weiteren Verlauf des FoPro werden dafür Kalkulationsbeispiele erarbeitet. Denn es wird vermutet, dass auf Grund der Tatsache, dass die Durchrechnungsregeln schon sehr alt und tradiert sind, die Öffnungsmaße, bis zu denen durchgerechnet werden kann, nicht mehr kostendeckend sind.

Darüber wird im weiteren Rahmen dieses Forschungsprojektes eine Aussage zu treffen sein, wie sich die Kalkulation dieser Arbeiten auf den Angebotspreis auswirkt. Zusätzlich wird eine Zeitabschätzung für den (Mehr-)Aufwand der Modellierung der Putz- und Malerarbeiten getroffen, wenn diese Leistungen korrekt modelliert werden.

Für die Festlegung der für die Kalkulation wesentlichen Themenbereiche wurde in der ersten Phase des Forschungsprojektes eine ausführliche Literaturrecherche durchgeführt. In dieser wurden die Marktsituation, erforderliche Begriffsbestimmungen, Kalkulationsgrundlagen, Preisarten und die Kalkulationsformblätter betrachtet.

Innerhalb der Betrachtung der Marktsituation wurde auf Charakteristika des Baumarktes im Allgemeinen eingegangen. Zusätzlich wurden die Marktteilnehmer einbezogen, welche in private, staatliche und Mischformen gegliedert werden können.

Bei der Festlegung der Begriffsdefinitionen wurden jene Begriffe definiert, welche im weiteren Projektverlauf für die Kalkulation erforderlich sind. Dazu gehören u.a. Vorhaltezeit, Nutzungsdauer, Nebenmaterialien, Wagnis und Gewinn. Bei den Preisarten wurden die Begriffe Pauschal- und Einheitspreise definiert. Abschließend wurden die Kalkulationsformblätter beschrieben. Nachfolgend werden innerhalb der Unterkapitel diese für die Kalkulation wesentlichen Grundlagen beschrieben.

## 2.1 Marktsituation

### Charakteristika

Der Baumarkt ist nicht einer bestimmten Marktform zuzuordnen und ist in viele Teilbereiche unterteilt. Zudem ist dieser dadurch gekennzeichnet, dass es sich um Einzelanfertigungen handelt, wodurch es in der Regel in den einzelnen Bereichen kein langfristiges Produktionsprogramm gibt. Daher verfügt der AN über einen Bestand an Produktionsfaktoren für die zu erbringende Bauleistung, wie u.a. Führungskräfte, Arbeitskräfte und Betriebsmittel. [1, S. 25-26]

Der Baumarkt ist durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- die Preise der Konkurrenz sind weitgehend unbekannt
- eine schwierige Bedarfsprognose
- eine Steigerung des Absatzes durch Werbung, Vertreter oder Sonderaktion ist nicht möglich
- eine Markttransparenz ist nicht gegeben
- es ist keine Produktion auf Lager möglich und es ist ein Einsatz von hohen Geldmitteln notwendig
- das Vergabeverfahren erfolgt theoretisch nach dem Bestbieterprinzip, jedoch in der Praxis bekommt der Billigstbieter den Auftrag [1, S. 20-21]

Des Weiteren ist das erstellte Produkt, welches im Rahmen eines Bauvorhabens entsteht, gekennzeichnet durch:

- erschwerte Finanzierung
- besteht eine Verbindung mit Grund und Boden
- Einzelanfertigung
- Auftragsfertigung
- meistens besteht eine Trennung zwischen Planung und Ausführung
- es gibt viele Schnittstellen in der Planungs- und Ausführungsphase [1, S. 21]

### Marktteilnehmer

In Bezug auf den Baumarkt wird zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer unterschieden. Als Auftraggeber ist im rechtlichen Sinne ein Besteller zu verstehen. Die Anbieter von Dienstleistungen befinden sich in planenden und beratenden Architektur- und Ingenieurbüros.

Die Seite der Auftraggeber lässt sich grob in folgende Gruppen einteilen:

- staatliche Nachfrage, öffentliche Auftraggeber
- private Auftraggeber
- Mischformen [2, 23 -24]

Unterscheidung bei Auftraggebern der öffentlichen Hand bzw. bei einer staatlichen Nachfrage:

- öffentlich - rechtliche Institutionen (z.B. Abwasserreinigung, Wasser- und Energieversorgung, Abfallbeseitigung)
- Gebietskörperschaften (z.B.: Länder, Bund, Städte, Gemeinden) [2, S. 24]

Der private Bereich bzw. private Auftraggeber können wie folgt unterteilt werden:

- Handelsunternehmen
- Produktionsunternehmen
- Wohnungsunternehmen
- Dienstleistungsunternehmen
- Immobilienunternehmen
- Bauträger
- Privatpersonen
- Baubetreuer
- sonstige, wie bspw. Verbände, Vereine, Wohlfahrts- und Hilfseinrichtungen) [2, S. 26]

Die letzte Gruppe an Auftraggebern sind die Mischformen / Sektoren, zu diesen gehören:

- Flughafengesellschaften
- Kommunale Verkehrsbetriebe
- Unternehmen zur Energieerzeugung und Energieverteilung
- Kommunale Ver- und Entsorgungsbetriebe [2, S. 27]

In Abb. 2-1 ist die Struktur des Baumarktes dargestellt.

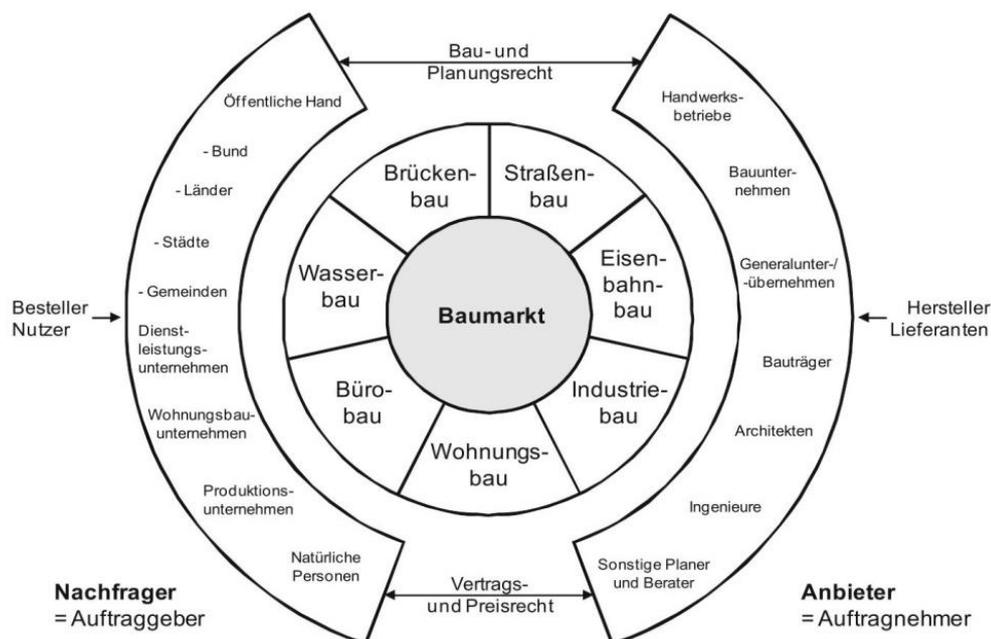


Abb. 2-1: Struktur Baumarkt [2, S. 23]

## 2.2 Allgemeines

### Grundlagen

Die Baukalkulation bildet die Grundlage für das Angebot in der Bauwirtschaft. Daher hängt der Erfolg des gesamten Bauunternehmens von dieser Kalkulation ab. Wenn in dieser Phase nicht kostendeckende Preise kalkuliert werden, kann auch eine optimale Ausführung der Bauarbeiten keinen Erfolg bringen. Wenn in der Angebotsphase kostendeckende Preise kalkuliert werden, kann es in der Ausführung immer noch zu Verlusten kommen.

Diese Risiken sind z.B.:

- Baurisiko
- Kalkulationsrisiko
- Mengenrisiko [1, S. 100]

In der Baukalkulation sind folgende Vorgaben bzw. Randbedingungen zu berücksichtigen:

- ÖNORMEN
- Steuern, Tarife, gesetzliche Bestimmungen
- Österreichische Baugeräteliste
- Kollektivverträge
- betriebliche Möglichkeiten
- Leistungsermittlungen
- Nachtkalkulationsergebnisse
- örtliche Gegebenheiten der Baustelle
- Ergebnisse der Arbeitsvorbereitung
- Bezugsquellen für Betriebs- und Baustoffe [1, S. 100]

Zudem ist vor der Kalkulation eine Begehung der Baustelle erforderlich. Bei dieser Begehung werden folgende Informationen ermittelt:

- Gelände für die Baustellenunterkünfte
- Verkehrsverhältnisse bspw. Zufahrten
- Energie- und Wasserversorgung
- Bodenbeschaffenheit bei Erdbaubaustellen
- Einholung von Angeboten der Subunternehmer
- Einholung von Angeboten von Baustoffpreisen
- Erarbeitung eines Bauablaufplanes mit folgenden Angaben für die Kalkulation:
  - o Art, Anzahl, Größe und Einsatzdauer der erforderlichen Geräte
  - o Angaben über zu bewegende oder einzubauende Massen
  - o Arbeitsunterbrechungen (z.B. Winterpause)
  - o Art, Einsatzdauer, Anzahl der benötigten Arbeitskräfte
  - o Entwurf einer Baustelleneinrichtung [1, S. 101]

Ein weiterer Punkt, welcher vor der Kalkulation erfolgt, ist die Prüfung der Ausschreibungsunterlagen. Die Ausschreibungsunterlagen werden insofern geprüft, ob in den Vorbemerkungen zusätzliche technische Vorschriften festgelegt sind, welche kostenwirksam sind. Dazu gehören:

- Sicherheitseinbehalte
- Abrechnungs- und Zahlungsmodalitäten
- Nebenleistungen
- Änderungen von Bestimmungen der Normen
- Lieferung von Ausführungsplänen
- Gleitklauseln
- Erhöhung der Ausschaltfristen
- Verkehrssicherungsmaßnahmen
- Bereitstellung von Aufenthalts- und Lagerräumen für andere Unternehmer
- Vorhalten von Bauaufzügen und Gerüsten über die eigene Bauzeit hinaus [1, S. 101]

## 2.3 Begriffsbestimmungen

### Aufbau der Kosten- und Preisermittlung

Die Baukalkulation befasst sich mit der Auswertung der Ist - Daten, um brauchbare Aufwandswerte bzw. Leistungsansätze zu erhalten. Der Aufbau der Preisermittlung ist in der ÖNORM B 2061 klar gegliedert in:

- Gerätekosten
- Lohnkosten
- Kosten für Fremdleistungen
- Materialkosten [1, S. 101-102]

#### Materialkosten

Die Grundlage für die Materialkosten sind die Einkaufspreise frei Baustelle oder ab Auslieferungsstelle. Diese Kosten werden wie folgt gegliedert:

- Hilfsmaterial
- Baumaterial
- Betriebsstoffe [3]

#### Zinskosten

Die Zinskosten sind jene, welche durch die Bereitstellung des Kapitals entstehen für:

- die Durchführung des Bauauftrages
- die Betriebsführung
- die eventuelle Vorfinanzierung von Haftungs- und Zahlungsbedingungen.

Die Höhe der Zinsen werden durch die jeweiligen Haftungs- und Kreditbedingungen der Kreditunternehmen festgelegt. [3]

### Fremdleistungen

Die Grundlagen für die Kosten von Fremdleistung bilden:

- Angebote Dritter
  - von Frächtern
  - Professionisten
  - Entsorgungs- und Verwertungsunternehmen
  - Richtpreise
  - Tarife [3]

### **Kostenarten**

In Abb. 2-2 sind die Hauptkostenarten ersichtlich.

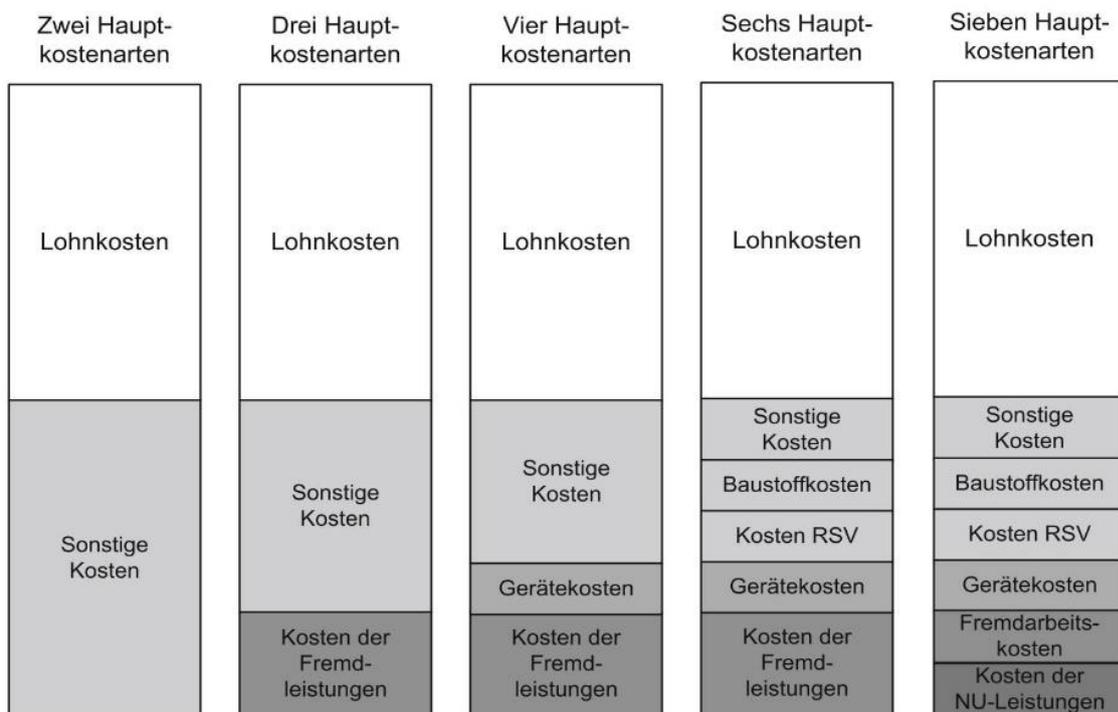


Abb. 2-2: Hauptkostenarten [2, S. 152]

Die Kosten werden nach Kostenarten gegliedert. Welche Kostenarten für die Kalkulation verwendet werden, ist von bestimmten Kriterien abhängig. Zur Durchführung einer Kostenartengliederung sind folgende Fragen zu erfassen und zu beantworten:

- Welche Kostenarten sollen einem Soll - Ist - Vergleich unterzogen werden?
- Welche Kostenarten müssen vor Angebotsangabe für einen marktgängigen Preis gesondert überprüft werden?
- Sollen die einzelnen Kostenarten bei der Umlage mit verschiedenen Zuschlagsätzen beaufschlagt werden?
- Soll eine EDV gestützte Kalkulation mit standardisierter Kostenartengliederung verwendet werden? [2, S. 151]

### **Kostenartenrechnung**

Diese wird wie folgt unterteilt:

- Kosten von Nachunternehmerleistungen und Fremdarbeiterkosten
- Lohn- und Gehaltskosten für Poliere und Arbeiter
- Allgemeine Kosten
- Kosten für Fertigungsstoffe und Baustoffe
- Kosten für Betriebsstoffe und Geräte
- Kosten für Schal-, Verbau- und Rüstmaterial
- Kosten für Betriebs-, Geschäfts- und Baustellenausstattung [4, S. 114]

### **Baubetriebsrechnung**

Diese Rechnung wird unterteilt in:

- Ergebnisrechnung
- Kostenrechnung
- Leistungsrechnung [4, S. 112]

### **Leistungsrechnung**

Die Leistungsrechnung wird unterteilt in:

- Leistungsstellenrechnung: Diese hat die Aufgabe, die Leistungen den bestimmten Leistungsstellen zuzuordnen (die Leistungsstellen sind mit den Kostenstellen identisch).
- die Verrechnung von innerbetrieblichen Leistungen: Diese Art der Verrechnung kann entweder mit Hilfe von Verrechnungssätzen oder für die Kostenstelle als kostenmindernde Verrechnung erfolgen.
- Leistungsartenrechnung: Damit werden Leistungen einer bestimmten Periode erfasst, welche folgende Leistungsarten sein können:
  - Lieferungen
  - Bauleistungen
  - Dienstleistungen
  - Waren [4, S. 115]

### **Bauproduktion / Bauproduktionskosten**

Die Bauproduktionskosten erfüllen folgende Aufgaben:

- Soll - Ist Vergleichsrechnung
- Schaffung der Grundlagen für mögliche Investitionsentscheidungen
- systematische Auswertung und Ermittlung von
  - o Leistungen
  - o Kosten
  - o Ergebnissen
- Bauauftragsrechnung [4, S. 111-112]

### **Aufbau der Kostenermittlung**

Für die Kostenermittlung sind folgende nachstehende Kosten zu ermitteln:

- Baustellengemeinkosten
- Einzelkosten
- sonstige Gemeinkosten
- Geschäftsgemeinkosten
- Wagnis
- Gewinn
- Bauzinsen [3]

### Einzelkosten

Die Einzelkosten setzen sich aus variablen und fixen Kosten zusammen. Für deren Berechnung ist ein wirtschaftlich und sachlich gerechtfertigter Werteinsatz zu Grunde zu legen.

Bei Fremdleistungen werden die Einzelkosten aus den Angeboten Dritter ermittelt. Die Einzelkosten sind auch Zuschlagträger und lassen sich unterteilen in:

- Einzelmaterialkosten
- Einzelgerätekosten
- Einzellohnkosten [3]

### Einzellohnkosten

Die Grundlage für die Einzellohnkosten je Leistungseinheit sind der kalkulierte Zeitaufwand (Aufwandswert) für:

- die Gerätebedienung
- die Erbringung der betreffenden Leistung
- die Lohnkosten für Lagerungs- und Ladearbeiten von Baumaterialien
- die Lohnbestandteile der Fremdleistungen
- die Lohnanteile für die Reparatur (Instandhaltung) der Geräte, wenn dies nicht bereits in den Baustellengemeinkosten berücksichtigt wurde. [3]

### Einzelmaterialkosten

Die Einzelmaterialkosten je Leistungseinheit werden durch den kalkulierten Bedarf an folgenden Materialkosten ermittelt:

- Betriebsstoffen
- Hilfs- und Baumaterialien
- Verschleiß- und Wartungskosten von Geräten.

Wenn das benötigte Material bzw. die Betriebsstoffe nur in geringen Mengen erforderlich sind, so können diese durch erfahrungsgemäße Ansätze berücksichtigt werden. Des Weiteren gehören zu den Einzelmaterialkosten:

- der Materialkostenanteil der Fremdleistungen
- der Materialkostenanteil für die Reparatur (Instandhaltung, welcher für das Gerät kalkuliert wurde. [3])

### **Kostenkomponenten**

#### Mittellohnkosten

Die Grundlagen für die Mittellöhne sind:

- Lohnkosten
- kollektivvertragliche Löhne
- überkollektivvertragliche Mehrlöhne
- Aufzahlungen für Mehrarbeit und Erschwernisse
- abgabenpflichtige Lohnbestandteile

Aus den oben genannten Kosten wird der Mittellohn gebildet. Zu diesen werden abgabenpflichtige Lohnbestandteile als Prozentsatz dazugerechnet. Wenn alle oben genannten Punkte berechnet wurden, erhält man die Mittellohnkosten. [3]

#### Materialkosten

Die sogenannten Materialkosten setzen sich zusammen aus Materialkosten, Manipulations- und Transportkosten. Zusätzlich sind folgende Erfahrungszuschläge zu berücksichtigen:

- Toleranzen
- Schwund
- Bruch

Zu den Einzelkosten zählen:

- Verschnitt
- Lohnkosten für
  - Um-, Auf- und Abladen
  - Lagern der Materialien.

Für die Mittellohnkosten können jene der Baustelle verwendet werden. [3]

### Zusammengesetzte Kostenkomponenten

Die Materialkosten und Mittellohnenkosten können, wenn es erforderlich ist, zu zusammengesetzten Kostenkomponenten kombiniert werden, z.B.:

- Kosten für Betrieb einer Gerätegruppe oder eines Gerätes
- Kosten für Produkte je Mengeneinheit [3]

### **Abschreibung**

Die Kosten für die Abschreibung und Verzinsung werden aus der Nutzungsdauer, Wiederbeschaffungswert und dem Beschäftigungsgrad ermittelt. Diese werden für die gesamte Beistellungszeit berechnet und in der Zeiteinheit Monat, Tag oder Stunden ausgewiesen. [3]

### **Instandhaltung und Reparatur**

Diese Kosten werden als Prozentsatz vom Wiederbeschaffungswert oder als Erfahrungswert für die gesamte Beistellungszeit berechnet und in der Zeiteinheit Monat, Tag oder Stunde ausgewiesen. [3]

### **Betrieb**

Für den Betrieb von Baugeräten fallen folgende Einzelkosten an:

- Kosten für Betriebsstoffe
- Lohnkosten für Gerätewartung und -bedienung
- Stoffkosten für Verschleißteile und Wartung [3]

### **Beistellungszeit**

Darunter versteht man jene Zeit, in der ein Baugerät auf einer bestimmten Baustelle zur Verfügung steht und es daher nicht verfügbar ist. Diese Zeit beginnt, wenn das Baugerät am Lagerplatz für den Transport verladen wird und endet, wenn es von der Baustelle am Lagerplatz abgeladen wird. [3]

### **Nutzungsdauer**

Die Nutzungsdauer ist jene Zeit, in der ein Baugerät bei durchschnittlicher Auslastung und einschichtigem Betrieb wirtschaftlich genutzt werden kann. [3]

### **Vorhaltezeit**

Die Vorhaltezeit ist jene Zeit, in welcher ein Baugerät auf einer bestimmten Baustelle zur Verfügung steht. Diese Zeit ist die maßgebende Zeit für die Vergütung. [3]

## Verzinsung

Unter dem Begriff Verzinsung fallen alle Kosten für die Bereitstellung von Kapital, das für die Anschaffung von Baugeräten erforderlich ist. [3]

## Zuschläge

Die Zuschläge werden unterteilt in:

- Gewinn
- Allgemeine Geschäftskosten
- Wagnis [5, S. 49]

## Bauzinsen

Zu den Bauzinsen gehören jene Kosten, welche dadurch entstehen, dass der Auftragnehmer mit den Kosten, die für die Baudurchführung erforderlich sind, in Vorlage treten muss. Dazu gehören auch jene Kosten, die für Sicherstellungen benötigt werden. Zu diesen genannten Zinskosten zählen jedoch nicht jene Kosten, welche für die Betriebsführung und Gerätebereitstellung erforderlich sind. [3]

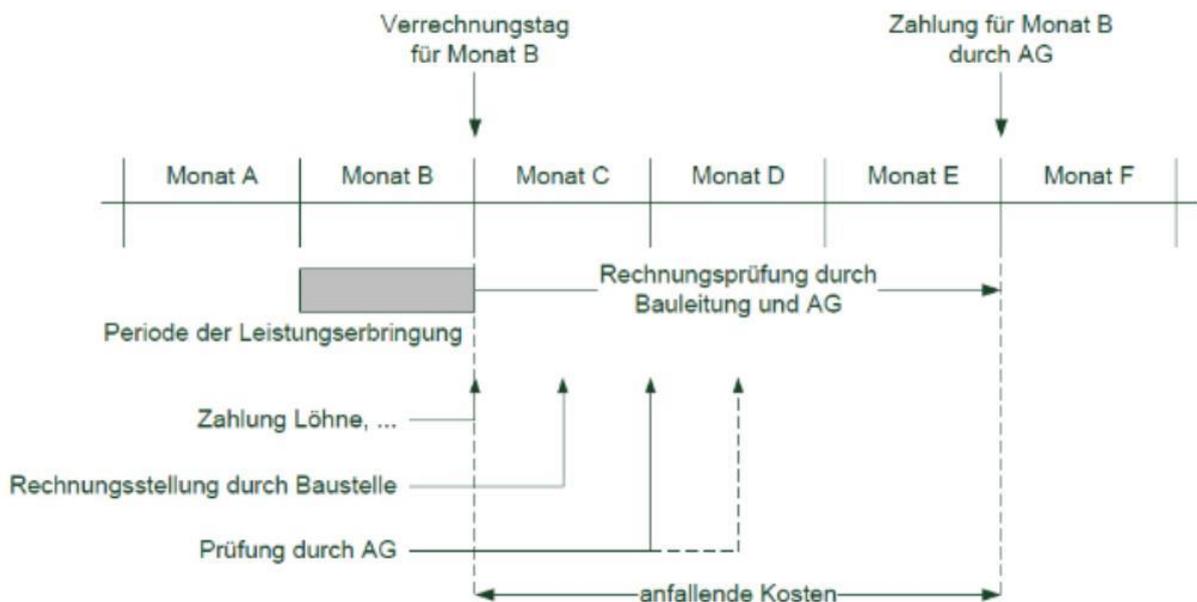


Abb. 2-3: Zeitliche Abfolge Ausgaben und Einnahmen [1, S. 117]

## Gesamtzuschlag

Wenn Kostenelemente wiederholt auftreten, werden diese im Gesamtzuschlag zusammengefasst und auf die Zuschlagsträger aufgeschlagen. Durch diesen Vorgang ergeben sich die Preise.

Die Zuschlagträger sind:

- Gehaltskosten
- Lohnkosten
- Kosten für Fremdleistungen
- Materialkosten
- Gerätekosten

Der Gesamtzuschlag besteht aus den nachfolgenden Anteilen:

- Gewinn
- Geschäftsgemeinkosten
- Bauzinsen
- Wagnis
- sonstige Gemeinkosten

Der ermittelte Gesamtzuschlag kann für unterschiedliche Zuschlagträger verschieden hoch ausfallen. [3]

### **Hilfsmaterialien**

Hilfsmaterialien sind Materialien, welche für die Erbringung einer Leistung erforderlich sind, jedoch keinen bleibenden Bestandteil des Bauwerks bilden. [3]

### **Nebematerialien**

Nebematerialien sind jene Materialien, welche für die Erbringung einer Leistung notwendig sind, aber nur geringe Kosten verursachen. Dazu zählen z.B. Reinigungsmittel, Kreide, Schutzkleidung. [3]

### **Wagnis**

Zu jenen Kosten, welche für die Leistungserbringung erforderlich sind, muss noch ein Wagniszuschlag hinzugerechnet werden. Dieser lässt sich nur vergleichsweise und erfahrungsgemäß abschätzen und wird unter Berücksichtigung folgender Kriterien ermittelt:

- Größe und Art des Bauvorhabens
- Jahreszeit
- örtliche Lage
- sonstige Umstände festgelegt.

Der sogenannte Wagniszuschlag deckt folgende Bereiche ab:

- Wagnis aus Betrieb des Unternehmens
- allgemeine Unternehmerwagnis
- leistungsbezogenes Wagnis

- Ausführungswagnis
- Kalkulationswagnis
- Gewährleistungswagnis
- Ausführungswagnis

Jene Wagnisse, welche auf der Baustelle anfallen und über die üblichen Wagnisse hinausgehen, sind gesondert zu betrachten. Wenn ein Wagnis durch eine Versicherung gedeckt werden könnte, sind sowohl die mögliche Prämienhöhung als auch der Selbstbehalt zu berücksichtigen. [3]

### **Gewinn**

Das ist jenes Kapital, welches durch den Unternehmer erwirtschaftet wird und im Unternehmen investiert werden kann, um dafür eine Verzinsung zu erhalten. Dies muss bereits in der Kalkulation berücksichtigt werden. [2, S. 206-207]

### **Zuschlagträger**

Unter Zuschlagträger versteht man je Kostenkomponente die Kostenarten, welche durch Zuschläge beeinflusst werden. [3]

### **Gesamtzuschlag**

Unter dem Begriff Gesamtzuschlag werden alle Kosten erfasst, die in den Zuschlagträger nicht berücksichtigt werden. Darin werden das kalkulatorische Wagnis und der Gewinn berücksichtigt. [3]

### **Allgemeine Geschäftskosten**

Zu den allgemeinen Geschäftsgemeinkosten gehören jene Kosten, welche nicht einzelnen Produkten oder einzelnen Baustellen zugeordnet werden können. Diese Kosten fallen im Unternehmen an, um die Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft zu gewährleisten. Diese müssen über verkaufte Bauleistungen erwirtschaftet werden. Sie werden in diesen Bauaufträgen im sogenannten Deckungsbeitrag einkalkuliert. Zu den allgemeinen Geschäftsgemeinkosten gehören:

- Kosten von freiwilligen Sozialleistungen
- Personalkosten der zentralen Verwaltungs-, Organisationseinheiten und der Unternehmensleitung
- Investitions- und Betriebskosten von Datenverarbeitungsanlagen inklusive Lizenzgebühren, Telekommunikationsanlagen und Schulungsmaßnahmen
- Betriebs- und Investitionskosten für ein Gebäude inklusive Miet- und Mietnebenkosten der angemieteten Flächen

- Betriebs- und Investitionskosten für zentrale Betriebseinheiten, z.B. Fuhrpark, Bauhof, Gerätewerkstatt
- öffentliche Abgaben und Steuern welche nicht gewinnabhängig sind, z.B. Gewerbe- und Grundsteuer
- Prämien für Versicherungen
- Beiträge zu Verbänden
- Kalkulatorischer Unternehmerlohn
- Kosten für Werbung, Kundenzeitschriften, Repräsentation, Rechtsberatung. [2, S. 200-204]

### **Geschäftsgemeinkosten**

Zu den Geschäftsgemeinkosten zählen:

- Löhne mit den zugehörigen Lohnnebenkosten
- Beiträge und Umlage für Fachvereinigungen und Berufsvertretungen
- Gehälter mit den Gehaltsnebenkosten
- EDV - Kosten, Bürokosten
- Sonstige Abgaben und Betriebssteuern
- Mieten und Pacht der Anlagen, welche für den Gesamtbetrieb dienen
- Reisekosten
- Kosten für Werbung
- Kosten für Versicherungen allgemeiner Art
- Kosten des Aufsichtsrates
- Lohnverrechnung für Baustellen

Diese Kosten werden jährlich als Prozentsatz des Umsatzes festgelegt. Dieser Prozentsatz ist bei der Preisermittlung anzuwenden. [3]

## **2.4 Kalkulationsgrundlagen**

Die Rahmenbedingungen für die Kalkulation bilden die gesetzlichen Bestimmungen, welche gebildet werden durch:

- Arbeitnehmerschutzgesetz
- ÖBGL
- Kollektivvertrag Baugewerbe und Bauindustrie

## ÖBGL

Für die Ermittlung der Gerätekosten kann die österreichische Baugeräteliste verwendet werden. Die Werte für Reparatur, Abschreibung und Verzinsung können durch Erfahrungswerte der Firma abgemindert werden.

Der Herausgeber der ÖBGL ist der Fachverband der Bauindustrie der Wirtschaftskammer Österreich. Die Anwendungsbereiche dafür sind:

- Hilfsmittel für die Betriebsplanung im Baubetrieb
- Kalkulation
- Beurteilung von Maschinen- und Gerätekosten
- Grundlage für die zwischenbetriebliche Berechnung von Gerätevorhaltekosten und innerbetriebliche Verrechnung

Die ÖBGL beinhaltet die gesamte für die Baustelleneinrichtung und Bauausführung gängige und erforderliche Baustellenausstattung und die Baugeräte. Diese wird in 24 Hauptgruppen gegliedert, welche eine alphanumerische Kennzeichnung erhalten. In der Österreichischen Baugeräteliste sind keine Werkzeuge, kleinere Geräte und Baustellenausstattungen enthalten.

Zu jedem beinhalteten Gerät werden folgende Angaben gemacht:

- Kenngröße
- Motorleistung oder andere Nutzwerte
- Masse
- Monatlicher Betrag für die Abschreibung und Verzinsung
- Mittlerer Neuwert
- Nutzungsjahre
- Monatliches Reparaturorentgelt
- Vorhaltemonate
- Reparaturorentgelt
- monatliche Prozentsätze für die Abschreibung und Verzinsung [1, S. 109-111]

## **2.5 Preisarten**

### **Ermittlung von Pauschal- und Einheitspreisen**

#### Ermittlung der Preisanteile

Die Grundlage zur Ermittlung von Preisen der Leistungspositionen sind die Einzelkosten. [3]

#### Preisanteil Lohn

Der Preisanteil Lohn wird aus den Einzellohnkosten der jeweiligen Leistung ermittelt und mit dem zugehörigen Gesamtzuschlag beaufschlagt. [3]

Preisanteil Sonstiges

Der Preisanteil Sonstiges wird aus den Einzelgerätekosten und Einzelmaterialkosten, welche für jeweilige Leistung erforderlich sind, ermittelt und mit dem zugehörigen Gesamtzuschlag beaufschlagt. [3]

## 2.6 Kalkulationsformblätter

### Formblatt K3 – Mittelohnpreise

<b>MITTELLOHNPREIS</b> <input type="checkbox"/>	Firma: .....	<b>FORMBLATT K 3</b>	
<b>REGIELOHNPREIS</b> <input type="checkbox"/>		Erstellt am: .....	Seite: .....
<b>GEHALTPREIS</b> <input type="checkbox"/>		Preisbasis laut Angebotsunterlagen	
Bau: .....	<b>FÜR MONTAGE</b> <input type="checkbox"/>	Währung: .....	
Angebot Nr.: .....	<b>FÜR VORFERTIGUNG</b> <input type="checkbox"/>		

**Beschäftigungsgruppe laut KV:** ..... Kalkulierte Beschäftigte Anzahl: .....

**KV-Gruppe:** / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... Kalkulierte Wochenarbeits-Zeit, h: .....

**KV-Lohn:** / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... Aufzahlung für Mehrarbeit: .....

**Anteil in %:** / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... / ..... = 100 %; .....% .....h / .....% .....h / .....% .....h

<b>A Kollektivvertraglicher MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT</b>		100,00	.....
B Umlage unproduktives Personal	% von A	.....	.....
C Aufzahlungen aus Zusatzkollektivverträgen	% von A + B (A + B = .....)	.....	.....
D Überkollektivvertraglicher Mehrlohn	% von A + B	.....	.....
E Aufzahlung für Mehrarbeit	% von A + B	.....	.....
F Aufzahlung für Erschwernisse	% von A + B	.....	.....
G Andere abgabenpflichtige Lohnbestandteile	% von A + B	.....	.....
<b>H MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT</b> (% = Betrag H * 100 / Betrag A)	(Betrag = A bis G)	.....	.....
I Andere nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile	% von H	.....	.....
J Direkte Lohnnebenkosten	% von H	.....	.....
K Umgelegte Lohnnebenkosten	% von H	.....	.....
L Andere lohngebundene Kosten	% von H	.....	.....
<b>M MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT - KOSTEN</b> (% = M * 100 / A)	(Betrag = H bis L)	.....	.....
<b>Gesamtzuschlag in % auf:</b>	Gerät	Material	Fremdl.
N Geschäftsgemeinkosten	.....	.....	.....
O Bauzinsen	.....	.....	.....
P Wagnis	.....	.....	.....
Q Gewinn	.....	.....	.....
R .....	.....	.....	.....
S Summe ( % ) N bis R	.....	.....	.....
<b>T Gesamtzuschlag:</b> S*100/(100-S) %	.....	.....	..... (% auf M)
<b>U MITTELLOHN - REGIELOHN - GEHALT - PREIS</b> (% = U * 100 / A)	(Betrag = M + T)	.....	.....

<b>In Sonderfällen: Umlage der Baustellen-Gemeinkosten auf Leistungsstunden</b>		
auf MLP - RLP - GP ( Baustellen-Gemeinkosten / h = Betrag in V)		
<b>V Umgelegt sind:</b>	.....	.....
<b>W MLP - RLP - GP mit Umlage der Gemeinkosten</b> (% = W * 100 / A)	(Betrag = U + V)	.....

<b>In Sonderfällen: Umlage auf Preisanteile in %</b>	<b>Lohn</b>	<b>Sonstiges</b>
1 .....	.....	.....
2 .....	.....	.....
3 .....	.....	.....
4 .....	.....	.....
5 .....	.....	.....
6 .....	.....	.....
<b>X UMLAGEPROZENTSATZ</b>	Summe 1 bis 6	.....

Abb. 2-4: Formblatt K3 [3]

Um die Lohnkosten einer Teilleistung ermitteln zu können, müssen die Mittelohnkosten der Baustelle ermittelt werden. Um eine Vereinheitlichung dieser Berechnung zu gewährleisten, gibt es in der ÖNORM das K3 Blatt (siehe Abb. 2-4). Anhand dessen werden die auf der Baustelle anfallenden Mittelohnkosten ermittelt. Die Basis der Mittelohnkosten bilden die kollektivvertraglichen Mittellöhne.

Zusätzlich zum K3 Blatt gibt es in der ÖNORM B2061 noch folgende sogenannte Hilfsblätter, um anhand derer die Ermittlung des Mittellohnes zu vereinfachen:

- Hilfsblatt für die Aufzahlungen von Mehrarbeit und Erschwernissen
- Hilfsblatt für die kalkulierte Mannschaft
- Hilfsblatt für andere lohngebundene Kosten
- Hilfsblatt für andere Lohnbestandteile
- Hilfsblatt für die direkten Lohnnebenkosten
- Hilfsblatt für die Berechnung der direkten und umgelegten Lohnnebenkosten
- Hilfsblatt für die umgelegten Lohnnebenkosten [1, S. 121-122]

**Formblatt K4 – Materialpreise**

MATERIALPREISE				Firma:				Gesamtzuschlag auf Material				FORMBLATT K 4			
Bau: .....								K3-Blatt Zeile T= .....%				Erstellt am:		Seite:	
Angebot Nr.: .....								Währung:				Preisbasis laut Angebotsunterlagen			
Lfd. Nr.	MATERIALBEZEICHNUNG LIEFERER und ORT	Einheit	Preis ab Lieferer	An-transport zum Bau	Materialkosten frei Bau	Ladearbeiten und Manipulation		Verlust	Materialkosten			Materialpreis			
		EH	Betrag / EH	Betrag / EH	Betrag / EH	h / EH	Betrag / EH		Lohn	Sonstiges	Gesamt	Lohn	Sonstiges	Gesamt	
					4 + 5			%	Betrag / EH	Betrag / EH	Betrag / EH	Betrag / EH	Betrag / EH	Betrag / EH	Betrag / EH
									6 x 9	8 + 10	6 + 10	11 + 12	11 + GZ%	12 + GZ%	13 + GZ%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
									L						
									S						
									L						
									S						
									L						
									S						
									L						
									S						
									L						
									S						
									L						
									S						
									L						
									S						
									L						
									S						
									L						
									S						

Abb. 2-5: Formblatt K4 [3]

Für die Ermittlung der Materialpreise wird das K4 Blatt der ÖNORM B2061 verwendet (siehe Abb. 2-5). Bei einer Kalkulation sollte die Gesamtmenge des benötigten Materials für jedes zu kalkulierende Objekt ermittelt werden.

Bei jenen Materialien, welche in großen Mengen erforderlich sind, wird der Preis bei den Lieferanten oder direkt beim Hersteller erfragt. Der billigste Preis, die Verfügbarkeit und die Qualität spielen für einen Anbieter bei der Entscheidung eine Rolle. Wenn Materialien nur in geringen Mengen benötigt werden, wird der Preis in der Regel wie folgt ermittelt: Listenpreis abzüglich Rabatt. [1, S. 122-123]

**Formblatt K5**

<b>PREISE für PRODUKTE, LEISTUNGEN:</b>		Firma:			<b>FORMBLATT K 5</b>		
Bau:.....					Erstellt am:		Seite:
Angebot Nr.:.....					Preisbasis laut Angebotsunterlagen		
					Währung:		
<b>Bezeichnung:</b>				<b>Einheit:</b>			
Kostenentwicklung je Einheit	EH	Je Einheit			Insgesamt		
		h	Lohn	Sonstiges	h	Lohn	Sonstiges
<b>KOSTEN</b> <input type="checkbox"/>		<b>PREIS</b> <input type="checkbox"/>					
<b>Bezeichnung:</b>				<b>Einheit:</b>			
Kostenentwicklung je Einheit	EH	Je Einheit			Insgesamt		
		h	Lohn	Sonstiges	h	Lohn	Sonstiges
<b>KOSTEN</b> <input type="checkbox"/>		<b>PREIS</b> <input type="checkbox"/>					

Abb. 2-6: Formblatt K5 [3]

Mit dem K5 Blatt (siehe Abb. 2-6) werden die Kosten bzw. Preise ermittelt, welche sich aus Komponenten zusammensetzen, z.B. die Preisermittlung von Mörtel, Beton und Asphalt. Hier können zudem Manipulationen in Kosten berücksichtigt werden. Grundsätzlich kann die Aufgabe des K5 Blattes auch mit dem K7 Blatt erfüllt werden. Wenn Aktivitäten wiederkehrend auftreten, ist es sinnvoll, diese im K5 Blatt zu kalkulieren und diese anschließend in die Detailkalkulation zu übernehmen. [1, S. 123-124]

**Formblatt K6 – Gerätepreise**

GERÄTEPREISE				Firma:				FORMBLATT K 6					
Bau: .....								Erstellt am:		Seite:			
Angebot Nr.: .....								Währung:		Preisbasis laut Angebotsunterlagen			
Lfd. Nr.	Anzahl	BAUGERÄTE BAUBARACKEN EINRICHTUNGSgegenstände	Nr. der Baugeräte- liste	Mittlerer Neuwert Betrag	Monatssatz		Verrechn. Monate	Gerätekosten		Maschinenleistung		Masse in Tonnen	
					Einzel (e) Betrag	Insgesamt (I) Betrag 2 x 6		Abschreibung und Verzinsung (A+V) Betrag 7 x 8	Reparatur (I) Betrag 7 x 8	KW Elektro	KW Diesel	Einzel	Insgesamt 2 x 13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
allfälliger Übertrag aus K6A, Seite:						A+V I				i	i		
			e	A+V						e	e		
			i							i	i		
			e	A+V						e	e		
			i							i	i		
			e	A+V						e	e		
			i							i	i		
			e	A+V						e	e		
			i							i	i		
			e	A+V						e	e		
			i							i	i		
			e	A+V						e	e		
			i							i	i		
A	SUMMEN												
B	Reparatur: A10 ..... X ..... %, davon ..... % Lohn, ..... % Sonstiges							LOHN	SONSTIGES				
C	Abschreibung und Verzinsung: A 9 ..... X ..... %									Summe kW Elektro:			
D	Wertminderung durch Barackenumstellung: ..... % von Betrag: ..... aus 7 (A+V)									Summe kW Diesel:			
E	GERÄTEKOSTEN (B+C+D)									Summe Masse t:			
F	Gesamtzuschlag auf Geräte aus K3 -Blatt Zeile T: ..... %									SUMME:			
G	GERÄTEPREIS (E+F)									SUMME:			
H	Mittelpreis je Monat (G / Baudauer) Baudauer in Monaten .....									SUMME:			

Abb. 2-7: Formblatt K6 [3]

Das K6 Blatt (siehe Abb. 2-7) und das K6A Blatt (siehe Abb. 2-8) werden für die Ermittlung von Gerätekosten und Vorhaltegeräte verwendet. Wenn ein Gerät ein Leistungsgerät ist, werden dessen Kosten im K7 Blatt ermittelt. Zu den Vorhaltegeräten zählen die Geräte der Baustelleneinrichtung. Diese setzen sich den nachfolgenden Kostenanteilen zusammen:

- Kosten für Reparatur
- Kosten für Abschreibung und Verzinsung [1, S. 124]

GERÄTEPREISE (Ergänzung)			Firma:					FORMBLATT K 6 A					
Bau: .....								Erstellt am:		Seite:			
Angebot Nr.: .....								Währung:		Preisbasis laut Angebotsunterlagen			
Lfd. Nr.	Anzahl	BAUGERÄTE BAUBARACKEN EINRICHTUNGSGEGENSTÄNDE	Nr. der Baugeräte- liste	Mittlerer Neuwert Betrag	Monatssatz		Verrechn. Monate	Gerätekosten		Maschinenleistung		Masse in Tonnen	
					Einzel (e) Betrag	Insgesamt (I) Betrag 2 x 6		Abschreibung und Verzinsung (A+V) Betrag 7 x 8	Reparatur (I) Betrag 7 x 8	KW Elektro	KW Diesel	Einzel	Insgesamt 2 x 13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
allfälliger Übertrag aus K6A, Seite:						A+V I				i	i		
				e	A+V					e	e		
				i	I					i	i		
				e	A+V					e	e		
				i	I					i	i		
				e	A+V					e	e		
				i	I					i	i		
				e	A+V					e	e		
				i	I					i	i		
				e	A+V					e	e		
				i	I					i	i		
				e	A+V					e	e		
				i	I					i	i		
				e	A+V					e	e		
				i	I					i	i		
<b>ÜBERTRAG:</b>						A+V I		A+V	I	i	i		

Abb. 2-8: Formblatt K6A [3]

**Formblatt K7 – Preisermittlung**

Im K7 Blatt (siehe Abb. 2-9) erfolgt die eigentliche Preisermittlung mit einer einheitlichen Darstellung. In diesem Blatt werden für jede Position des Leistungsverzeichnisses Einheitspreise ermittelt, welche in Lohn- Geräte- Material- und Fremdleistungskosten aufgliedert werden können. Bei jeder Einzelleistung müssen die Ansätze für Geräte, Stunden und Materialaufwand aufscheinen. Diese bilden die Grundlage für Minder- bzw. Mehrkostenforderungen. Um die Kosten bzw. den Preis einer Position des Leistungsverzeichnisses kalkulieren zu können, sind alle anfallenden Arbeitsschritte mit den zugehörigen Geräte-, Lohn- und Fremdleistungskosten zu berücksichtigen. [1, S. 125]





### 3 Abrechnungsregeln

Die Vergütung der nach Vertrag vereinbarten Leistung erfolgt auf Basis der Abrechnung. Dabei bilden die jeweiligen Werkvertragsnormen, herausgegeben durch das österreichische Normungsinstitut, sowie die Festlegungen in der Standard Leistungsbeschreibung des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, die Basis für die Leistungsermittlung, wenn keine vertraglichen Vereinbarungen zur Abrechnung vorhanden sind. [6]

Im Allgemeinen sind lt. ÖNORM derartige Öffnungen mit einer Einzelfläche bis 0,5 m<sup>2</sup> und bei den Gewerken Putz- und Trockenbauarbeiten sowie WDVS Öffnungen bis 4 m<sup>2</sup> nicht abzuziehen. Zudem bestehen weitere Abrechnungsregeln, welche die Massenermittlung betreffen.

Im Zuge der Netto-Massen-Abrechnung werden diese Regelungen nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund könnte dem Ausführenden ein geldwerter Nachteil entstehen. Da andererseits die Abrechnung selbst ebenfalls Aufwand verursacht, der bei Modellbasierter Abrechnung massiv reduziert wird, ist im Zuge der Projektauswertung neben den ÖNORM- und Netto-Massen auch der Aufwand für die Erstellung und Durchführung der ÖNORM-Abrechnung mit der Netto-Massen-Abrechnung gegenüberzustellen, um dadurch bereinigte Kennzahlen zu erzielen.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Abrechnungsregeln bezüglich der Aufgabengebiete des Projekts - Gebäudeöffnungen und Ichsen - strukturiert nach Gewerken dargestellt.

### 3.1 Stahlbetonarbeiten

Ausmaßart	Bauteil		Ausmaßfeststellung	nicht abzuziehen		Überschneidungen
				Öffnungen, Aussparungen	Sonstiges	
Flächenmaß	Schalung	alle	in der Abwicklung der geschalteten Fläche	bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß		
	Betonwände	alle	Ansichtsfläche getrennt nach Dicke von OK bis UK	Aussparungen für Deckenaufleger	Abschrägungen im Querschnitt, Aussparungen in den Wänden für Deckenaufleger	dickere Wand durchmessen
		gekrümmt	in ihrer größten Abwicklung			
	Betondecken, Betonplatten, Unterlagsbeton	alle	Ansichtsfläche getrennt nach Dicke	bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß	Auflagerschrägen	
geneigt liegend, geknickt oder gekrümmt		in ihrer größten Abwicklung				
Raummaß	Beton	alle		Nischen bis 0,10 m <sup>3</sup> Einzelgröße	durch Bewehrung und Einbauteile verdrängte Betonmengen	
				bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß		
				Schlitze u.dgl. bis 0,01 m <sup>3</sup> je m Länge		
		Öffnungen mit äußeren Leibungen (Gewände)	die Architekturlichte gilt			
Öffnungen ohne Gewände oder ohne Stock	die Rohbaulichte gilt					
Öffnungen mit Türen, Fenstern u. dgl.	die Stocklichte gilt					

Abb. 3-1: ÖNORM B 2211 Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten

Die Abrechnungsregeln der Werkvertragsnorm ÖNORM B 2211 Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten setzen sich wie in Abb. 3-1 dargestellt zusammen. Darin ist ersichtlich, dass Öffnungen und Aussparungen mit einem Einzelausmaß bis 0,5 m<sup>2</sup> von der Schalungsfläche und der Betondecke nicht abzuziehen sind. Bei Überschneidungen von Wänden, die nach Flächenmaß abgerechnet werden, ist die dickere Wand durchzumessen. Das Ausmaß der Betonbauteile erfolgt im Raummaß und dabei werden Nischen bis 0,10 m<sup>3</sup> Einzelgröße, sowie Öffnungen und Aussparungen bis 0,5 m<sup>2</sup> Einzelausmaß und Schlitze u. dgl. bis 0,01 m<sup>3</sup>/m nicht abgezogen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass lt. ÖNORM Öffnungen und Aussparungen bis zu einer Einzelgröße von 0,5 m<sup>2</sup> durchgerechnet werden können.

Jedoch beinhaltet die LBH-21 folgende Positionen für Öffnungen, Aussparungen und Schlitzte in Betonbauteilen, ohne Angabe der Bauteilstärke, die eine Querschnittsgröße von unter 0,5 m<sup>2</sup> aufweisen:

- Öffnungen in Wand/Balken/Decken mit einer Querschnittsgröße bis 0,1 m<sup>2</sup> in Stück
- Öffnungen in Wand/Balken/Decken mit einer Querschnittsgröße über 0,1 - 0,5 m<sup>2</sup> in Stück
- Schlitzte in Wand/Balken mit einer Querschnittsgröße bis 0,05 m<sup>2</sup> in lfm

Bei Doppelwänden beinhaltet die Öffnungsposition auch die Abschalung. Somit beinhaltet die LBH die Öffnungen, die lt. ÖNORM nicht abzuziehen sind.

### 3.2 Mauer- und Versetzarbeiten

Ausmaßart	Bauteil		Ausmaßfeststellung	nicht abzuziehen		Überschneidungen
				Öffnungen, Aussparungen	Sonstiges	
Flächenmaß		alle	Wandhöhe von der Aufstandsfläche bis OK messen	bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelfläche in ihrem vollen Ausmaß	Einbauteile bis bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelfläche	
	Wände	Mauerziegeln, Bausteinen gleichen Formats, Hohlziegeln, Hohlblocksteinen, Mantelsteinen, Mantelbetonplatten, Porenbetonsteinen, Schalungssteinen, Bruchsteinen, zugerichteten Natursteinen	in ihrer größten Ansichtsfläche	Aussparungen für Deckenaufleger	Abschrägungen im Querschnitt	bei Wänden ungleicher Dicke: dickere Wand zu messen
			Höhe bei bogenförmigen Abschlüssen: 2/3 der Stichhöhe			bei Durchdringung von Wänden und Wandecken: nur eine Wand zu messen

Abb. 3-2: ÖNORM B 2206 Mauer- und Versetzarbeiten

In Abb. 3-2 ist ersichtlich, dass ebenfalls lt. ÖNORM B 2206 derartige Öffnungen mit einer Einzelfläche bis 0,5 m<sup>2</sup> bei der Leistungsermittlung nicht abzuziehen sind.

Die LBH-21 beinhaltet in der Leistungsgruppe 08 - Mauerarbeiten keine Angaben zu diesen Aussparungen, sondern lediglich eine Aufzählungsposition für das Ausbilden von ovalen Öffnungen.

### 3.3 Putzarbeiten

Ausmaßart	Bauteil		Ausmaßfeststellung	nicht abzuziehen		Überschneidungen	
				Öffnungen, Aussparungen	Sonstiges		
Flächenmaß	alle			bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß	ungeputzte bzw. unverkleidete Flächen bis 0,5 m <sup>2</sup>		
				über 0,5 m <sup>2</sup> bis 4,0 m <sup>2</sup> , sofern mindestens eine Leibung verputzt ist und für den Verputz von Leibungen keine eigenen Positionen vorgesehen sind			
	Wände	alle	in der Abwicklung der fertigen Oberfläche				unverputzte Anschlussflächen von Balkonen und Terrassenplatten, soweit die Unterbrechung der Fassade eine Höhe von 20 cm nicht überschreitet
		Außenputz	Feststellung der Höhe erfolgt ohne Abwicklung in der Wandebene (Putzgrund)				
		bei Aufbauten, Giebeln, Erkern, Logien und Balkonen: die geputzte Mehrfläche hinzuzählen					
	Leibungen und Nischen	alle	in der Abwicklung der fertigen Oberfläche mit einer Mindestbreite von 25 cm				

Abb. 3-3: ÖNORM B 2210 Putzarbeiten

Lt. Abb. 3-3 werden sowohl Öffnungen als auch unverputzte Flächen bis zu einem Einzelausmaß von 0,5 m<sup>2</sup> nicht abgezogen. Zudem werden Öffnungen über 0,5 – 4,0 m<sup>2</sup> Einzelausmaß, sofern mindestens eine Leibung verputzt ist und für den Verputz von Leibungen keine eigenen Positionen vorgesehen sind, durchgerechnet.

Diese Festlegungen beinhaltet ebenfalls die LBH-21. Darin wird jedoch zusätzlich angegeben, dass bei Öffnungen bis 4,0 m<sup>2</sup> Leibungen bis zu einer Tiefe von 25 cm in die Leistungspositionen einzukalkulieren sind.

### 3.4 Trockenbauarbeiten

Ausmaßart	Bauteil		Ausmaßfeststellung	nicht abzuziehen		Überschneidungen
				Öffnungen, Aussparungen	Sonstiges	
Flächenmaß	Wand, Decken- und Bodenkonstruktionen,	alle		bis 0,5 m <sup>2</sup>	unbekleidete Flächen bis 0,5 m <sup>2</sup>	
				über 0,5 m <sup>2</sup> bis 4,0 m <sup>2</sup> , sofern keine eigenen Positionen vorgesehen sind		
	Dämmungen, Hinterfüllungen und Schüttungen bei Fußbodenkonstruktionen,  Folien, Dampfbremsen, Metallbleche,  Leibungen über 0,25 m Breite	Wände	Wandlänge in ihrer Abwicklung mit Messung von Vor- und Rücksprüngen  Wandhöhen über 3,20 m getrennt feststellen, Wandhöhe wird von Aufstandsfläche bis OK gemessen		etwaige Abschrägungen	bei Durchdringung von Wänden und Wandecken: nur eine Wand zu messen
						bei Wänden ungleicher Dicke: dickere Wand zu messen
		Öffnungen ohne Stock	die Rohbaulichte gilt			
		Öffnungen mit Stock	die Stocklichte gilt			
Stück	Kleinflächen bis 2,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß					
	Aussparungen und Öffnungen					
	Herstellen von Unterkonstruktionen, Auswechslungen für Öffnungen oder Nischen					
	Fenster- und Türstöcke, Sohlbänke und Fensterbretter, Dachgaupen und Dachflächenfenster					
	Nischen, Aussparungen, Öffnungen		inkl. Leibungen in Wänden, Decken, Böden			

Abb. 3-4: ÖNORM B 2212 Trockenbauarbeiten

Die Abrechnungsregeln lt. Werkvertragsnorm für die Trockenbauarbeiten (siehe Abb. 3-4) setzen sich wie die der Putzarbeiten zusammen. Öffnungen bis 0,5 m<sup>2</sup> und über 0,5 – 4,0 m<sup>2</sup> werden nicht abgezogen, sofern keine eigenen Positionen vorgesehen sind. Zudem können jedoch Kleinflächen bis 2,5 m<sup>2</sup> sowie Öffnungen und Aussparungen in Stück angegeben werden.

Lt. LBH-21 werden Öffnungen bis  $4,0 \text{ m}^2$  hohl für voll abgerechnet. Zudem ist das Ausbilden von Randausbildungen und Leibungen bis zu einer Tiefe von 30 cm inkl. Kantenausbildung und Anschlussfugen an Bauteile in die Einheitspreise einzukalkulieren. Zusätzlich sind bei Ständerwänden und Bekleidungen das Herstellen und Schließen von Öffnungen bis  $0,01 \text{ m}^2$  einzurechnen.

Für das Herstellen und Schließen von nachträglich hergestellten Öffnungen im Zuge der Verspachtelungsarbeiten sind Stückpositionen unter Angabe des Öffnungsquerschnitts vorgesehen.

### 3.5 WDVS

Ausmaßart	Bauteil		Ausmaßfeststellung	nicht abzuziehen		Überschneidungen
				Öffnungen, Aussparungen	Sonstiges	
Längenmaß	Leibungen des WDVS					
	Kantenschutzwinkel, An- und Abschlussprofile		getrennt nach Art, in ihrer größten Abwicklung			
Flächenmaß	Wände und Untersichten, Dachgaupen, Feuermauern über Dächern, Sockel, Flächen mit erhöhter mech. Beanspruchung	alle	in der Abwicklung der fertigen Oberfläche	bis $0,5 \text{ m}^2$ Einzelausmaß	unbehandelte, zusammenhängende Flächen bis $0,5 \text{ m}^2$ Einzelausmaß	
				über $0,5 \text{ m}^2$ bis $4,0 \text{ m}^2$ , sofern keine eigenen Positionen für Leibungen vorgesehen sind und min. eine Leibungsfläche des WDVS mit der Deckschicht versehen ist	Kontaktflächen von Gliederungselementen Anschlussflächen von Balkonen, Terrassenplatten, auskragenden Vordächern soweit Unterbrechung der Fassade eine Höhe von 20 cm nicht übersteigt	
Stück	Durchdringungen, wie Befestigungen von Blitzableitern, Abfallrohren, Einbauten von Schaltdosen u. dgl.					

Abb. 3-5: ÖNORM B 2259 Herstellung von Außenwänden-WDVS

In Abb. 3-5 sind die Abrechnungsregeln lt. ÖNORM B 2259 dargestellt. Öffnungen bis zu einer Einzelgröße von  $0,5 \text{ m}^2$  und über  $0,5$  bis  $4,0 \text{ m}^2$  werden durchgerechnet, sofern die Leibungen nicht gesondert vergütet werden und mindestens eine Leibungsfläche des WDVS mit der Deckschicht versehen wird.

Die LBH-21 enthält in der Leistungsgruppe 44 - Wärmedämmverbundsysteme keine Angaben zu Öffnungen.

### 3.6 Malerarbeiten

Ausmaßart	Bauteil		Ausmaßfeststellung	nicht abzuziehen		Überschneidungen
				Öffnungen, Aussparungen	Sonstiges	
Flächenmaß	Beschichtete Flächen	unter 0,25 m <sup>2</sup> im Einzelausmaß	mit 0,25 m <sup>2</sup> feststellen			
		unter 0,25 m Höhe und mit weniger als 0,25 m <sup>2</sup> /m	mit 0,25 m <sup>2</sup> /m feststellen			
	Beschichtung auf Holz, Metall, Kunststoff	alle		bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß	nicht beschichtete zusammenhängende Flächen bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß	
	Beschichtung auf Mauerwerk, Putz, Beton, Leichtbauplatten	alle		bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß, dabei bleiben Leibungen bis 5,0 m <sup>2</sup> unberücksichtigt	nicht beschichtete zusammenhängende Flächen bis 0,5 m <sup>2</sup> Einzelausmaß	
		bei größeren Leibungsflächen			das Ausmaß bis 5,0 m <sup>2</sup> , zugeschlagen wird das Ausmaß über 5,0 m <sup>2</sup>	
	Wände	Sockel			unter 0,25 m Höhe nicht berücksichtigen	

Abb. 3-6: ÖNORM B 2230-1 Maler- und Beschichtungsarbeiten

In Abb. 3-6 sind die Abrechnungsregeln lt. ÖNORM B 2230-1 abgebildet. Dabei werden Öffnungen bis zu einem Einzelausmaß von 0,5 m<sup>2</sup> nicht abgezogen und zusätzlich bleiben Leibungen bis 5,0 m<sup>2</sup> unberücksichtigt.

Die Leistungsgruppe 48 - Beschichtungen auf Holz, Metall, Mauerwerk, Putz, Beton, Leichtbauplatten der LBH-21 beinhaltet keine Informationen bezüglich Öffnungen und Aussparungen.



## 4 Abrechnungssysteme

In diesem Kapitel wird die weitergehende Bearbeitung der Informationen aus der Modellierungssoftware innerhalb geeigneter Software für Ausschreibung und Kalkulation betrachtet. Die Durchführung der Kalkulationen erfolgt in dem Kalkulationsprogramm NUVEM. Als AVA - Software wird Nevaris verwendet. Darin wird die Erstellung und Bearbeitung der Leistungsverzeichnisse durchgeführt. Diese werden anschließend in NUVEM importiert. Darin wird die Kalkulation der Einzelpositionen vorgenommen.

### 4.1 Nevaris

Die Software Nevaris BIM hat die Besonderheit, dass bereits im Rahmen der Modellierung Parameter in die Bauteileigenschaften integriert werden. Diese Eigenschaften können durch eine direkte Schnittstelle zur Modellierungssoftware in die AVA Software importiert werden. Durch die Zuordnung der entsprechenden Eigenschaften in der Modellierung anhand dem LB-HB Katalog, können die Bauteile in der Auswertung den entsprechenden Positionen teilautomatisch zugeordnet werden. Wenn dies für alle Bauteile des Modells erfolgt ist, kann vollautomatisch das Leistungsverzeichnis erstellt werden.

Da bisher im Rahmen der Bearbeitung in Nevaris Built kein Betriebsmittelstamm zur Verfügung stand, konnte darin die Kalkulation bis jetzt nicht ausgeführt werden. Die Kalkulation erfolgte daher in NUVEM. Dazu wurde das erstellte Leistungsverzeichnis als ÖNORM A 2063 Datenträger exportiert.

### 4.2 Nuvem

Auf Basis von Nuvem werden die aus dem Modell importierten und den Positionen zugeordneten Massen kalkuliert. Die Grundlage für die Erstellung des Leistungsverzeichnisses bildet die Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) in der Version 20. Dieses ausgefüllte Leistungsverzeichnis wurde in NUVEM importiert und mit Einheitspreisen versehen. Die genauere Beschreibung dieser Vorgehensweise ist im Anhang beigelegt.

### 4.3 RIB iTWO

Dieses Programm wird nachfolgend im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes hinsichtlich dessen Funktionalitäten detailliert betrachtet und für Analysen verwendet. Diese AVA Software bietet ebenfalls wie Nevaris die Möglichkeit, dass das befüllte Leistungsverzeichnis als ÖNORM A 2063 Datenträger exportiert und anschließend in NUVEM importiert werden kann.



## 5 BIM - Grundlagen und Merkmale

Auf Basis von Building Information Modeling wird eine digitale Darstellung der physischen und funktionalen Merkmale eines Gebäudes ermöglicht. Das Bauwerksmodell stellt daher eine gemeinsam genutzte Wissensressource für Informationen dar, welche eine zuverlässige Grundlage, für die innerhalb des Lebenszyklus eines Gebäudes anfallenden Entscheidungen, bildet. [7]

Eine einheitliche Definition hinsichtlich dem Leistungsumfang von BIM gibt es nicht, da u.a. sowohl Anwender als auch Entwickler den Begriff BIM unterschiedlich definieren und verwenden. Building Information Modeling bietet eine integrierte Informationsplattform zur Zusammenführung der Planungsdaten und in weiterer Folge der Daten hinsichtlich der Ausführung und des Gebäudebetriebs. Die Planungsdaten beziehen sich u.a. auf geometrische Informationen, Produkte (Hersteller, Fabrikate, etc.), Termine sowie die Wirtschaftlichkeit (Kosten und Leistungen, Aufwendungen und Erträge, etc.). Anhand dieser Daten können beispielhaft folgende Resultate abgeleitet werden: [8, S. 11]

- Erstellung von disziplinenübergreifenden Auswertungen
- Durchführung von Kollisionsprüfungen hinsichtlich der geometrischen Daten verschiedener Planer (z. B. Gebäudetechnik und Rohbau)
- Visualisierung der Baustelleneinrichtung und des Bauablaufs
- Untersuchung von Auswirkungen eventueller Planungsänderungen auf Kosten

Die Gründe zur Entscheidung für oder gegen den Einsatz von BIM innerhalb eines Projekts sind vielfältig. Die Planung erfolgt in Österreich zumeist von der Ausführung getrennt. Dadurch ist eine ineinandergreifende, interdisziplinäre Planung unter Einbindung der Kenntnisse von Ausführenden nicht oder nur teilweise umsetzbar. Zudem liegt im Hochbau die Planungsverantwortung zumeist in der Verantwortung eines Planungsbüros bzw. Architekten. Dadurch stellt sich für eine Entscheidung hinsichtlich der möglichen Anwendung von BIM innerhalb eines Projekts die Frage, ob sich die in der Planung federführenden Unternehmen diesen Technologiesprung leisten wollen bzw. können. Es wird daher davon ausgegangen, dass eine Entscheidung für BIM eine gemeinsame Entscheidung mehrerer Projektbeteiligter als Basis für eine interdisziplinäre Planung erfordert. [9, S. 2]

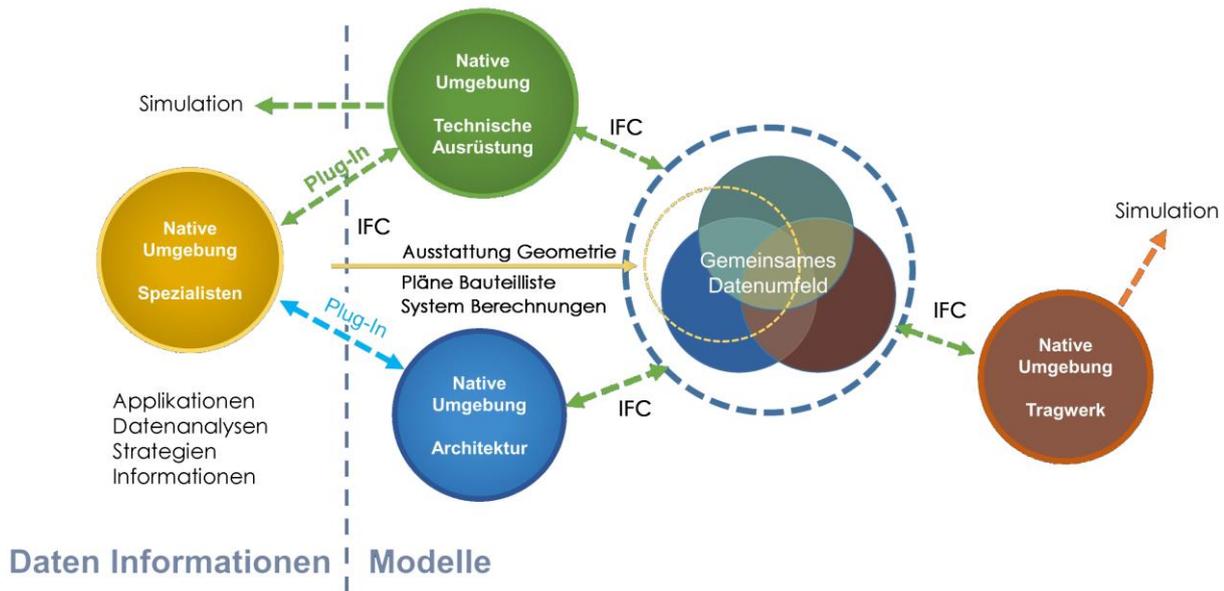


Abb. 5-1: BIM Datenumgebungen [10]

In Abb. 5-1 ist die Verknüpfung der Datenumgebungen für die im Bauwerksmodell integrierten Informationen dargestellt, wobei darin sowohl die Zusammenhänge der Einzelmodelle der einzelnen Fachbereiche (hier: Technische Ausrüstung, Architektur und Tragwerk) als auch die Einbeziehung externer Informationen (hier: von Spezialisten) innerhalb einer BIM Arbeitsumgebung veranschaulicht wird.

Die Rahmenbedingungen für die Auswertungen von BIM Netto-Massen ergeben sich anhand der für die Modellierung relevanten Merkmale. Für die korrekte Einstufung der Modellierungstätigkeit ist die Darstellung der theoretischen Rahmenbedingungen erforderlich. Dadurch wird veranschaulicht, inwiefern derzeit u.a. Detaillierungsgrade und Ordnungssysteme in Kombination mit BIM verwendet werden. In diesem Kapitel erfolgt eine grundsätzliche Darstellung dieser Merkmale, welche die Rahmenbedingungen für die Auswertung der Beispielprojekte bilden.

Ein wesentliches Merkmal der Arbeitsweise mit BIM ist die zentrale Ablage sowohl der geometrischen Daten als auch von textbasierten Informationen innerhalb einer Datenbank. Darauf aufbauend dient diese Datenbank als „Informationsträger“ für sämtliche Projektbeteiligte, welche entsprechend Ihrer Funktion im Projekt deren Daten innerhalb dem Bauwerksmodell einarbeiten und die Informationen anderer Beteiligter dort abrufen können. Aus diesem Grund entsteht wie in Abb. 5-2 ersichtlich bei der Anwendung von BIM eine neue Art des zentralisierten Informationsaustausches. Demgegenüber bietet die traditionelle Art der Informationsweitergabe eine wechselseitige Weiterleitung der Informationen zwischen den Projektbeteiligten inklusive damit verbundenen Informationsverlusten.

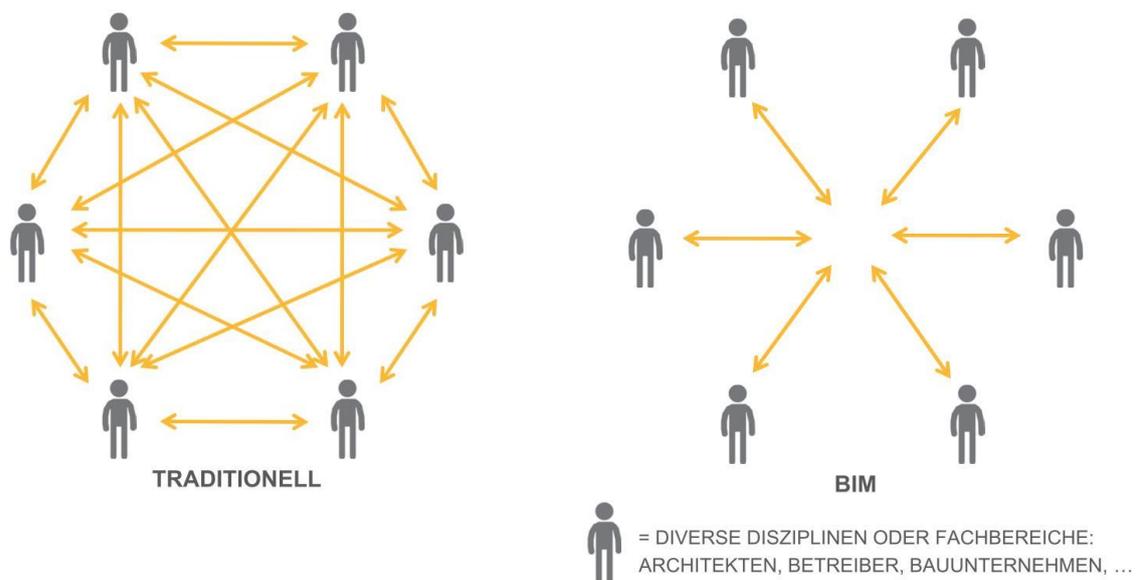


Abb. 5-2: Informationsaustausch traditionell und mittels BIM [11, S. 2]

In Bezug auf das Projekt BIM Netto-Massen ermöglicht die zentralisierte Bereitstellung des Bauwerksmodells die redundanzfreie Auswertung dieses Projektstandes anhand der im Modell vorhandenen Informationen. Diese Tatsache bildet die Grundlage für eine eindeutige und in Bezug auf die Datenquelle fehlerfreie Auswertung der darin vorhandenen Massen der Bauwerkelemente.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden einige für die Auswertung von BIM Netto-Massen wesentliche Prinzipien von BIM vorgestellt.

## 5.1 Modellierungsphasen

Das Reifegradmodell der britischen BIM Task Group definiert vier verschiedene Reifegradstufen. In Abb. 5-3 ist ersichtlich, dass es hinsichtlich BIM mehrere Entwicklungsstufen gibt, welche sich durch die Art der Zusammenarbeit auf Basis des Bauwerksmodells ergeben. Hinsichtlich einer koordinierten Kalkulation auf Basis eines Bauwerksmodells wäre (vorerst) der in Abb. 5-3 beschriebene „Level 2“ anzustreben. Dieser wird dadurch charakterisiert, dass sowohl Proprietärformate der jeweiligen Software als auch softwareunabhängige Formate wie COBie oder IFC verwendet werden. Zudem erfolgt eine auf den jeweiligen Fachbereich bezogene Erstellung von Bauwerksmodellen, wobei die zentrale Zusammenführung aller Daten inklusive einer gemeinsamen Verwendung von Objektbibliotheken und Merkmalen angestrebt wird. Diese Ebene der Zusammenarbeit ermöglicht eine dokumentierte und jederzeit abrufbare Datenbasis u.a. als Grundlage für nachfolgende Kalkulationen.

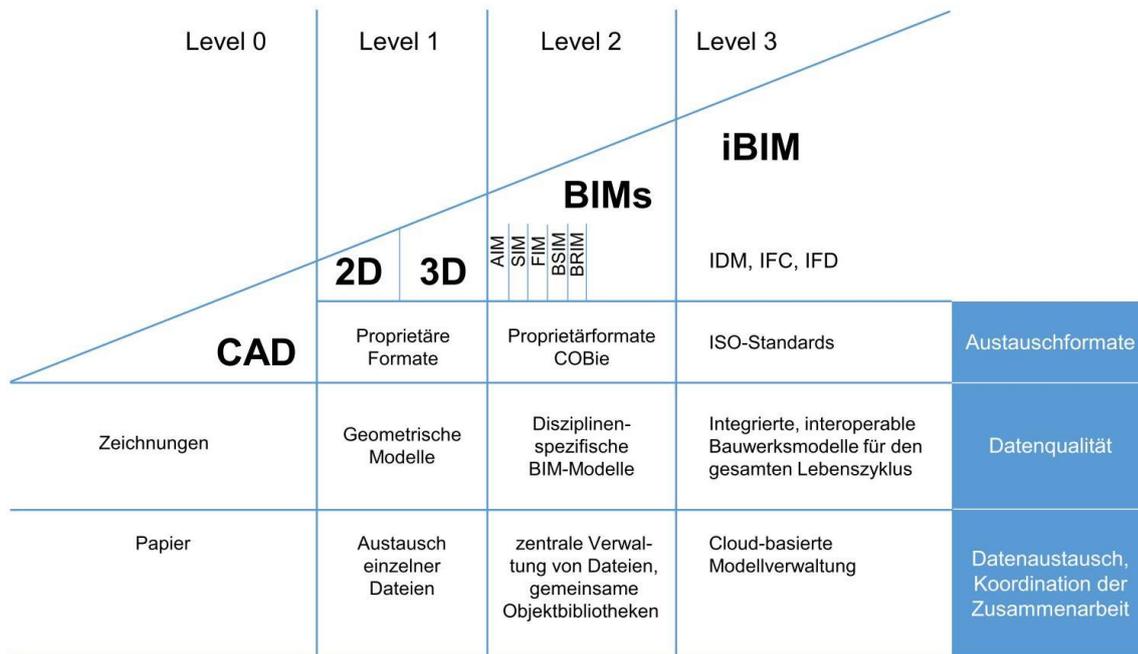


Abb. 5-3: BIM Reifegradmodell [12, S. 10]

## 5.2 Detaillierungsgrade

Die Festlegung von Detaillierungsgraden ermöglicht die Einstufung und Beschreibung der Genauigkeit und des Umfangs von Informationen, welche in digitalen Bauwerksmodellen beinhaltet sind. Die Kurzbezeichnung LOD ist definitionsabhängig ein Ausdruck für Level of Detail, Level of Development oder Level of Definition. Als Möglichkeit für eine getrennte Einstufung von geometrischen und alphanumerischen Modellinformationen können die Kurzbezeichnungen LOG (Level of Geometry) und LOI (Level of Information) verwendet werden. Derzeit gibt es keine verbindliche Definition für Detaillierungsgrade. Daher sollten diese jeweils projektspezifisch innerhalb eines BIM-Abwicklungsplanes (BAP) festgelegt werden.

Durch die Abstufung der Informationen bezogen auf die jeweilige Entwicklungsphase des Bauwerksmodells wird eine klare Zuordnung der Modellinformationen zu den jeweiligen Projektphasen ermöglicht. Dadurch wird einerseits erreicht, dass BIM-Leistungen anhand der jeweils entstehenden Modellierungsaufwände besser abgeschätzt werden können, und andererseits die Einstufung von Modellinformationen bezogen auf den jeweiligen Projektzeitpunkt durchgeführt werden kann. [13]

Die bisherige Entwicklung der Detaillierungsgrade erfolgte chronologisch innerhalb den nachfolgend angeführten Entwicklungsphasen: [14]

- 2008: Firma VICO Software in Kooperation mit der amerikanischen Baufirma Webcor: Definition von Detaillierungsgraden als „Model Progression Specification“
- 2008: American Institute of Architects: Veröffentlichung der AIA:E-202 „Building Information Modeling Protocol Exhibit“
- 2011: NATSPEC (National Building Specification): Herausgabe eines BIM Papers für Australien
- seit 2013: BIM Forum (US chapter of buildingSMART International): Veröffentlichung eines Entwurfs der Draft of Level of Development (LOD) Specification

Das BIM Forum als Teilbereich der amerikanischen Abordnung von buildingSMART veröffentlicht jährlich aktuell die Einstufung von Modellelementen anhand dem Level of Development. Die innerhalb der Veröffentlichungen präsentierte Darstellung bietet wie exemplarisch in Abb. 5-4 dargestellt eine nachvollziehbare und grafisch unterstützte Art der Festlegung des Detaillierungsgrades aller eingesetzten Modellkomponenten in Bezug auf die jeweilige Entwicklungsphase.

300	<p>Single model element with specific overall thickness that accounts for veneer, structure, insulation, air space, and interior skin specified for the wall system. (Refer to LOD350 and LOD400 for individually modeled elements)</p> <p>Penetrations are modeled to nominal dimensions for major wall openings such as windows, doors, and large mechanical elements.</p>	
		62 B2010-LOD-300 Exterior Walls

Abb. 5-4: BIM Forum – Spezifikation für „Exterior Walls“ in LOD 300 [15, S. 65]

Nachfolgend werden zusammengefasst die seitens des BIM Forums festgelegten Zuordnungen von Modellinhalten zu den einzelnen Phasen beschrieben: [16, S. 13]

#### LOD 100

Ein Modellelement ist graphisch anhand eines Symbols oder einer anderen allgemeinen Abbildung vorhanden. Dieses hat bezüglich seiner Form, Abmessungen oder Lage keine eigene geometrische Darstellung. Zusätzliche Informationen zu diesen Elementen können ebenfalls an andere Modellelemente angehängt werden.

#### LOD 200

Ein Modellelement ist graphisch als allgemeines System, Objekt oder Baugruppe mit dessen Menge, Abmessung, Form, Lage und Orientierung vorhanden. Derartige Modellelemente können entweder als Volumenkörper (und dadurch lediglich als Platzhalter) dargestellt werden oder diese sind bereits als Bauteile vorhanden. Zusätzlich können semantische Informationen im Modell beinhaltet sein.

#### LOD 300

Ein Modellelement ist graphisch als System, Objekt oder Baugruppe mit exakter Menge, Abmessung, Form, Lage und Orientierung vorhanden. Diese Parameter können daher direkt aus dem Modell ermittelt werden und semantische Informationen können im Modell enthalten sein.

#### LOD 350

Ein Modellelement ist graphisch als System, Objekt oder Baugruppe mit exakter Menge, Abmessung, Form, Lage und Orientierung vorhanden. Die Darstellung der Elemente als Schnittstelle zu anderen Gebäudesystemen ist erkennbar. Zudem können semantische Informationen im Modell enthalten sein.

#### LOD 400

Ein Modellelement ist graphisch als präzises System, Objekt oder Baugruppe mit exakter Menge, Abmessung, Form, Lage und Orientierung vorhanden. Diese Parameter können direkt aus dem Modell ermittelt werden. Zudem sind semantische Informationen zur Herstellung, Installation und Montage des Bauteils vorhanden. Weitere semantische Informationen können optional im Modell enthalten sein.

#### LOD 500

Ein Modellelement stellt die überprüfte Repräsentation des realen Bauteils auf der Baustelle in Bezug auf Menge, Abmessung, Form, Lage und Orientierung dar („As-Built“). Zusätzliche semantische Informationen können im Modell enthalten sein.

## 5.3 Ordnungssysteme

Als Grundlage für die Arbeit mit BIM wurden in Österreich bereits 2015 Normen erarbeitet und durch das österreichische Normungsinstitut veröffentlicht. In diesem Zusammenhang wurden folgende Normen herausgegeben:

- ÖNORM A 6241-1 Digitale Bauwerksdokumentation
- Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) – Level 2 [17]
- ÖNORM A 6241-2 Digitale Bauwerksdokumentation
- Teil 2: Building Information Modeling (BIM) - Level 3 – iBIM [18]

### 5.3.1 ON A 6241-1

Innerhalb der ÖNORM A 6241-1 werden Begriffe, Darstellungsgrundlagen und Strukturen sowohl für den Datenaustausch von 2D CAD Dateien als auch für BIM festgelegt. Damit sollte die technische Umsetzung des Datenaustausches und der Datenhaltung von Gebäudeinformationen im Hochbau und von verwandten Konstruktionen im Tiefbau unter Berücksichtigung des Lebenszyklus von Immobilien geregelt werden. Zudem werden in den

Gebäudemodellen alphanummerische Daten berücksichtigt. Nachfolgend werden exemplarisch einige der Vorgaben in dieser Norm beschrieben. [17]

### 5.3.1.1 Layer

In Anlehnung an ÖNORM EN ISO 13567-1 und ÖNORM EN ISO 13567-2 werden die Namen für Layer in zwei Bereiche eingeteilt: [17, S. 18]

1. obligatorischer Bereich: Dieser besteht aus 20 alphanumerisches Zeichen.
2. Benutzerbereich. Dieser kann eine beliebige Länge aufweisen.

Aufgrund dieser Einteilung ergibt sich eine grundsätzliche Layergliederung, welche in Abb. 5-5 angegeben ist. Demnach muss ein Layername lt. dieser Norm zumindest 20 Zeichen beinhalten.

Ordnungsmerkmal	Obligatorische Felder				Benutzerbereich	
Format	20 Zeichen				n Zeichen	
Zeichen-Nr.	1	..	..	..	10	..
Erläuterung	Die Felder sind nach den in B.2 angeführten Regeln zu beschriften.				Unterstrich	siehe B.3

Abb. 5-5: Grundsätzliche Layergliederung [17, S. 18]

### 5.3.1.2 Blöcke

Blöcke sollten u.a. zur Darstellung von Symbolen, Einrichtungsgegenständen und Planköpfen verwendet werden. Die innerhalb eines Blocks verwendeten alphanumerischen Informationen müssen als Attribute definiert werden, wobei gleiche Informationen jeweils mit gleichen Attributnamen bezeichnet werden müssen. [17, S. 11]

Zur Namensgebung eines Blocks wird innerhalb dieser Norm die in Abb. 5-6 dargestellte Struktur vorgegeben. [17, S. 22]

Obligatorische Felder				Benutzerbereich	
Verantwortliche Stelle	Unterstrich	Gegenstand Gruppe	Unterstrich	Bezeichnung	Unterstrich
Zeichen-Nr. 1 und 2	_	Zeichen-Nr. 3 und 4	_	Beliebige Länge	Beliebige Länge

Abb. 5-6: Grundsätzlicher Aufbau [17, S. 22]

### 5.3.1.3 Attribute

Als Attribut wird ein alphanumerisches Element bezeichnet, welches aus einer immer gleichbleibenden Bezeichnung besteht, jedoch variablen Inhalt aufweist. Ein Beispiel dafür ist das Attribut „Fläche“, welches einen variablen Flächeninhalt aufweisen kann. [17, S. 6]

Eine Auflistung von Attributen, welche innerhalb der Zeichnungen und Modelle verwendet werden sollten, ist in dieser Norm wie im Ausschnitt in Abb. 5-7 ersichtlich tabellarisch dargestellt. Ein vollständiges Attributverzeichnis ist digital als Anhang zu dieser Norm vorhanden. [17, S. 25]

Attributnamen	Definition (Inhalt)	Eingabetyp	Suffix
A_BGF	Brutto-Grundfläche (BGF) gemäß ÖNORM B 1800	positive Zahl	m2
AKS_NUMMER_1	AKS-Nummer 1. Zeile	Text	–
ANZAHL	Anzahl – nur Anzahl ungleich 1 muss eingegeben werden. Eingabe von 1 ist erlaubt.	positive Ganzzahl	–
GESCHOSS_ID	ID-Kennung – eindeutige Identifikation Geschoss	Sonderganzzahl_2	–
LEISTUNGSBUCHNUMMER	Leistungsbuchnummer gemäß Standardisierte Leistungsbeschreibung	Text	–
O_STOCKLICHTE_BREITE	Angabe gemäß ÖNORM A 6240-2:2009, Tabelle 1	positive Zahl	cm

Abb. 5-7: Auflistung exemplarischer Normattribute [17, S. 25]

### 5.3.2 ON A 6241-2

Der Inhalt dieser Norm behandelt die technische Umsetzung von Datenmodellen für Bauwerke des Hochbaus und verwandte, raumbildende Konstruktionen im Tiefbau anhand von BIM Level 3 (siehe Kapitel 5.1). Zudem werden darin notwendige Begriffe und Rahmenbedingungen erläutert. Das Datenmodell stellt in diesem Zusammenhang die Grundlage für die Datenhaltung von Informationen und die Zusammenarbeit sämtlicher innerhalb des Lebenszyklus Beteiligter dar. Zudem werden darin Grundlagen für einen einheitlichen, produktneutralen Austausch von geometrischen und alphanummerischen Daten auf Basis von IFC (Industrial Foundation Classes) und der Struktur des bSDD (building Smart Data Dictionary) festgelegt. [18]

Eine weitere relevante Festlegung innerhalb dieser Norm ist die Beschreibung von Detaillierungsgraden eines Gebäudemodells in Übereinstimmung mit den einzelnen Projektphasen. Diese innerhalb von Anhang C in dieser Norm aufgelistete Darstellung legt die Aufgaben als "Ergebnisse" innerhalb der einzelnen in Anhang B dargestellten Lebensphasen fest. Davon abgeleitet werden die einzelnen Tätigkeiten als "Erfordernisse" sowohl diesen Aufgaben als auch den jeweils zuständigen Projektbeteiligten zugeordnet. In Abb. 5-8 ist als Ausschnitt dieser Tabelle exemplarisch der Teilbereich "Projektinitiative" ersichtlich. [18]

CODE	PHASE	ERGEBNIS	MO	ERFORDERNISSE	VS	FG
0	<b>Projektinitiative</b>					
0.0	<b>Grundlagen</b>					
0.0.01		Definition Anforderungsprofil (Bericht)		Ausformulierung der Projektidee	AG	
0.0.02				Festlegung möglicher Liegenschaften	AG	
0.0.03				Festlegung Baukörpervolumen	AG	
0.0.04				Festlegung Finanzrahmen	AG	
0.0.05				Festlegung Zeitrahmen	AG	
0.1	<b>Marktstudie</b>					
0.1.01		Marktstudie			AG	
0.2	<b>Wirtschaftlichkeitsberechnung</b>					
0.2.01		Wirtschaftlichkeitsberechnung			AG	

Abb. 5-8: Detaillierungsgrade, Teilbereich Merkmalsserver [18]

Merkmalsserver ermöglichen die Verwendung von Eigenschaften und Merkmalen aller Elemente eines Bauwerksmodells unabhängig von deren ursprünglicher Software. Im Sinne von "Open BIM" ist deren Nutzung innerhalb eines Projekts unter Beteiligung von mehreren voneinander unabhängigen Projektbeteiligten für einen fehlerfreien Datenaustausch notwendig. Aus diesem Grund wurden Merkmalsserver derartig eingerichtet, um den Zugriff aus einer beliebigen Modellierungssoftware zu ermöglichen. Diese verwalten einheitliche Eigenschaften und Merkmale für die Verwendung innerhalb jeder beliebigen Modellierungssoftware, wodurch der strukturierte Datenaustausch zwischen den einzelnen Programmen ermöglicht wird.

### freeBIM-Merkmalsserver

Der freeBIM-Merkmalsserver wurde in Österreich für öffentliche Abfragen von GUID' s (Globally Unique Identifier) und zur Verwaltung normierter Merkmale eingerichtet. Die Entwicklung und der Betrieb dessen erfolgt im Rahmen der vom Amt der Tiroler Landesregierung geförderten freeBIM Forschungsprojekte an der Universität Innsbruck. Der Einsatz des freeBIM-Merkmalservers erfolgt mittlerweile durch das Österreichische Normungsinstitut (ASI - Austrian Standards Institute).

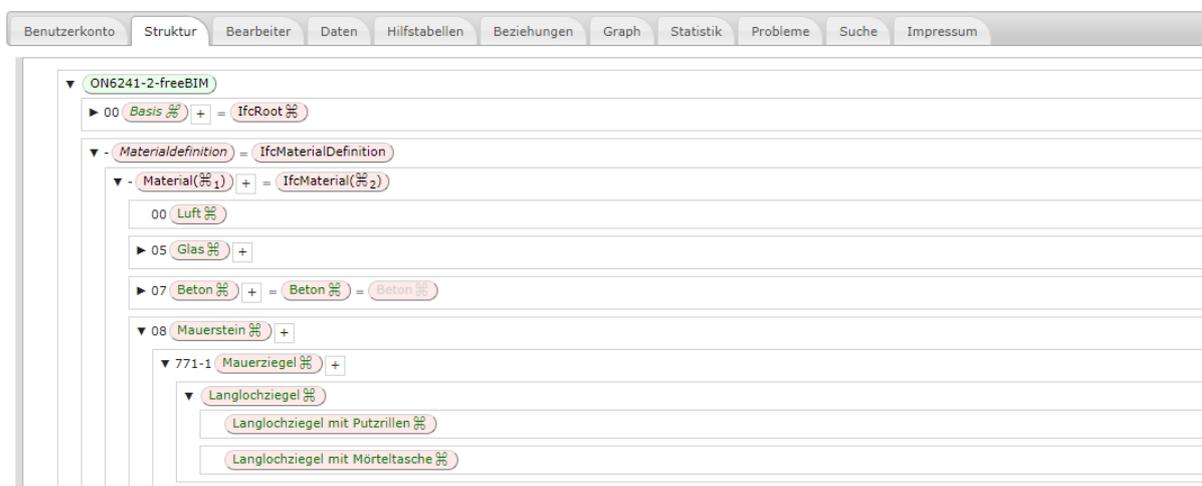


Abb. 5-9: freeBIM Merkmalsserver - Ausschnitt [19]

## bSDD (buildingSMART Data Dictionary)

Das buildingSMART Data Dictionary (bSDD) stellt eine weltweit offene Datenbank dar. Deren Aufgabe ist die Erfassung sämtlicher Objekte und Eigenschaften innerhalb der Bauwirtschaft. Dadurch besteht die Möglichkeit, einheitliche Begriffe im Bauwesen zu verwenden und softwareübergreifend zu verarbeiten. Auf Basis des Abgleichs der lokalen Benutzerdaten mit dem bSDD werden neue oder bestehende global eindeutige GUIDs zugeordnet, welche anschließend global zur Verfügung stehen.

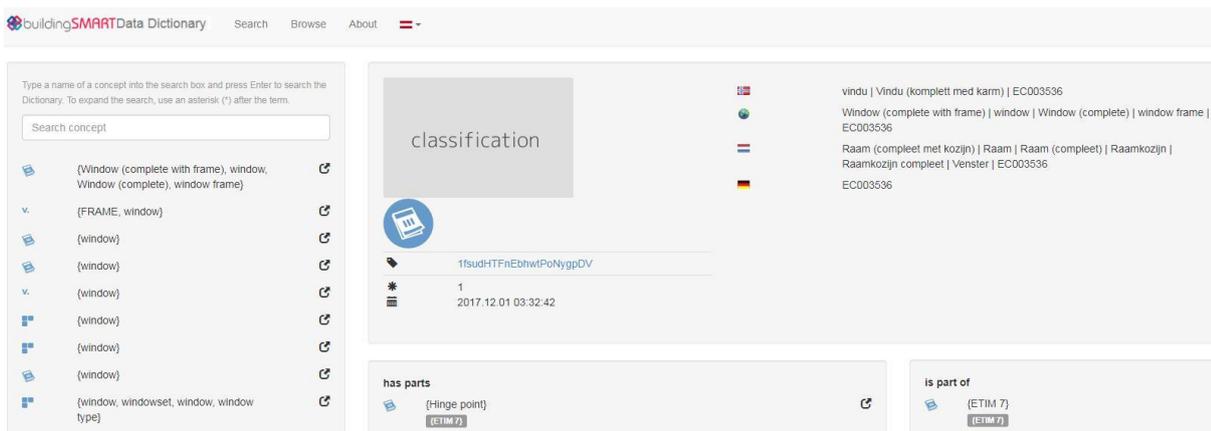


Abb. 5-10: bsDD Datenbankabfrage - Ausschnitt [20]

## 6 Modellbasierte Netto-Massen

Die Bezeichnung „Netto-Massen“ bezieht sich innerhalb dieses Forschungsprojekts auf die Massenermittlung unter Abzug von Gebäudeöffnungen und unter Vermeidung von (räumlichen) Überschneidungen (z.B. Putz in den Ichnen). Der Begriff „Gebäudeöffnungen“ umfasst Bauteilöffnungen inkl. Laibungen, Durchbrüche, Bohrungen und Aussparungen.

Modellbasierte Netto-Massen bieten einen Genauigkeitsgrad, wodurch bei entsprechender Modellierung Überschneidungen von Bauteilschichten vermieden und Laibungsflächen von Öffnungen genau erfasst werden können. Dadurch können entgegen der bisher angewandten Methode jene Leistungen festgelegt und kalkulatorisch berücksichtigt werden, welche für die Herstellung von Gebäudeöffnungen erforderlich sind. Zudem wird die Genauigkeit der anhand des Bauwerkmodells ermittelten Massen einzelner Bauteilschichten gesteigert, da Überlappungen und Überschneidungen von Bauteilen in der Mengenermittlung vermieden werden können.

Die Abrechnung der in den Ausführungs- und Bestandsplänen dargestellten Massen erfolgt auf Grundlage der BIM Methodik, welche die dreidimensionale Darstellung und Auswertung vorhandener Massen und Attribute umfasst. Aufgrund der Möglichkeit zur Ermittlung von Seitenflächen, Laibungen und Fensterbänke muss im Rahmen dieses Forschungsprojekts ein entsprechender Kalkulationsansatz zur Berücksichtigung von Aufwänden, welche im Zusammenhang mit der Ausführung dieser Bauteilflächen entstehen, ermittelt werden.

In diesem Kapitel werden im Rahmen dieses Zwischenberichts erste Festlegungen und Erkenntnisse hinsichtlich der Möglichkeit zur Auswertung von BIM Netto-Massen vermittelt.

### 6.1 Beurteilungskriterien

Die Beurteilungskriterien dienen als Festlegung für die Rahmenbedingungen hinsichtlich der Bauwerksmodelle und zur Auswertung der Bauwerksmodelle der Beispielprojekte. Dadurch sollte eine strukturierte Basis zur Ermittlung der relevanten Massen und Kennzahlen für die anschließende Kalkulation geschaffen werden.

#### 6.1.1 Modellierungsgrenzen

Die Vorgabe von Modellierungsgrenzen erfolgt im Forschungsprojekt anhand der Einstufung der Bauwerksmodelle innerhalb der Detaillierungsgrade, welche in Kapitel 5.2 beschrieben werden. Anhand der Festlegung des LOD (Level of Development) wird eine grundsätzliche Festlegung der inhaltlichen Schärfe von Bauteilaufbauten innerhalb der Beispielprojekte ermöglicht.

Auf Basis von LOD 300 wird festgelegt, dass Modellelemente als System, Objekt oder als Baugruppe vorhanden sein müssen. Derartige Elemente ermöglichen die Ermittlung der Menge, Abmessung, Form, Lage und Orientierung. Weitere textbasierte Informationen, welche diesen Elementen im Modell zugeordnet sind, können zusätzlich eingefügt werden. Die Erweiterung von LOD 300 zu LOD 350 besteht in der Anforderung, dass das Modellelement eine modellierte Schnittstelle zu anderen benachbarten Elementen aufweisen muss. [16, S. 13]

Für die Festlegung des benötigten Detaillierungsgrades hinsichtlich der Auswertung von BIM Netto-Massen ist wesentlich, dass auf Basis der Gegenüberstellung der Ebenen in Kapitel 5.2 ein LOD 300 (und LOD 350) als Erweiterung von LOD 200 u.a. die Möglichkeit zur Messung der modellierten Dimensionen bietet. Bei der geforderten Genauigkeit von Ebene LOD 300 dürfen keine Platzhalter verwendet werden, wie es anhand von LOD 200 möglich wäre. Zudem erfolgt eine Ausrichtung der Elemente am Projektursprung, wodurch eine korrekte und nachvollziehbare Situierung im Gesamtmodell besteht.

Eine Detaillierung anhand von LOD 350 beinhaltet als Erweiterung zu LOD 300 die Darstellung der Schnittstellen zu benachbarten Bauteilen (Übergänge, Hilfskonstruktionen, Abdeckungen der Fugen, Verbindungsbauteile, Anschlussbewehrung etc.). Die Anwendung einer derartigen Genauigkeit der Modellelemente ist nach Durchsicht der verfügbaren Bauwerksmodelle dort nicht erkennbar und wird für die Ermittlung von Netto-Massen aus Sicht des Projektteams auch nicht benötigt. Daher wird angestrebt, dass die Beispielmodelle des Forschungsprojekts einem LOD 300 entsprechen müssen, wodurch eine dimensionsgetraue Darstellung und die Auswertung tatsächlicher Massen sichergestellt werden.

Im Regelfall ist der LOD eines als Grundlage für die Ausschreibung vorhandenen Bauwerkmodells nicht derselbe wie der LOD eines Bauwerkmodells, welches im Zeitraum der Abrechnung auf Basis des in der Ausführung vorhandenen Kenntnisstandes vorliegt (LOD 400 oder höher). Zwischen der Modellschärfe zum Zeitpunkt der Ausschreibung und jenem der Abrechnung besteht also eine nicht unerhebliche Diskrepanz. Für den Anbieter ist es daher wesentlich, trotzdem zum Ausschreibungszeitpunkt zumindest den Anteil der Öffnungen bzw. Überschneidungen (Ichnen) zu kennen oder entsprechende valide Kennwerte zur Verfügung zu haben. Denn nur dann kann er die Anwendbarkeit seiner Kalkulationskennwerte einschätzen oder vermutliche Abweichungen derselben im Falle einer modellbasierter Abrechnung voraussehen.

Aus diesem Grund müssen trotz der Anwendung von BIM im Zuge der Kalkulation mehrere Annahmen getroffen werden, welche bei der Abrechnung verifiziert werden müssen. Nachfolgend muss in weiterer Folge im Forschungsprojekt auf Basis der Auswertungen die Ableitung von Kennwerten als Unterstützung und/oder Ersatz für diese Annahmen erfolgen.

### 6.1.2 Kennwerte

Die Entwicklung entsprechender Kennwerte für die Kalkulation wurde bis zum Zeitpunkt des Zwischenberichts nur ansatzweise behandelt, da die Festlegung dieser Kennwerte größtenteils im Rahmen der Auswertung der Beispielm Modelle innerhalb von Arbeitspaket 5 erfolgen wird (Bearbeitung ab August 2019 lt. Projektablaufplan).

Anhand von Kennwerten sollten Vergleichswerte unterschiedlicher Projekte für die Kalkulation entstehen. Die Auswirkungen dieser Kennwerte auf die Höhe der Kalkulation werden nachfolgend innerhalb des Forschungsprojekts betrachtet. Als erste Vorschläge für Bereiche von Kennwerten zur näheren Betrachtung innerhalb der Auswertung können folgende genannt werden:

#### **Verhältniswerte für Gebäudeöffnungen:**

Diese Verhältniswerte sollten eine Einstufung der Anzahl und Größe von Gebäudeöffnungen innerhalb eines Bauwerkmodells ermöglichen. Als entsprechende Kennwerte zur Überprüfung innerhalb der Auswertung können folgende genannt werden:

- % Angabe der Ansichtsflächen von Gebäudeöffnungen (oder einzelner Teile davon, u.a. Fenster, Türen, Durchbrüche) in Bezug auf die jeweils übergeordnete Bauteilfläche
- % Angabe aller Ansichtsflächen von Gebäudeöffnungen einer Bauteilkategorie in Bezug auf die gesamten Bauteilflächen der jeweiligen Bauteilkategorie (z.B. mehrschichtige Stahlbetonwände oder Mauerwerkswände)
- % Angabe des Volumens von Gebäudeöffnungen (oder einzelner Teile davon, u.a. Fenster, Türen, Durchbrüche) in Bezug auf die Gesamtmasse des jeweils übergeordneten Bauteils
- % Angabe aller Volumina von Gebäudeöffnungen einer Bauteilkategorie in Bezug auf die gesamten Volumina der jeweiligen Bauteilkategorie (z.B. mehrschichtige Stahlbetonwände oder Mauerwerkswände)
- % Angabe der Ansichtsflächen oder Volumina von Gebäudeöffnungen (oder einzelner Teile davon, u.a. Fenster, Türen, Durchbrüche) in Bezug auf übergeordnete Verhältniswerte des Bauwerks. Derartige Verhältniswerte sind: Brutto-Grundfläche, Bruttorauminhalt, Nettoraumfläche, Konstruktionsgrundfläche, Grundstücksfläche, Bauplatzfläche und bebaute Fläche.

## 6.2 Softwarespezifische Merkmale

Die Auswertung von Massen innerhalb der BIM Methodik bezieht sich in der Praxis sehr stark auf den Leistungsumfang der jeweiligen Modellierungssoftware, welche für diese Auswertung verwendet wird. Dieser Leistungsumfang umfasst einerseits die softwarebezogenen Strukturen zur Durchführung einer Auswertung (u.a. Sortierungs- und

Gruppierungsfunktionen) und andererseits die Möglichkeiten zur Verwertung der Auswertungen u.a. auf Basis von Bauteillisten oder durch Exportmöglichkeiten in verschiedene Datenformate.

Als Grundlage zur Auswertung von BIM Netto-Massen werden innerhalb dieses Forschungsprojekts Softwarestudien durchgeführt. Anhand derer werden die Strukturen für Auswertungen innerhalb der betrachteten Modellierungssoftwareprodukte nach erweiterten Möglichkeiten zur Auswertung relevanter Merkmale zu Gebäudeöffnungen und Wandüberschneidungen untersucht.

Bezüglich Gebäudeöffnungen muss zuerst der Funktionsumfang der jeweiligen Software ermittelt werden, welcher für die Auswertung von Gebäudeöffnungen nutzbar ist. Im Falle, dass keine eindeutigen Attribute zur Auswertung vorhanden sind, müssen alternative Möglichkeiten zur Ermittlung der für die Kalkulation benötigten Massen untersucht werden.

Im Bereich von Wandüberschneidungen ist eine detaillierte Betrachtung der sich innerhalb der Auswertung ergebenden Mehrmassen erforderlich, um eventuell in diesem Bereich entstehende Mehrmassen durch gezielte Einstellungen zu vermeiden. Daher ist die Betrachtung der Auswertung der Übergangsflächen und Volumina zwischen den einzelnen Bauteilen relevant, um die Mehrfacherfassung von überlappenden Flächen und Volumenanteilen zu vermeiden.

Da die Anzahl und Größen von derartigen Mehrmassen anhand von Auswertungen der Modellierungssoftware in der Regel nicht nachvollziehbar sind, werden diese im Rahmen des Forschungsprojekts anhand von Bauteilstudien ermittelt. Dadurch wird die Festlegung einer Systematik zur Erfassung der Massen in diesen Bereichen ermöglicht, um anhand der Ergebnisse Empfehlungen zur Vermeidung von Mehrmassen bei der Auswertung von Bauteilen geben zu können.

Die in diesem Zusammenhang betrachtete Software wird auf folgende gängige Anbieter für Modellierungssoftware eingeschränkt: Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD und Nemetschek Allplan. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse dieser Studien und die Auswirkungen auf die BIM Netto-Massen Methodik dargestellt.

### **6.2.1 ArchiCAD**

ArchiCAD ist ein vor allem im Architekturbereich weit verbreitetes Modellierungsprogramm, welches im Jahr 1984 von der ungarischen Firma Graphisoft begründet wurde. Inzwischen ist Graphisoft ein Teil der Nemetschek AG. In ArchiCAD wurden bereits von Anfang an die dreidimensionalen Eigenschaften von Modellelementen u.a. in Bezug auf Geometrie und Materialien in Datenbanken abgelegt und elementbasiert verknüpft. Aufbauend auf diesem Prinzip werden 2D Darstellungen nicht anhand von Linien aufgebaut, sondern aus dem Datenbankmodell abgeleitet und dynamisch nachgeführt. Eine für BIM prägnante

Entwicklung von Graphisoft ist die Teamwork BIM Server-Technologie. Damit können verteilt arbeitende Anwender an demselben Modell arbeiten und unabhängig voneinander deren Arbeitsergebnisse in das Zentralmodell integrieren. [14, S. 84-85]

ArchiCAD bietet neben der Nutzung von Bauteilen aus jeweils einer Schicht vor allem auch die Möglichkeit zur Nutzung mehrschichtiger Bauteile. Die Auswertung von Massen innerhalb von ArchiCAD wird anhand von Bauteillisten durchgeführt. Die auswertbaren Merkmale sind sowohl als Standard innerhalb der Software vorgegeben als auch durch erweiterbare Bereiche anhand von GDL Parametern integriert.

GDL (Graphic Description Language) stellt eine innerhalb von ArchiCAD nutzbare parametrische Programmiersprache dar, welche 3D-Objekte (u.a. Türen, Fenster, Möbel, Treppen, 2D-Symbole) beschreibt und im Grundriss darstellt. Die damit erstellten Elemente werden innerhalb der Software als Bibliothekselemente verwaltet. [21]

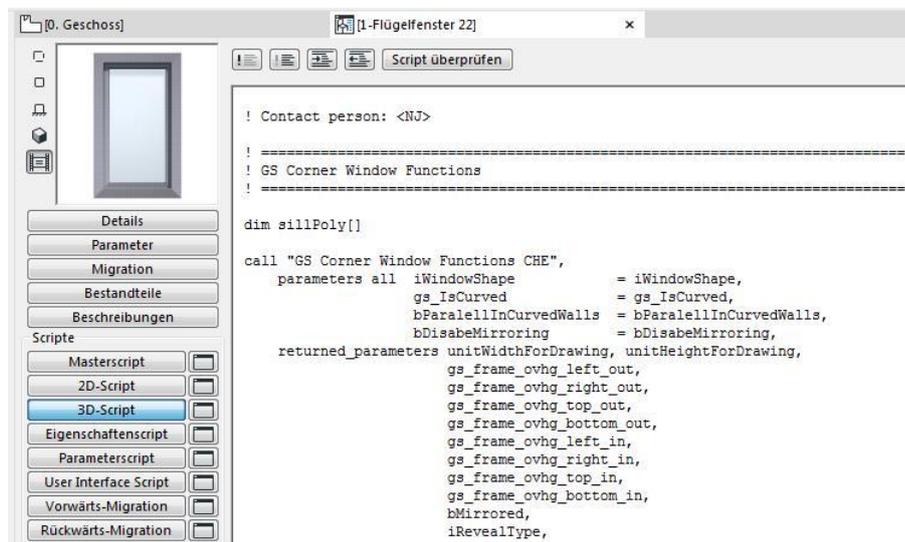


Abb. 6-1: GDL 2D-Script von 1-Flügel Fenster – Ausschnitt (Screenshot)

Die freie parametrische Modellierung auf Basis der GDL-Technologie ermöglicht die Erstellung von Bauteilbibliotheken anhand der mittels GDL programmierten Elemente. Diese Möglichkeit zur Erstellung von neuen Elementen wird u.a. von Drittanbietern (z.B. Bauprodukteherstellern) genutzt, um deren Produkte anhand deren Parameter aufzubereiten und den ArchiCAD Anwendern für deren Modelle zur Verfügung zu stellen.

### 6.2.1.1 Grundlagen für die Auswertung

Nachfolgend werden einige für die Verwendung von ArchiCAD wesentliche Merkmale vorgestellt, welche zudem innerhalb des Forschungsprojekts für die Modellierung des Beispielprojekts relevant sind.

### Wand-Referenzlinie [22]

Ein wesentliches Merkmal hinsichtlich der Modellierung von Wänden in ArchiCAD ist, dass jede Wand eine Referenzlinie und eine Richtung besitzt. Der Nutzen der Referenzlinie besteht darin, dass aufgrund der durch diese Linien vorhandenen Kontrollmöglichkeit Wände mit „sauberen“ sich exakt in einem Punkt treffenden Verschneidungen erzeugt werden können. Zudem erfolgt die Positionierung der Referenzlinie relativ zum Kern, wodurch es möglich ist, die Bekleidung ohne Veränderung der Position des Kerns zu bearbeiten.

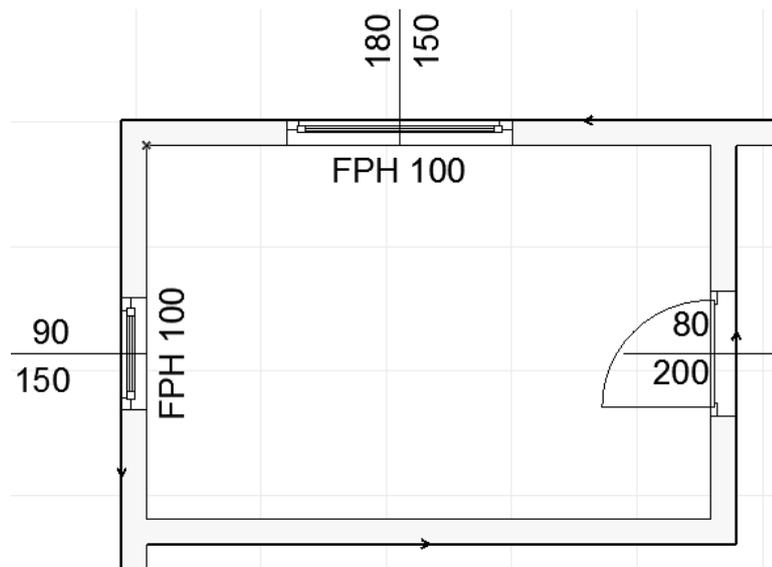


Abb. 6-2: Referenzlinien von Wänden (Screenshot)

Die jeweilige Richtung einer Wand wird durch den Pfeil an der Referenzlinie gekennzeichnet. Diese Richtung wird durch die Reihenfolge festgelegt, in der die Endpunkte der Wand gezeichnet bzw. definiert werden. Durch die Position der Referenzlinie werden die Oberflächenmaterialien der Außen- und Innenseite der Wand festgelegt, da die Referenzlinie in der Regel an der Außenseite der Wand liegt.

### Wandlisten - Attribute [22]

Die Auswertung von Merkmalen zu Gebäudeöffnungen erfolgt in ArchiCAD teilweise auf Basis von Wandlisten. Nachfolgend werden einige für die Erstellung von Wandlisten relevante Merkmale angeführt:

*Konditionale Länge der Wand an der Innen bzw. Außenseite:*

- Länge der Wand entlang ihrer Außenseite
- Es wird die Breite aller Öffnungen abgezogen, die eine bestimmte Größe überschreiten.

*Anzahl der Türen / Anzahl der Fenster / Anzahl der Durchbrüche:*

- Anzahl der jeweiligen Elemente in der Wand

*Analytische Fläche der Öffnungen an der Innenseite bzw. Außenseite:*

- Fläche aller Wandöffnungen (Fenster, Türen, leere Öffnungen) der Innenseite der Wand.
- Die Oberflächenberechnung basiert auf dem Durchbruch, der sich durch das Schneiden der GDL-Öffnungen aus der Wand ergibt.

*Konditionale Fläche an der Außenseite bzw. Innenseite:*

- Fläche der Wand entlang ihrer Außenseite
- Es wird die Fläche aller Öffnungen abgezogen, die eine bestimmte Größe überschreiten.

*Netto-Oberfläche an der Außenseite bzw. Innenseite:*

- Fläche der Wand an der Außen/Innenseite
- Es werden alle Öffnungen, Trimmungen und Solid Element-Befehle berücksichtigt.

*Nettovolumen:*

- Es wird das Nettovolumen der Wand (Höhe x Länge x Dicke) ermittelt, welches ggf. um das Volumen der Öffnungen und den Effekt von Trimmungen und Solid Element-Befehlen reduziert wird.

*Netto-Oberfläche an den Kanten:*

- Summe der Flächen aller Wandkanten
- Es werden alle Trimmungen und Solid Element-Befehle berücksichtigt (Anmerkung: Summe aller Leibungsflächen und Stirnflächen der Fenster)

*Analytisches Volumen der Öffnungen in der Wand:*

- Volumen aller Wandöffnungen (Fenster, Türen, leere Öffnungen)
- Die Volumenberechnung basiert auf dem Durchbruch, der sich durch das Ausschneiden der GDL-Öffnungen aus der Wand ergibt.

*Konditionales Volumen:*

- Es wird das Volumen der Wand ermittelt, welches um das Volumen aller Öffnungen reduziert wird, die eine bestimmte Größe überschreiten.

*Konditionales Schichtvolumen an der Innenseite bzw. Außenseite:*

- Es wird das Volumen der Wandschicht auf der Innenseite bzw. Außenseite der Wand ermittelt, welches um das Volumen aller Öffnungen in dieser Schicht reduziert wird, die eine bestimmte Größe überschreiten.

*Wand-Schichtvolumen an der Außenseite bzw. Innenseite:*

- Nettovolumen der Wandschicht an der Außenseite bzw. Innenseite der Wand
- Bei diesem Wert ist ggf. das Volumen von Öffnungen in der Schicht sowie Effekte von Trimmungen und Solid Element-Befehlen auf die Schicht bereits abgezogen.

Geschoss	Breite	Höhe	Dicke	Wandlänge (an Konstruktionsslinie) Außenseite	Wandlänge (gegenüber Konstruktionsslinie) Innenseite	Netto-Oberflächen an der Außenseite	Netto-Oberfläche an der Innenseite	Brutto-Volumen	Netto-Volumen
KA_FBOK	30	238	0,30	1,58	1,58	3,18	3,18	0,96	0,95
KA_FBOK	30	255	---	---	---	---	---	---	0,89
KA_FBOK	30	262 <sup>2</sup>	0,30	1,58	1,58	3,45	3,44	1,04	1,03
KA_FBOK	30	268	0,30	1,10	1,10	2,75	2,75	0,88	0,82
KA_FBOK	30	268	0,30	1,19	1,19	2,96	2,96	0,96	0,89
KA_FBOK	30	275 <sup>2</sup>	0,30	1,58	1,58	3,59	3,60	1,08	1,08
KA_FBOK	30	281 <sup>1</sup>	---	---	---	---	---	---	1,78
KA_FBOK	30	291	0,30	1,13 <sup>2</sup>	1,13 <sup>2</sup>	3,12	3,13	0,99	0,94
KA_FBOK	30	304	0,30	1,13 <sup>2</sup>	1,13 <sup>2</sup>	3,27	3,27	1,03	0,98

Abb. 6-3: Wandliste – Ausschnitt (Screenshot)

## Fenster- und Türlisten - Attribute [22]

Einige Merkmale von Gebäudeöffnungen werden in ArchiCAD innerhalb von Fenster- und Türlisten ausgewertet. Nachfolgend werden einige wichtige Attribute beschrieben:

*Dicke:*

- Rahmendicke, welche der Definition in den jeweiligen Parametern entspricht.

*Breite:*

- Nominale Breite der Türen/Fenster
- Breitenparameter der Wandöffnung

*Höhe:*

- Höhe des Fensters bzw. der Tür, welche der Definition in den Parametern entspricht.

*Nominale B x H x T:*

- Öffnungsbemaßungen wie z. B. “Höhe x Breite x Wandstärke”

*Nominale F/T Öffnungsbreite auf der Anschlagseite:*

- Wandöffnungsbreite abzüglich der seitlichen Pfosten des Anschlags

*Nominale F/T Öffnungsbreite gegenüber der Anschlagseite:*

- entspricht der Wandöffnungsbreite

*F/T Höhe der Öffnung auf der Anschlagseite:*

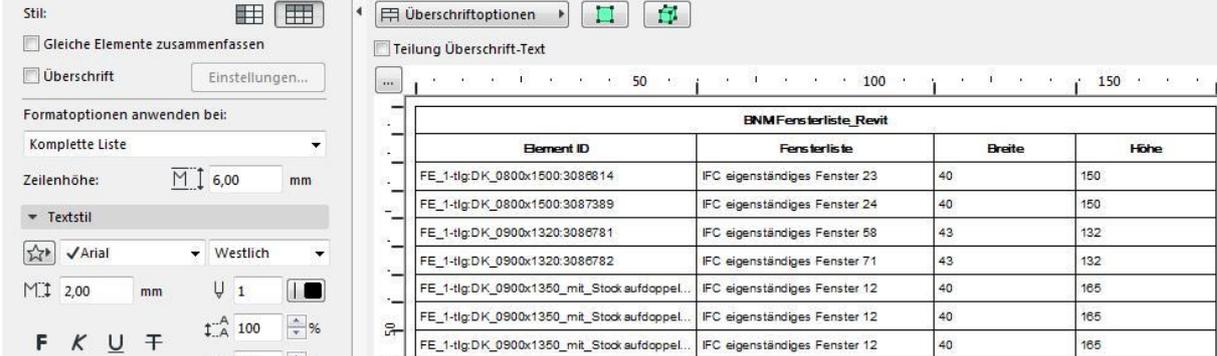
- Höhe zwischen Sturz und Brüstung.

*F/T Höhe der Öffnung gegenüber der Anschlagseite:*

- Wandöffnungshöhe

*F/T Volumen der Öffnung:*

- Volumen der Öffnung, die durch die Tür bzw. das Fenster geschnitten wird.



BNM Fensterliste_Revit			
Element ID	Fensterliste	Breite	Höhe
FE_1-tlg:DK_0800x1500:3088814	IFC eigenständiges Fenster 23	40	150
FE_1-tlg:DK_0800x1500:3087389	IFC eigenständiges Fenster 24	40	150
FE_1-tlg:DK_0900x1320:3088781	IFC eigenständiges Fenster 58	43	132
FE_1-tlg:DK_0900x1320:3088782	IFC eigenständiges Fenster 71	43	132
FE_1-tlg:DK_0900x1350_mit_Stock_aufdoppel...	IFC eigenständiges Fenster 12	40	165
FE_1-tlg:DK_0900x1350_mit_Stock_aufdoppel...	IFC eigenständiges Fenster 12	40	165
FE_1-tlg:DK_0900x1350_mit_Stock_aufdoppel...	IFC eigenständiges Fenster 12	40	165

Abb. 6-4: Fensterliste – Ausschnitt (Screenshot)

### 6.2.1.2 Ergebnisse der Bauteilstudien

In diesem Unterkapitel werden die auf Basis von Bauteilstudien gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der Auswertung von Gebäudeöffnungen und Bauteilüberschneidungen beschrieben. Dadurch erfolgt nachfolgend die Darstellung der Vorgangsweise für eine einheitliche redundanzfreie Auswertung von Ichnen zur Vermeidung von mehrfach berechneten Massenanteilen. Zudem wird eine Möglichkeit zur gezielten Ermittlung der innen- und außenliegenden Laibungsflächen von Bauteilöffnungen und zur Auswertung von Deckendurchbrüchen auf Basis der standardmäßig in ArchiCAD vorhandenen Funktionen dargestellt.

#### Wandüberschneidungen in Ichnen:

Die Auswertung von sich überlappenden Bereichen innerhalb der Ichnen von Wänden gliedert sich in ArchiCAD einerseits in die Auswertung von Einzelschichten und andererseits in die Auswertung von mehrschichtigen Bauteilen. Innerhalb der Ergebnisse wird in die Auswertung von Bauteiloberflächen und Bauteilvolumina unterschieden. Zudem wird die Auswirkung der Lage der Referenzlinie auf die Auswertungen betrachtet.

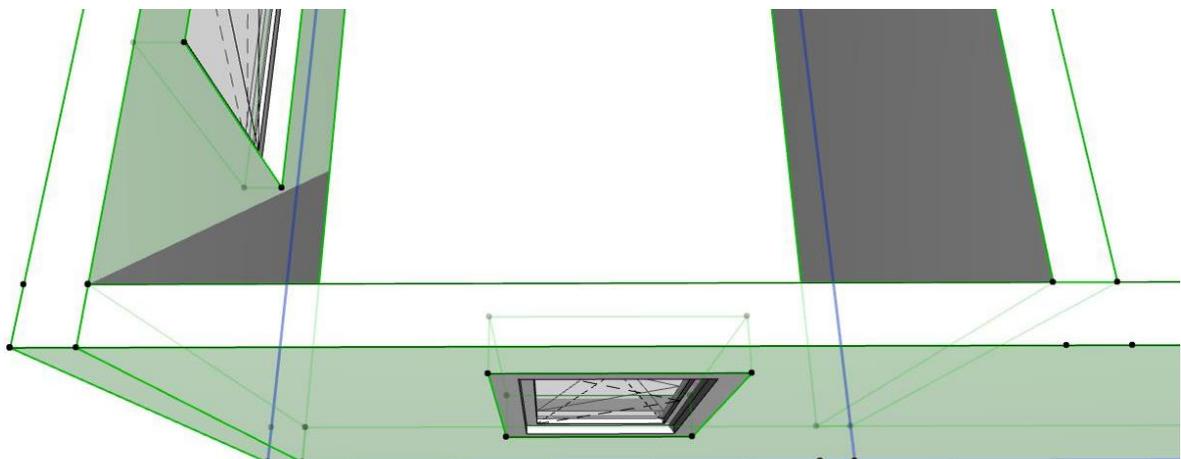


Abb. 6-5: Wandverscheidungen - Ausschnitt (Screenshot, Perspektive von oben)

Für einschichtige Bauteile können die in Kapitel 6.2.1.1 angeführten Attribute ausgewertet werden. Bei der Auswertung von mehrschichtigen Bauteilen besteht die Möglichkeit, die innere und die äußere Bauteilschicht hinsichtlich Wandlänge, Bauteiloberfläche und Nettovolumen auszuwerten. Weitere innerhalb des mehrschichtigen Bauteils liegende Schichten können derzeit in ArchiCAD nicht ausgewertet werden, wofür eine getrennte Modellierung der einzelnen Schichten notwendig wäre. Daher ist für eine vollständige und getrennte Auswertung aller Bauteilschichten eine getrennte Modellierung jeder einzelnen Schicht erforderlich.

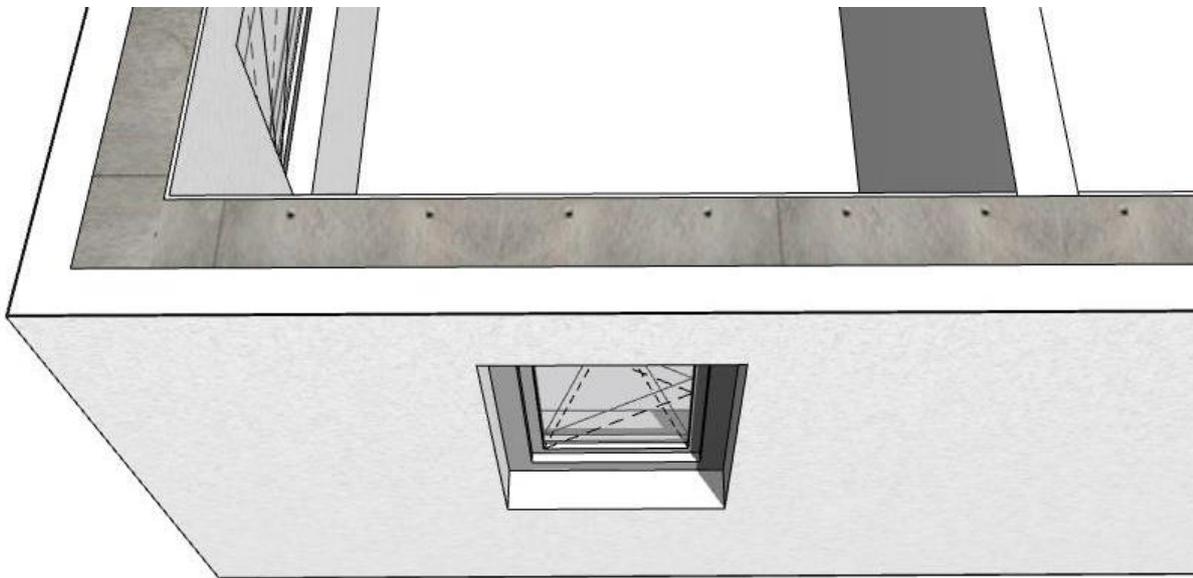


Abb. 6-6: Wände mehrschichtig - Ausschnitt (Screenshot, Perspektive von oben)

#### *Bauteiloberflächen:*

Für die Ermittlung der Bauteiloberflächen sollten die Referenzlinien der einzelnen Elemente verbunden modelliert werden. Dabei spielt die Lage der Kennlinie (innen oder außen) keine Rolle für die Korrektheit der Auswertung. Ein eventuell vorhandener Wechsel der Lage der Referenzlinie von innen nach außen sollte vermieden werden, sodass die Referenzlinie durchgängig entweder innen oder außen angeordnet ist. Für die Auswertung der Bauteiloberflächen ergeben sich drei Varianten:

#### Variante 1:

Zuerst wird die "Wandlänge gegenüber Konstruktionslinie" (=Wandlänge an der Innenseite), die "Wandlänge an Konstruktionslinie" (=Wandlänge an der Außenseite) und die "Wandhöhe" ermittelt. Anschließend müssen die Wandlänge und Wandhöhe mittels der Software eines Drittanbieters außerhalb der Modellierungssoftware multipliziert werden, um die Bauteiloberflächen zu erhalten. Aufgrund der Übernahme lediglich der Einzelwerte

aus der Auswertung der Modellierungssoftware zur Berechnung der Oberflächen wird eine Ermittlung der Oberflächen unabhängig von eventuellen Ungenauigkeiten (u.a. aufgrund von Rundungen) bei der Ermittlung dieser Flächen ermöglicht.

Variante 2:

Zuerst wird der "Brutto Wandoberflächenbereich an der Außenseite" ermittelt. Dafür wird in ArchiCAD unabhängig von der Lage der Kennlinie immer die größere Wandfläche ermittelt. Dementsprechend müssen nachfolgend (gleich wie in Variante 1) für die kürzere Wandfläche zuerst entweder die "Wandlänge (gegenüber Konstruktionslinie)" oder die "Wandlänge (an Konstruktionslinie)" sowie die "Wandhöhe" ermittelt und darauffolgend in einem weiteren Programm außerhalb der Modellierungssoftware multipliziert werden.

Variante 3:

Die Ermittlung der Wandoberflächen erfolgt jeweils raumbezogen. Daher werden die Flächen unabhängig vom Material und Aufbau der Wände anhand der Raumobjekte ermittelt. Dabei werden folgende Parameter in ArchiCAD ausgewertet:

- Nettumfang: Es wird unabhängig von der Position der Wand-Referenzlinie der Umfang entlang der Innenkanten der Umgebungswände ermittelt.
- Wand Umfang: Dieser entspricht dem Nettumfang.
- Wand-Oberflächenbereich: Dieser beinhaltet die Oberfläche der Wände innerhalb einer Raumfläche.

Raumliste							
Geschoss	Raumkategorie	Raumnummer	Raumnamen	Netto-Grundfläche	Nettumfang	Höhe	Volumen
A_01_OG_FBOK							
	Wohnen und Aufenthalt	7/01	Wohnen / Kochen / Essen	33,38	24,61	255	85,11
	Wohnen und Aufenthalt	7/02	Zimmer	15,24	15,95	255	38,86
	Wohnen und Aufenthalt	7/03	Zimmer	11,72	13,73	255	29,88
	Wohnen und Aufenthalt	7/04	Bad	6,63	10,86	235	15,57
	Wohnen und Aufenthalt	7/05	WC	2,20	6,20	255	5,61
	Wohnen und Aufenthalt	7/06	AR	2,50	6,75	255	6,38
	Wohnen und Aufenthalt	7/07	Gang	7,84	15,47	255	20,00
	Wohnen und Aufenthalt	7/08	Garderobe	9,97	14,40	255	25,41
	Wohnen und Aufenthalt	7/09	Balkon	22,02	30,67	260	56,38

Abb. 6-7: Raumliste – Ausschnitt (Screenshot)

Bauteilvolumen:

Zur Ermittlung des Bauteilvolumens sollte der Parameter "Netto-Volumen" verwendet werden. Dieser Parameter beinhaltet keine Massenüberschneidungen und ist unabhängig von der Lage der Kennlinie. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass das Netto-Volumen in der Summe der Bauteile korrekt ist, jedoch bei der Betrachtung einzelner Bauteile Unterschiede zur korrekten Berechnung auftreten können. Das ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen

Vorgangsweise bei der Berechnung durch den Nutzer gegenüber der Ausführung durch das Modellierungsprogramm, welche jedoch nicht beeinflusst werden kann.

### **Laibungsflächen:**

Die Ermittlung der Laibungsflächen von Bauteilöffnungen zählt nicht zum Standardumfang von ArchiCAD. Diese kann daher nur anhand von komplexen GDL Lösungen durchgeführt werden. Derartige Lösungen, welche einen Zusatzaufwand der Programmierung zur Erweiterung des Funktionsaufwandes der Software erfordern, sind nicht Gegenstand dieses Forschungsprojekts. Die Ermittlung der Laibungsflächen anhand vorhandener Basiswerte der Modellierungssoftware muss somit anhand der Software eines Drittanbieters durchgeführt werden (u.a. in Excel oder iTWO).

Nachfolgend werden dementsprechend Möglichkeiten aufgezeigt, die Basiswerte zur Ermittlung der Laibungsflächen in ArchiCAD auszuwerten. Dafür besteht innerhalb der Software die Möglichkeit, Parameter für die Fensterlaibung als zusätzliche Eigenschaften der Bibliothekselemente in die Auswertung zu integrieren. Diese Parameter müssen zur Auswertung der Fensterelemente innerhalb der Schema Einstellungen als zusätzliche Felder der Bibliothekselementparameter der jeweiligen Fenster hinzugefügt werden. Folgende Parameter sind für die korrekte Auswertung der Fensterflächen relevant:

<i>Bezeichnung</i>	<i>Name</i>	<i>Variable</i>
Fensterhöhe	Höhe	ac_unit_height
Fensterbreite	Länge	ac_unit_width
Laibungsbreite innen	Rahmenbreite	gs_board_with
Laibungsbreite außen	Fensterbankbreite	gs_sill_width
Stockbreite	Stockstärke	gs_frame_thk

Als Grundlage für die korrekte Auswertung müssen bereits bei der Modellierung die Angaben innerhalb der Bibliothekselemente eingestellt werden. Dabei muss beachtet werden, dass im Register "Fenster Einstellungen" die Werte für "Fensterbank Innen" und "Fensterbank Außen" korrekt sind. Für die daraus resultierende korrekte Ermittlung der Laibungsflächen muss beachtet werden, dass der Überstand der Fensterbank über die Außenkante der Wand mit 0 eingestellt wird. Anschließend wird bereits vorab unterhalb der Prinzipdarstellung des Bauteils die sich ergebende Laibungsbreite entweder für die Laibung innen (bei den Werten von "Fensterbank Innen") oder für die Laibung außen (bei den Werten von "Fensterbank Außen") zur Kontrolle angezeigt. Wenn dieser Wert der Planung entspricht, können die Einstellungen für den jeweiligen Fensterbauteil bestätigt werden.

**Deckendurchbrüche:**

Die Auswertung von Deckendurchbrüchen und deren Seitenflächen ist in ArchiCAD jeweils gesamthaft pro Decke möglich. Dabei gilt es zu beachten, dass bei der Auswertung einer Decke mit mehreren Deckendurchbrüchen nicht jeder einzelne Durchbruch in einer Liste angeführt wird, sondern lediglich die Summen der Oberflächen, Seitenflächen und Volumina aller Deckendurchbrüche der jeweiligen Decke auswertbar sind. In diesem Zusammenhang ist es jedoch möglich, Deckendurchbrüche erst ab einer bestimmten seitens des Benutzers definierten Größe auswerten zu lassen und kleinere Durchbrüche für die Auswertung zu vernachlässigen.

Die Auswertung innerhalb der Software erfolgt für das Element „Decke“. In diesem Zusammenhang können Parameter für Deckendurchbrüche als Eigenschaften dieses Bibliothekselements in die Auswertung integriert werden. Nachfolgend sind die für die Auswertung von Deckendurchbrüchen wesentlichen Parameter aufgelistet und beschrieben:

Längenmasze:*Grundriss-Umfang:*

- entspricht der Länge aller Deckenkanten (Deckenaussenkanten und Durchbrüche)

Flächenmasze:*Brutto-Oberfläche der Deckenoberseite:*

- gesamte Oberfläche ohne Abzug der Öffnungen

*Löcher Oberflächenbereich:*

- Oberfläche als Summe aller in der Decke liegenden Öffnungen

*Brutto-Oberflächenbereich der Deckenoberseite mit Löchern:*

- gesamte Oberfläche inklusive Abzug der Öffnungen

*Konditionaler Oberflächenbereich der Oberseite:*

- Oberfläche der Decke unter Abzug der Oberfläche aller Öffnungen, die eine bestimmte Fläche unterschreiten (entsprechend den Definitionen in den Optionen)

*Brutto-Oberflächenbereich der Deckenkanten:*

- Oberfläche der Stirnseiten der Decke (ohne Innenseiten der Öffnungen)

*Kante Oberflächenbereich:*

- Oberfläche der Stirnseiten der Decke (inklusive Innenseiten der Öffnungen)

Volumenmasze:*Brutto-Volumen:*

- Gesamtvolumen der Decke, Solid-Element Befehle werden nicht berücksichtigt -> Öffnungen werden nicht abgezogen

*Netto-Volumen:*

- Gesamtvolumen der Decke, Solid-Element Befehle werden berücksichtigt -> Öffnungen werden abgezogen

*Konditionales Volumen:*

- Gesamtvolumen der Decke und Öffnungen werden abgezogen, die eine bestimmte Größe überschreiten (entsprechend den Definitionen in den Optionen)

Die gezielte Auswertung der Kantenlängen, Ober- und Seitenflächen sowie der Volumina der Deckendurchbrüche (exklusive den Massen der übergeordneten Decke) anhand der oben aufgelisteten Parameter muss in der Software eines Drittanbieters erfolgen, welche die Möglichkeit bietet, Berechnungen der ausgewerteten Massen anhand von Formeln durchzuführen. Darin müssen folgende Regeln, für die jeweils den Durchbrüchen übergeordneten Decken, festgelegt werden:

*Oberflächen aller Deckendurchbrüche:*

entspricht dem Parameter „Löcher Oberflächenbereich“ der übergeordneten Decke:

*Seitenflächen aller Deckendurchbrüche:*

„Kante Oberflächenbereich“ abzüglich „Brutto-Oberflächenbereich der Deckenkanten“

*Volumina aller Deckendurchbrüche:*

„Brutto-Volumen“ abzüglich „Netto-Volumen“

*Kantenlängen aller Deckendurchbrüche:*

„Grundriss-Umfang“ abzüglich („Brutto-Oberflächenbereich Deckenkanten“ / „Dicke“)

Eine Variante dazu stellt die zusätzliche Modellierung von Decken an den Stellen der Deckendurchbrüche dar. Aufgrund dieser zusätzlichen Decken können alle Durchbrüche unmittelbar in einer Auflistung separat berücksichtigt und ausgewertet werden. Demgegenüber stehen der erhöhte Eingabeaufwand und die doppelte Überarbeitung der Durchbrüche bei Änderungen. Im Änderungsfall müssten sowohl der Deckenbauteil des Deckendurchbruchs als auch das übergeordnete Deckenelement, welches den Durchbruch beinhaltet, angepasst werden.

## 6.2.2 Allplan

Die Entwicklung von Allplan Architektur begann in den 1980er Jahren. In den letzten Jahren wurde die Software intensiv für die Nutzung als BIM-Modellierungssoftware weiterentwickelt. Allplan beinhaltet grundsätzlich ein Multi-Dateien-System. Darin werden die einzelnen Dateien über eine flexible Bauwerksstruktur zum Bauwerksmodell zusammengesetzt. Die Bearbeitung in der Software erfolgt bauteilorientiert auf Basis von modellelementspezifischen Werkzeugen. Das Modell ist darüber hinaus eng mit der eigenen Baukostenplanung verknüpft, welche als "Design2Cost" Methode bezeichnet wird. Diese bietet eine modellbasierte sowie VOB-gerechte Mengenermittlung. Allplan unterstützt offene Schnittstellen inklusive der IFC-Schnittstelle. [14]

### 6.2.2.1 Grundlagen für die Auswertung

Nachfolgend werden einige für die Verwendung von Allplan wesentliche Merkmale vorgestellt, welche zudem für die Modellierung des Beispielprojekts relevant sind.

#### Wand:

In Allplan sind folgende Merkmale einer Wand vorhanden:

- der Anfangs- und Endpunkt
- die Ausdehnung der Wand (wird durch die Lage der Bauteilachse der Wand bestimmt)
- die Höhe bzw. Anbindung an die Bezugsebenen.

Es können ein- oder mehrschichtige Wandbauteile modelliert werden. Der Schichtaufbau wird in den Eigenschaften der Wand definiert. Diese können bis zu 20 Schichten enthalten. Die Bauteilachse dient lediglich zur Modellierung und wird bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Diese kann im Schichtaufbau frei, durch Eingabe eines Wertes oder am Anfang und Ende der jeweiligen Schicht positioniert werden.

Besondere Merkmale/Eigenschaften für die Auswertung von Wänden:

- Dicke
- Festlegung des Höhenbezugs
- Material/Qualität
- Gewerk
- Priorität
- Abrechnungsart



Abb. 6-8: Wand Eigenschaften (Screenshot)

Mit der Priorität wird die Verschneidung von Wänden gesteuert. Bei mehrschichtigen Wandbauteilen ist es wesentlich, das zu berücksichtigen. Verschneidungen können zudem im Nachhinein mit den Befehlen *Linienbauteil an Linienbauteil* oder *Linienbauteil an Linie* und mit der Auswahl von *schichtweise* gesteuert werden, um die Richtigkeit der Auswertung zu gewährleisten.

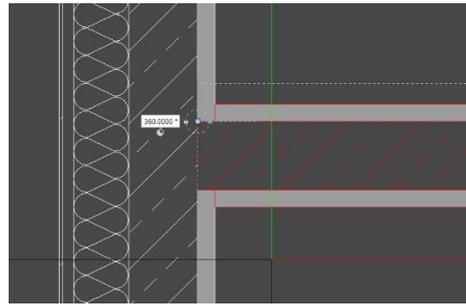


Abb. 6-9: Wandverschnitt (Screenshot)

### Decke:

Decken werden in Allplan durch die Festlegung des Umrisses definiert. Als Unterschied zu Revit wird die Decke in Allplan als Fläche und durch die Angabe des Bezugs der Ober- bzw. Unterkante extrudiert. Decken können durch den Befehl *Flächenelement, Ar-Element trennen* getrennt werden. Decken können durch den Befehl *Flächenelement, Ar-Fläche modifizieren* Teilflächen hinzugefügt werden bzw. können diese dadurch ausgespart werden.

Besondere Merkmale/Eigenschaften für die Auswertung von Decken:

- Höhenbezug: definiert die Dicke bzw. Stärke der Decke
- Material/Qualität
- Gewerk
- Priorität
- Abrechnungsart

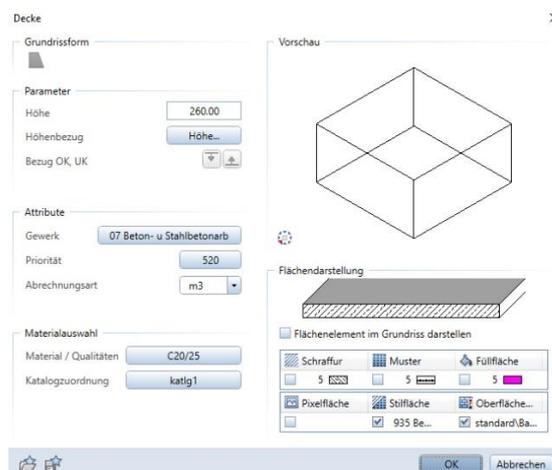


Abb. 6-10: Decke Eigenschaften (Screenshot)

## Öffnungen:

### Aussparungen / Durchbrüche:

Bei Wänden wird in Allplan zwischen Nische, Aussparung, Schlitz und Durchbruch unterschieden. Bei Decken erfolgt die Unterscheidung in Durchbruch und Aussparung. Der Deckendurchbruch bzw. die Deckenöffnung benötigen keine Höhenangabe, da diese aus der Decke durchgestanzt werden. Diese werden den Bauteilen nach definierter Geometrie/Eigenschaft hinzugefügt oder abgezogen und dann bei der Auswertung berücksichtigt.

Besondere Merkmale/Eigenschaften für die Auswertung von Aussparungen und Durchbrüchen:

- Typ
- Form
- Breite / Höhe / Tiefe (Wand)
- Breite / Länge / Höhe (Decke)

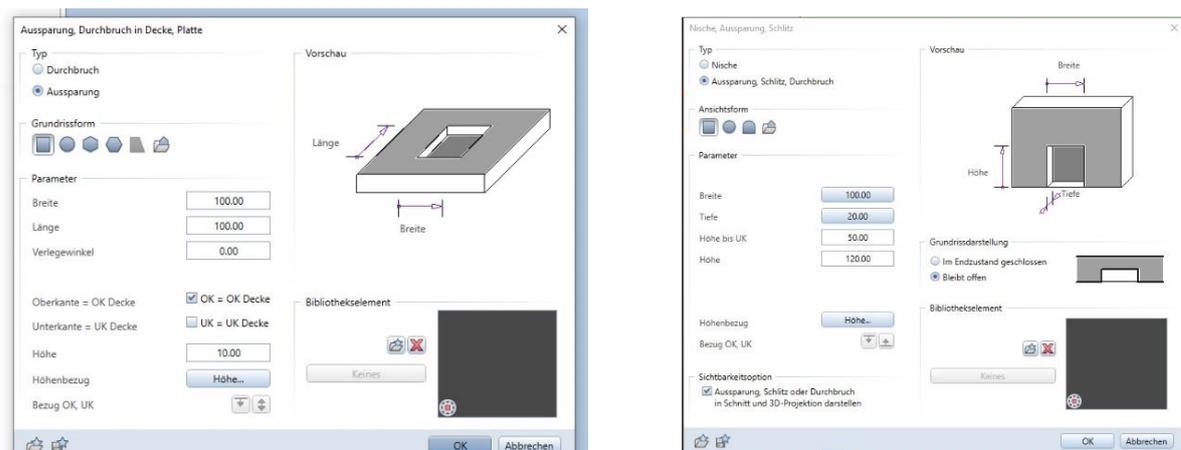


Abb. 6-11: Eigenschaftsfenster Aussparung und Durchbruch (Screenshot)

### Fenster und Türen:

In Allplan sind Wand und Öffnung miteinander verbundene Bauteile. Öffnungen bieten Platz für Fenster- oder Türobjekte, welche als „SmartParts“ oder „Makros“ bezeichnet werden.

*SmartParts* sind parametrische CAD-Objekte mit eigener Verhaltenslogik. Die Parametrik wird über ein an das Objekt angehängtes Skript gesteuert und passt sich der Öffnungsform an. Ein Makro ist ein intelligentes Tür- oder Fenstersymbol, das sich der Öffnung automatisch anpasst. Darüber hinaus bietet Allplan die Möglichkeit, durch die Einstellung der Ausbildung für die verschiedenen Laibungsarten und durch die Festlegung der Position und Tiefe, Fenster- und Türleibungen zu erfassen und auszuwerten.

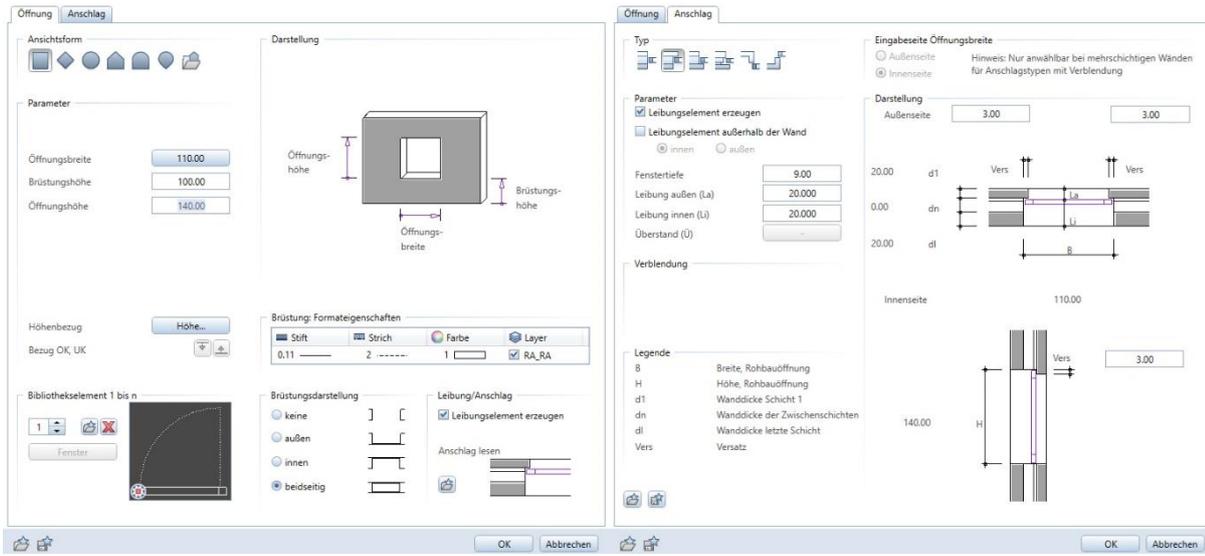


Abb. 6-12: Eigenschaftenfenster Fenster (Screenshot)

Besondere Merkmale/Eigenschaften für die Auswertung von Fenster- und Türöffnungen:

- Form
- Rohbau Breite / Höhe
- Brüstungshöhe
- Fenstertür
- Anschlagtyp
- Laibungselement (innerhalb oder außerhalb der Wand)
- Fenstertiefe
- Laibung außen
- Laibung innen
- Überstand

**Raum:**

Ein Raum ist in Allplan ein dreidimensionales Architekturbauteil. Dieses ermöglicht die Ableitung zahlreicher Informationen. Neben Wohnflächen können Beläge für Ausbauf Flächen wie Seitenflächen, Deckenflächen, Bodenflächen und Leisten in den Raumeigenschaften der Räume festgelegt und diesen zugewiesen werden. Bei diesen Elementen handelt es sich ebenfalls um Architekturelemente, welchen verschiedene Höhen, Attribute etc. zugewiesen werden können. Ausbauf Flächen können nachträglich definiert und geändert werden.

Besondere Merkmale/Eigenschaften für die Auswertung von Fenster- und Türöffnungen:

**Raum:**

- Volumen, Grundfläche und Umfang
- Ausbauf Flächen (Seiten-, Decken- und Bodenfläche sowie Leisten) können dem Raum bei deren Erstellung oder zu einem späteren Zeitpunkt zugewiesen werden
- gleichzeitige Eingabe aller Flächen

**Ausbauf Flächen:**

- Besitzen eine Fläche bzw. eine Länge
- Definition des Aufbaus (Schichten) und des Materials sowie des Gewerkes
- Diese können unabhängig vom Raum erstellt werden (bei einer Eingabe gemeinsam mit dem Raum werden diese mit dem Raum verkettet)
- Nachträglich erstellte Ausbauf Flächen (werden als Sonderflächen behandelt) haben eine höhere Priorität als Ausbauf Flächen und schneiden diese aus

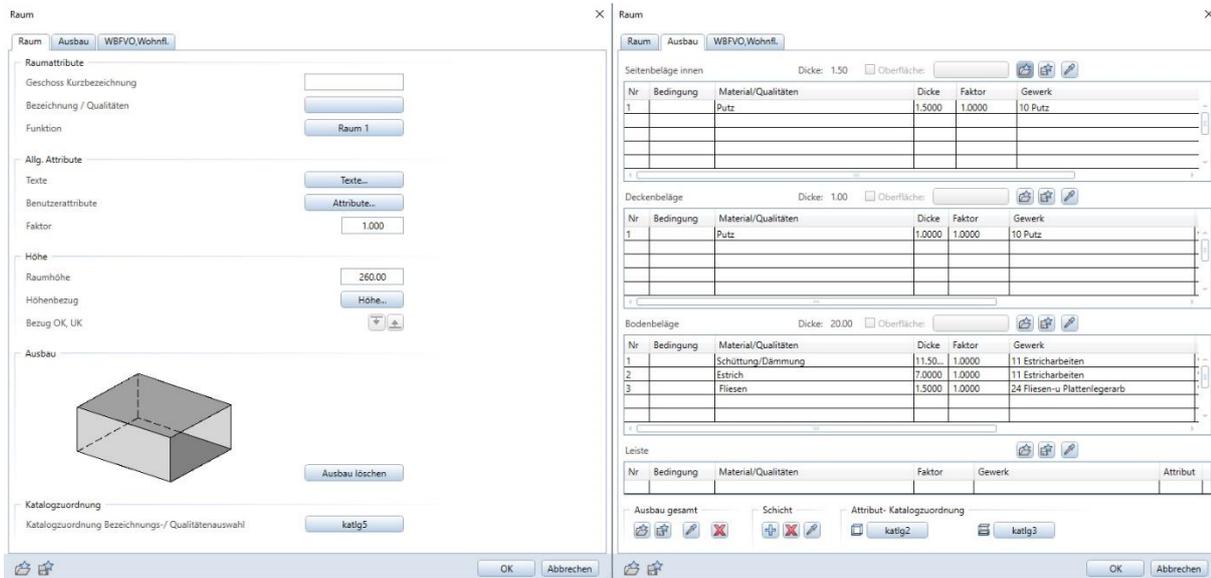


Abb. 6-13: Eigenschaftenfenster Raum und Ausbauflächen (Screenshot)

### 6.2.2.2 Ergebnisse der Bauteilstudie

#### Wandüberschneidungen in Ichsen:

Die Auswertung von sich überlappenden Bereichen innerhalb der Ichsen von Wänden wird in Allplan durch die Vergabe von Gewerk, Material, Priorität der Schicht und deren Wechselwirkung zueinander gesteuert. Aufgrund der Vergabe von Werten für die Priorität der Schichten, kann die Verschneidung von mehrschichtigen Bauteilen gezielt gesteuert werden. So wird gewährleistet, dass die für die Auswertung relevante Dicke, Länge und Höhe der jeweiligen Schicht berechnet wird.

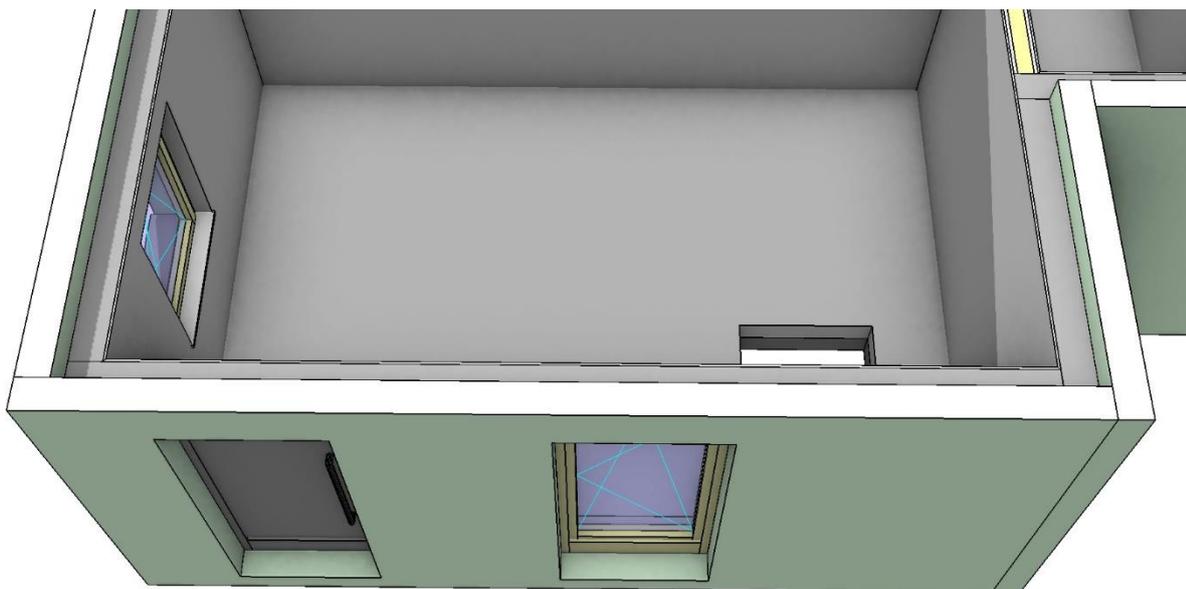


Abb. 6-14: Verschneidung Außenwand und Ausbaufläche, Perspektive (Screenshot)

Die Position der Bauteilachse spielt dabei keine wesentliche Rolle, da diese in erster Linie für die Ausdehnung und Modellierung der Wandbauteile dient. Es ist jedoch von Vorteil, dass diese bei Außenwänden an der Rohbau-Außenkante positioniert wird. Die Schichten werden in den ausgewählten Reportlisten schichtweise nach Materialdefinition und Gewerk gegliedert betrachtet und durch die Angabe der Abrechnungsart (lfm, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, Stk.) ausgewertet.

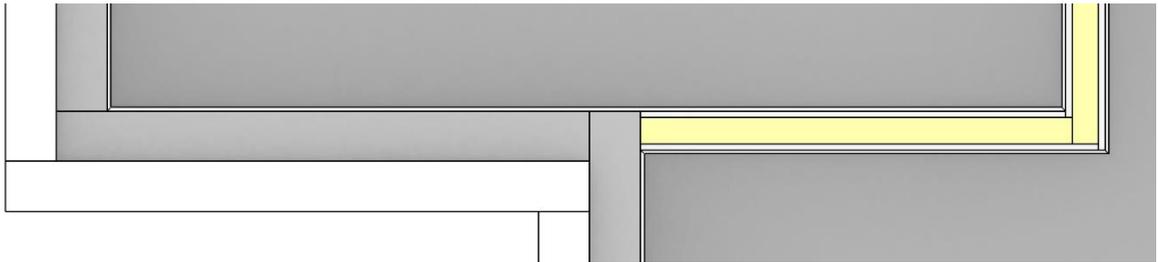


Abb. 6-15: Verschneidung Außenwand und Ausbaufäche, Grundriss (Screenshot)

### **Bauteiloberflächen/Bauteilvolumen:**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten in Allplan, die Bauteiloberflächen bzw. Bauteilvolumen zu ermitteln. Dies kann über die Einstellung in den Eigenschaften der Bauteile, über die *Abrechnungsart des Gewerks* und/oder die Auswahl der entsprechenden *Reports*-Liste erfolgen.

Für die Berechnung der Schalungsflächen von Betonbauteilen sollten die *Reports* im Ordner *Gewerk* und *Beton* verwendet werden.

Hier hat man die Auswahl vordefinierter *Reports* für folgende Mengenlisten:

- Randschalung Decken
- Randschalung Fundament
- Randschalung Plattenfundament
- Schalung Decke (Untersicht)
- Schalung Öffnungen (Decke)
- Schalungen Öffnungen (Wand)
- Schalung Unterzüge
- Schalung Wände, Stützen, Wandpfeiler

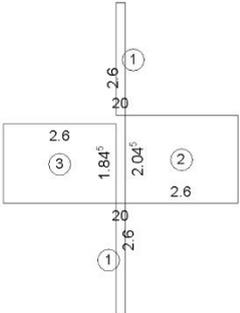
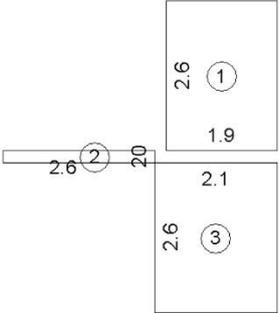
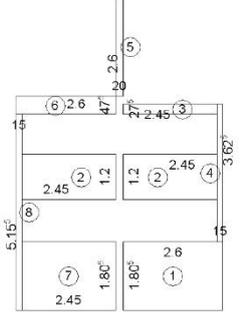
Erdgeschoss			
Höhenbereich bis 3,0 m			
Wand	d= 20 cm	2,6 m	
	0030Wa 0000000356		
	1	2*(2.600*0.200)	1,040 m <sup>2</sup>
	2	2.600*2.045	5,317 m <sup>2</sup>
	3	2.600*1.845	4,797 m <sup>2</sup>
			<b>11,154 m<sup>2</sup></b>
	0030Wa 0000000360		
	1	2.600*1.900	4,940 m <sup>2</sup>
	2	2.600*0.200	0,520 m <sup>2</sup>
	3	2.600*2.100	5,460 m <sup>2</sup>
			<b>10,920 m<sup>2</sup></b>
	0030Wa 0000000010		
	1	2.600*1.805	4,693 m <sup>2</sup>
	2	2*(2.450*1.200)	5,880 m <sup>2</sup>
	3	2.450*0.275	0,674 m <sup>2</sup>
	4	3.625*0.150	0,544 m <sup>2</sup>
	5	2.600*0.200	0,520 m <sup>2</sup>
	6	2.600*0.475	1,235 m <sup>2</sup>
	7	2.450*1.805	4,422 m <sup>2</sup>
	8	5.155*0.150	0,773 m <sup>2</sup>
			<b>18,741 m<sup>2</sup></b>

Abb. 6-16: Schalung Wände, Stützen, Wandpfeiler-Liste (Screenshot)

In Allplan wird zwischen Rohbau und Ausbau unterschieden. Dies hat den Vorteil, dass Ausbauflächen wie *Boden-, Decken- und Seitenflächen* genau, nachvollziehbar und auf den jeweiligen Raum bezogen ausgewertet werden können. Die Verschneidung der Ausbaufäche *Seitenfläche* wird als Gehrung erzeugt. Laibungen von Fenster- und Türöffnungen werden, je nach Art (z.B. Stockrahmen bzw. Futtertür) und Einstellung der Laibungsausbildung des eingefügten Öffnungselements, berücksichtigt und innerhalb des Öffnungselements erzeugt und ausgewertet. Die Fläche der Laibungen für Fenster und Türöffnungen wird über das Material berechnet. Das ist in der Reportliste lediglich bei der Flächenberechnung der Gesamtfläche ersichtlich. Die Laibungslänge dieser Öffnungen wird jedoch separat ausgewertet.

**Ausbau Seitenflächen**

Projekt: BIM\_Netto\_Massen  
 Ersteller:  
 Datum / Zeit: 15.07.2019 /  
 Hinweis: Sämtliche Öffnungen werden berücksichtigt.

Material pro Geschoss [Seitenflächen]		Erdgeschoss	Gesamt
Putz	m <sup>2</sup>	101,720	101,720
Material pro Geschoss [Leibungslänge]		Erdgeschoss	Gesamt
Putz	m	19,250	19,250

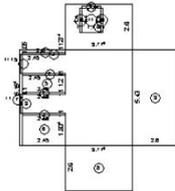
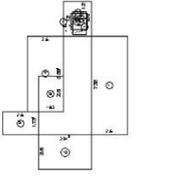
Material	Raumbezeichnung	Gewerk	Abmessungen	Dicke [cm]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Leibung [m]
<b>Erdgeschoss</b>						
<b>Putz</b>						
		10 Putz	(1.050*0.110+4*(2.450*0.110)+2*(1.100*0.110)+2.600*0.275+2.450*1.200+2.450*1.805+5.155*0.150+2*(3.775*2.600)+5.430*2.600+2*(1.400*0.110)-(1.400*1.100))	1,50	42,802	15,850
		10 Putz	(7.320*2.600+2*(1.200*0.100)+1.000*0.100+1.200*1.000+2.600*2.115-(1.200*1.000)+5.585*2.600+2.600*1.830+2.600*1.735+3.945*2.600)	1,50	58,918	3,400
<b>Summe Putz</b>					<b>101,720</b>	<b>19,250</b>
<b>Summe Erdgeschoss</b>					<b>101,720</b>	<b>19,250</b>
<b>Gesamtsumme</b>					<b>101,720</b>	<b>19,250</b>

Abb. 6-17: Liste Ausbau Seitenflächen (Screenshot)

**Auswertung:**

Auswertungen erfolgen in Allplan über sogenannte *Reports*-Listen. Diese sind vordefiniert und in der Software hinterlegt. Zudem wird bei einigen dieser Listen nach VOB-Richtlinien ausgewertet. Es können Listen von Gewerken oder Ausbaustufen Rohbau bzw. Ausbau erzeugt werden. Ein Vorteil dieser *Reports*-Listen ist, dass die Möglichkeit besteht, die berechneten Bauteile zusätzlich zur Berechnung grafisch darstellen zu lassen und dadurch die Nachvollziehbarkeit der Mengenermittlung zu erleichtern.

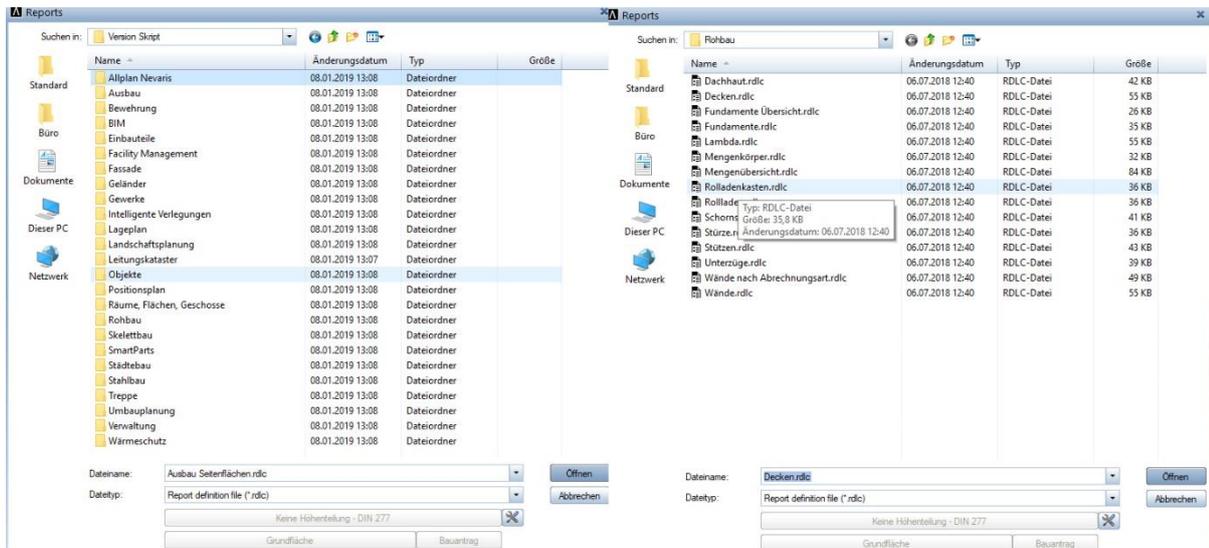


Abb. 6-18: Auflistung Reports-Kategorien und Reports-Listen der Kategorie Rohbau (Screenshot)

<b>Estrich</b>					<b>38,392 m2</b>
0030Bffl0000016521/04	Schüttung	Raum 2	5.585*2.115+3.945*1.735		18,657 m2
0030Bffl0000015217/04	Schüttung	Raum 1	1.050*0.110+1.100*0.110+5.430*3.775-(1.000*1.000)		19,735 m2
<b>Fenster</b>					<b>2,000 St</b>
0030Mak0000001185	Fenster	Raum 1	1.000000		1,000 St
0030Mak0000001151	Fenster	Raum 1	1.000000		1,000 St
<b>Folie</b>					<b>38,392 m2</b>
0030Bffl0000016521/03	Schüttung	Raum 2	5.585*2.115+3.945*1.735		18,657 m2
0030Bffl0000015217/03	Schüttung	Raum 1	1.050*0.110+1.100*0.110+5.430*3.775-(1.000*1.000)		19,735 m2
<b>Putz</b>					<b>145,599 m2</b>
0030Dffl0000016520/01	Putz	Raum 2	5.585*2.115+3.945*1.735		18,657 m2
0030Dffl0000015216/01	Putz	Raum 1	5.430*3.775		20,498 m2
0030Sffl0000015215/01	Putz	Raum 1	2*(5.430*2.600)+2*(3.775*2.600)		47,866 m2
0030Sffl0000016519/01	Putz	Raum 2	7.320*2.600+2.600*2.115+5.585*2.600+2.600*1.830+2.600*1.735+3.945*2.600		58,578 m2
<b>STB-Beton</b>					<b>7,133 m3</b>
0030Fen0000001035	Fensteröffnung		(-1.100*0.200*2.450))		-0,539 m3
0030Tür0000000926	Türöffnung		(-1.050*0.200*2.450))		-0,515 m3
0030Wa 0000000356	STB-Beton		(2.045*0.200*2.600)		1,063 m3
0030Wa 0000000360	STB-Beton		(2.100*0.200*2.600)		1,092 m3

Abb. 6-19: Auswertung Report Mengen – Auer (Screenshot)

**Betonarbeiten**

Projekt: BIM\_Netto\_Massen  
 Ersteller:  
 Datum / Zeit: 15.07.2019 /  
 Hinweis: Öffnungen werden in Abhängigkeit der Abrechnungsregeln berücksichtigt.

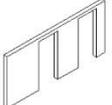
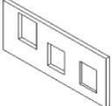
Material	Kurztext/Bauteil Nr.	Abmessungen	Menge Einheit
<b>Abrechnungseinheit: m³</b>			
<b>STB-Beton</b>			
	Stahlbeton 0030Wa 0000000356	2.045*0.200*2.600	1,063 m³
			1,063 m³
	0030Wa 0000000010	5.630*0.200*2.600	2,928 m³
		-(1.050*0.200*2.450)	-0,515 m³
		-(1.100*0.200*2.450)	-0,539 m³
			1,874 m³
	0030Wa 0000000013	6.200*0.200*2.600	3,224 m³
		-(1.000*0.100*1.200)	-0,120 m³
			3,104 m³
	0030Wa 0000000360	2.100*0.200*2.600	1,092 m³
			1,092 m³
	<b>Summe: STB-Beton</b>		<b>7,133 m³</b>
<b>Gesamtsumme Abrechnungseinheit: m³</b>			<b>7,133 m³</b>

Abb. 6-20: Auswertung Report Betonarbeiten (Screenshot)

Die Allplan „Desgin2Cost“ Methode besteht aus 3 Komponenten:

- Modellersoftware Allplan
- Verwendung der Allplan IBD-Planungshilfe (Intelligente BauDaten), welche fachspezifische Bauteile mit grafischen und alphanumerischen Informationen enthält
- Software Nevaris

### 6.2.3 Revit

Autodesk Revit Architecture ist die weltweit am meisten verbreitete Modellierungssoftware für den Architekturbereich. Ursprünglich wurde die Software von dem Start-up Unternehmen Revit Technology Corporation entwickelt und im Jahre 2002 von der Firma Autodesk übernommen. Als BIM Modellierungsprogramm erfolgt in Revit die Datenablage in einer Datenbank. Die einzelnen im Programm vielfältig parametrisierbaren Elemente und Komponenten werden als Familien bezeichnet. Eine große Anzahl an Bauprodukten wird von Drittanbietern als parametrische Familienobjekte zur Verwendung in Revit erstellt. Ein weiteres Merkmal dieser Software ist das bi-direktionale Arbeiten einerseits im Modell und den Plänen und andererseits bei der Bearbeitung von Modellelementattributen im Modell und in Listen.

In Revit sind Einzelmodule für Architektur, Haustechnik und die Tragwerksplanung beinhaltet, wodurch Revit eine „closed BIM“ Arbeitsweise ermöglicht. Zudem werden darin offene Schnittstellen wie u.a. IFC unterstützt. [14]

#### 6.2.3.1 Grundlagen für die Auswertung

Nachfolgend werden einige für die Verwendung von Revit wesentliche Merkmale vorgestellt:

##### Wand:

Ein Merkmal bei der Modellierung von Wänden in Revit ist die Abhängigkeit der Basislinie. Diese dient zur Orientierung der Wandausrichtung. Die Basislinie ist durch einen Punkt am Anfang und Ende der Wand sichtbar, wenn die jeweilige Wand ausgewählt und dadurch markiert wird. Die Ausrichtung der Wand lässt sich durch das Anklicken eines Doppelpfeiles ändern.

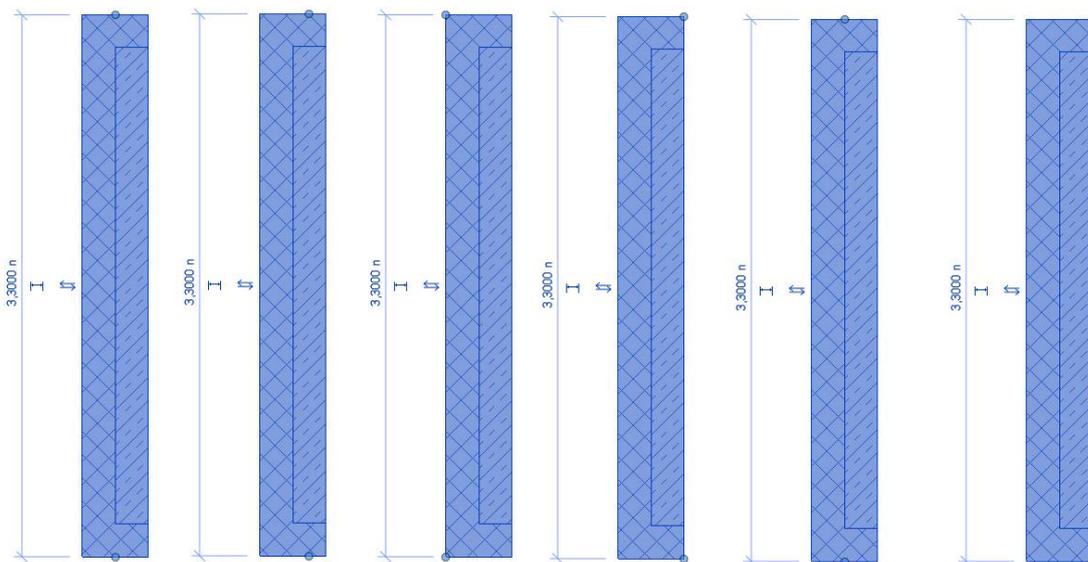


Abb. 6-21: 1 Bauteilschichten

Die Einstellung der Basislinie ist bei der Modellierung von mehrschichtigen Wand-Bauteilen relevant, da dadurch die Orientierung von tragender und nichttragender Schicht möglich ist. Dabei sollte beachtet werden, dass zuerst im Wandaufbau definiert wird, was zum Kern (Tragende Schicht) gehört und was außerhalb vom Kern (nichttragende Schicht) platziert ist. Dies wird in den Typeneigenschaften der Wand unter *Konstruktion – Bearbeiten* eingestellt. In Abb. 6-21 ist beispielhaft eine Stahlbetonwand und eine Wärmedämmung mit der Stärke von jeweils 20 cm dargestellt. Dabei wird folgende Kennzeichnung in der Abfolge der Wände von links nach rechts dargestellt: 1 Wandachse, 2 Kernachse, 3 Nichttragende Schicht: Außenkante, 4 Nichttragende Schicht: Innenkante, 5 Tragende Schicht: Außenkante, 6 Tragende Schicht: Innenkante

Ein weiteres Merkmal bei der Modellierung von Wänden ist die Verschneidung der Wände miteinander. In Revit gibt es mehrere Möglichkeiten, Wände miteinander zu verschneiden. Diese Möglichkeiten wirken sich zudem auf die Mengenergebnisse aus. Auf diese Art kann gesteuert werden, welche Wände durchgehen und welche Wände andere Wände berühren. Eine weitere Einstellung ist, die Wandverbindung an den Enden nicht zuzulassen. Das wäre jedoch bei Anwendung im gesamten Projekt nicht sinnvoll und effizient. Folgende Arten von Wandverbindungen sind in Revit vorhanden: stumpf, mit Gehrung, rechtwinklig.

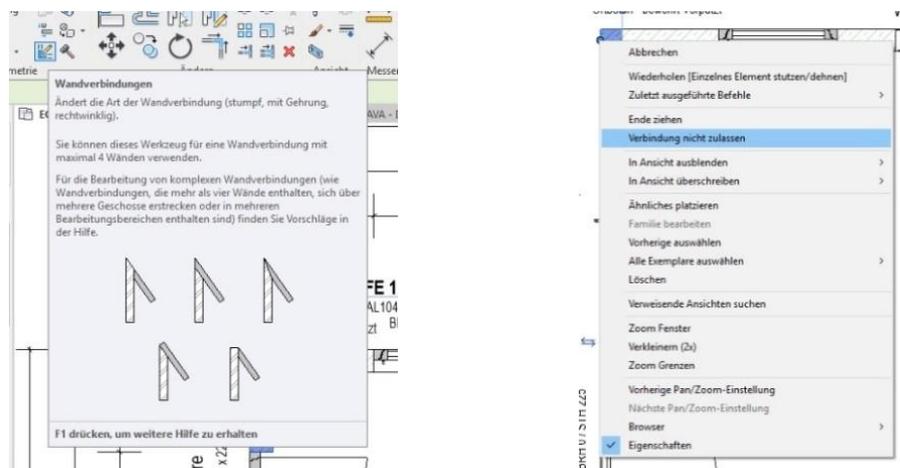


Abb. 6-22 - Abb. 6-23: Wandverbindungen, Wandverbindungen nicht zulassen

#### Auswertung:

##### Breite der Wand:

- es wird immer die Gesamtbreite angegeben
- bei mehrschichtigem Aufbau: keine Aufteilung der Schichten

##### Länge der Wand:

- die Länge der Wand wird über die Wandachse ermittelt.
- bei Verschneidungen (Innen/Außenecke) ist die Länge um die halbe Wandbreite verkürzt.

**Fläche der Wand:**

- Netto-Fläche
- keine Unterscheidung von Innen und Außen
- wird nur eine Fläche berechnet
- Berechnung mit wahrer Länge (abhängig von der Verschneidung der Wände)
- Enthaltene Öffnungen und Durchbrüche/Aussparungen werden berücksichtigt und abgezogen, sind aber in den Listen nicht ersichtlich (ev. Ersatz durch eigene Parameter)
- Bei mehrschichtigem Aufbau wird die Wandachse für die Berechnung verwendet. Zudem werden bei der Auswertung über eine Materialliste die einzelnen Schichten ausgewertet. Diese werden jedoch von der Wandachse ausgehend berechnet.
- Keine Berechnung der Seitenflächen
- Bei Änderung des Wandprofils wird die Wand als volle Scheibe betrachtet -> Mengenermittlung nach Gesamthöhe

**Volumen der Wand:**

- Netto-Volumen
  - Korrekte Berechnung (abhängig von der Verschneidung der Wände)
  - Enthaltene Öffnungen und Durchbrüche/Aussparungen werden berücksichtigt und abgezogen, sind aber in den Listen nicht ersichtlich (ev. Ersatz durch eigene Parameter)
- Öffnungen müssen über *Fenster-* und *Türlisten*, Aussparungen und Durchbrüche über eine *Allgemeines Modell*-Liste ermittelt werden.

**Geschossdecke/Decke:**

Für die Modellierung einer Geschoßdecke/Decke wird der Umriss durch 2D Linien definiert und dann auf die in den Typeneigenschaften unter Konstruktion definierte Stärke extrudiert. Auf diese Weise können Öffnungen direkt mit der Geschoßdecke/Decke miterstellt werden. Ein Nachteil ist, dass auf diese Art nur die Netto-Masse der Decke ausgewertet wird.

Der Unterschied zwischen einer *Geschoßdecken*-Familie und einer *Decken*-Familie ist, dass die *Decken*-Familie in Revit als abgehängte Decke interpretiert wird. In der *Geschoßdecken*-Familie ist zudem der Fußboden (als mehrschichtiger Aufbau) enthalten.

Zur Modellierung eines Gefälles in eine Geschoßdecke fügt man dieser Unterelemente wie Punkte oder Linien hinzu und ändert dann die Höhe der Punkte oder Linien. Die Einstellung Standarddicke kann beibehalten werden oder durch die Auswahl „Variabel“ in den Typeneigenschaften der Geschossdecke eingestellt werden. Diese Einstellung wird bei der Auswertung des Volumens berücksichtigt.

*Auswertung:*

## Dicke Geschoßdecke/Decke:

- Es wird die Gesamtdicke angegeben.  
Bei mehrschichtigem Aufbau -> keine Aufteilung der Schichten
- Möglichkeit Geschoßdecke im Gefälle -> gleichbleibende oder variable Dicke

## Umfang Geschoßdecke/Decke:

- Netto-Umfang
- ergibt sich aufgrund der Außenkontur
- in die Geschoßdecke mitmodellerte Öffnungen werden nicht mitberechnet

## Fläche Geschoßdecke/Decke:

- Netto-Fläche
- wird nur die im Grundriss sichtbare Fläche der Geschoßdecke/Decke berechnet
- Als *Allgemeines Modell* hinzugefügte Aussparungen/Durchbrüche werden berücksichtigt, müssen aber in einer *Allgemeines Modell*-Liste ausgewertet werden.
- Seitenflächen werden nicht berechnet

## Volumen Geschoßdecke/Decke:

- Netto-Volumen
- Als *Allgemeines Modell* hinzugefügte Aussparungen/Durchbrüche werden berücksichtigt, müssen aber in einer *Allgemeines Modell*-Liste ausgewertet werden.

**Öffnungen:***Durchbrüche und Aussparungen:*

Durchbrüche und Aussparungen werden als *Allgemeines Modell* in die jeweiligen Bauteile (Wand, Geschoßdecke, Decke, Dach, Fundament) platziert und können durch die Bauteilliste *Allgemeines Modell* und dem Hinzufügen der folgender Parameter ausgewertet werden:

- Aussparung Breite, Höhe und Tiefe
- Volumen
- Durchbruch (Ja/Nein)
- Art (Durchbruch bzw. Aussparung)
- Form, wobei die Form und Art in den Familien und Typ-Parametern beschrieben sind und danach benutzerseitig sortiert, gegliedert und ausgewertet werden kann.

Für die Auswertung der Fläche und des Volumens des Durchbruchs bzw. der Aussparung kann entweder ein Berechnungsparameter in der Bauteilliste ergänzt werden (Befehl: *Berechneten Parameter hinzugefügten*) oder ein Berechnungsparameter in der jeweiligen Familie hinzugefügt werden.

Das Ergänzen eines Parameters in der Bauteilliste durch den Befehl *Berechneten Parameter hinzufügen* hat den Nachteil, dass er gelöscht wird, wenn er aus der Liste *Felder* entfernt wird. Demgegenüber kann ein Berechnungsparameter einer Familie in die Liste hinzugefügt oder entfernt werden.

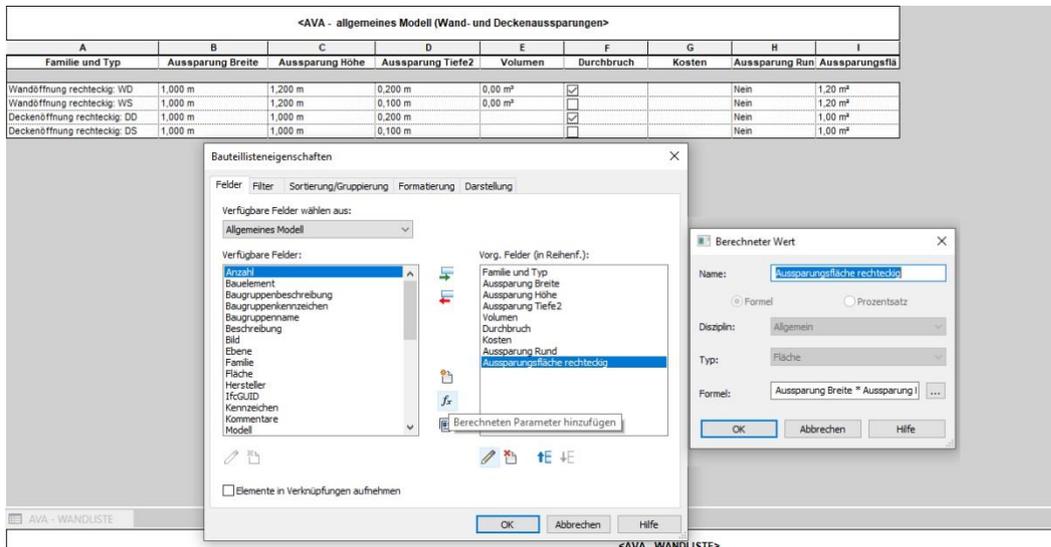


Abb. 6-24: Hinzufügen eines Berechnungsparameters in eine Bauteilliste

## Fenster und Türen:

Fenster und Türen sind basisbauteilabhängige Elemente und können jeder Art von Wänden (bzw. bei Dachfenstern einem Dach) hinzugefügt werden. Deren Öffnungen werden durch in der Fenster- bzw. Türfamilie erzeugte Abzugskörper automatisch von der Wand abgezogen. Anschließend wird das Fenster oder die Tür in die Öffnung eingefügt.

Durch die folgenden Merkmale und Parameter können Fenster-, Fenstertür- und Türöffnungen aufgelistet bzw. ausgewertet werden:

- Typ: es ist von Vorteil bei Änderungen in Breite und/oder Höhe einen neuen Typen anzulegen, sodass nach diesem sortiert/gruppirt werden kann
- Einbautiefe: Parameter für die Berechnung der Laibungsfläche
- Rahmentiefe: Parameter für die Berechnung der Laibungsfläche
- Rohbaubreite und -höhe: Parameter für die Berechnung der Laibungsfläche innen
- AL\_Abzug oben/unten/seitlich: Wert, der den Überstand auf der Außenseite definiert, für die Berechnung der Architekturlichte und der Laibungsfläche außen
- Flügelbreite: Parameter zur Berechnung der Fensterfläche

## Auswertung:

- Laibungsflächen: werden in der Bauteilliste nicht aufgelistet, nur durch das Hinzufügen von Berechnungsparametern ermittelbar (über die Bauteilliste bzw. bei Familie hinzufügen)

- Fläche: diese wird automatisch vom Basisbauteil abgezogen, aber in der Bauteilliste nicht aufgelistet, nur durch Hinzufügen von Berechnungsparametern (Bauteilliste bzw. bei Familie hinzufügen)
- Volumen: das Öffnungsvolumen wird automatisch vom Basisbauteil abgezogen aber nicht in der Bauteilliste aufgelistet, nur durch das Hinzufügen von Berechnungsparametern ermittelbar (über die Bauteilliste bzw. bei Familie hinzufügen)
- Anzahl
- Rohbau Breite/Höhe
- Architekturlichte Breite/Höhe
- Glasfläche
- Öffnungsart
- Typ
- Schwelle/Brüstungshöhe

Im nachfolgenden Beispiel wurden innerhalb Abb. 6-25 und Abb. 6-26 Berechnungsparameter für die Laibungsauswertung hinzugefügt. Konkret wurde einer Fensterfamilie ein Bemessungsparameter für die Berechnung der Außenlaibungsfläche hinzugefügt.

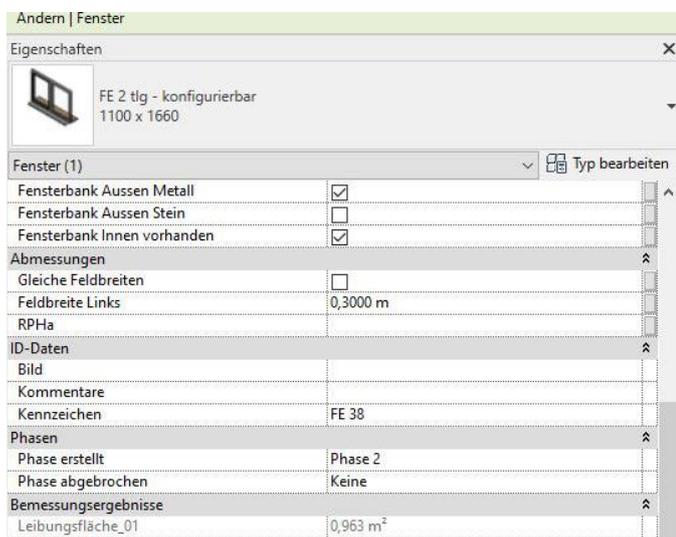


Abb. 6-25: Laibungsflächenparameter in der Fensterfamilie

<AVA - FENSTERLISTE>							
r	C Familie	D Typ	E Rohbaumaße		G BRH	H UK ST	I Laibungsfläche Außen
			Breite	Höhe			
	FE 2 tlg - konfigurierbar	1100 x 1660	1,100 m	1,660 m	0,870 m	2,530 m	0,96 m²
	FE 2 tlg - konfigurierbar	1100 x 1660	1,100 m	1,660 m	0,870 m	2,530 m	0,96 m²
	FE 2 tlg - konfigurierbar	1100 x 1660	1,100 m	1,660 m	0,870 m	2,530 m	0,96 m²
	FE 2 tlg - konfigurierbar	1100 x 1660	1,100 m	1,660 m	0,870 m	2,530 m	0,96 m²

Abb. 6-26: Laibungsflächen in der Auswertung

## Räume:

Räume werden in Revit einerseits durch umschließende Wände oder Bauteile, welche die Eigenschaft Raumbegrenzung haben, und andererseits anhand einer Rauntrennungslinie definiert. Innerhalb von Räumen werden lediglich der Umfang, die Grundfläche und das Volumen berechnet. Fußboden-, Decken- und Wandflächen können einem Material zugewiesen werden, es wird jedoch keine Fläche ausgewertet.

<RÄUME - nach Ebene mit Fläche & Umfang>												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Ebene	Nr	Name	Brutto	Umfang	Deckenoberfläch	Wandoberfläche	Sockelleiste	Volumen	Putzabzug	Schlüssel Putza	Lichte Höhe	Fußboden
EG-OK FFB	1	Raum	21,38 m <sup>2</sup>		1873,6 cm	Putz		55,59 m <sup>3</sup>	0,010 m	1 cm	2,600 m	Parkett
EG-OK FFB	2	Raum	18,41 m <sup>2</sup>		2270,0 cm	Putz		47,87 m <sup>3</sup>	0,010 m	1 cm	2,600 m	PVC
EG-OK FFB			39,80 m <sup>2</sup>									
Gesamt: 2			39,80 m <sup>2</sup>									

Abb. 6-27: Raumliste

## Auswertung:

Für die Auswertung von Mengen in Revit werden sogenannte Bauteil- oder Materiallisten erzeugt. Diese sind entweder in der Software bereits vorhanden, oder können projekt- bzw. benutzerspezifisch mit den gewünschten Parametern für die Auswertung erstellt werden. Anhand von *Filtern* und *Sortier-/Gruppierungen* von den gewünschten Parametern kann diese Liste spezifischer dargestellt werden.

- Wand: Länge wird immer von der Wandachse ausgehend ermittelt
- Fläche: Berechnung mit wahrer Länge; es wird nur eine Wandseite gerechnet
- Volumen: Berechnung korrekt, mit Abzug der Öffnungen
- Öffnungen: Fenster- und Türöffnungen über Fenster- und Türlisten, Leibungsflächen werden nicht ausgegeben -> Parameter hinzufügen
- Aussparungen/Durchbrüche über eigene Familien -> als Allgemeines Modell -> Ermittlung der Größen (für die Aussparungen/Durchbrüche werden die Familien des RUG-Contents verwendet)
- Ermittlung der Seitenflächen: nicht möglich, ev. mit eigenem Parameter
- Bei Änderung des Wandprofils wird die Wand als volle Scheibe behandelt/angesehen -> Mengenermittlung nach Abhängigkeit Unten und Oben
- Fläche und Volumen: je nach Wandverschneidung/Wandverbindung andere Werte

Genauere Mengen werden über die Auswertung einer Materialliste oder über die Erweiterung Raum- und Gebäudebuch (Revit intern) ermittelt. Zudem sollten mehrschichtige Aufbauten von Bauteilen für genauere Mengenermittlungen in Einzelschichten aufgeteilt werden (Wände und Decken).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Aufteilung der Schichten: siehe <https://forums.autodesk.com/t5/revit-bim-360-deutsch/bauteile-fur-mengenermittlung-teilen/td-p/6409914>

**Bauteilliste:**

Das Erzeugen einer Bauteilliste wird in den nachfolgenden Abbildungen Abb. 6-28 bis Abb. 6-31 dargestellt:

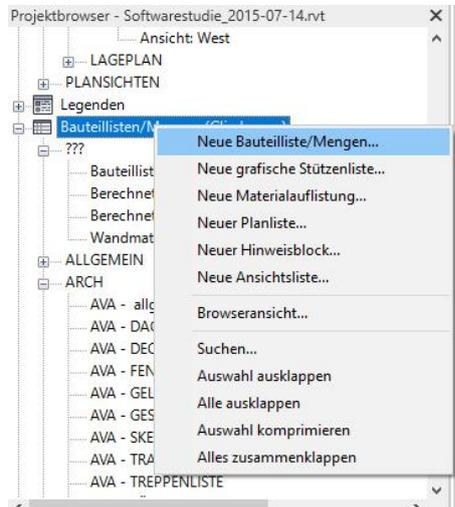


Abb. 6-28: Auswahl Neue Bauteilliste

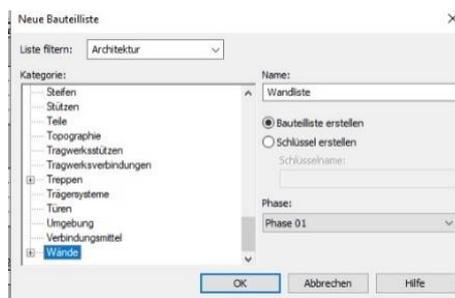


Abb. 6-29: Auswahl der Kategorie der Bauteilliste, Beispiel Wände<sup>2</sup>

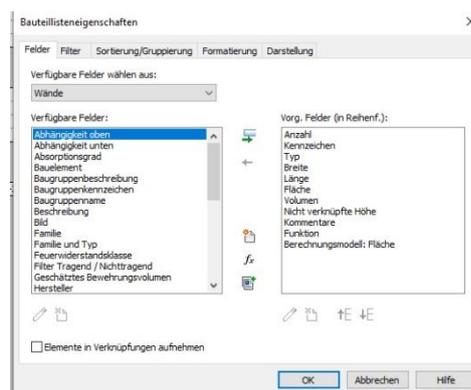


Abb. 6-30: Hinzufügen der auszuwertenden Parameter für Wände

<sup>2</sup> Phase Einstellen; bei Umbauarbeiten kann nach Abbruch, Bestand und Neu gefiltert werden

Schließen <AVA - WANDLISTE>											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
Anzahl	Kennzeichen	Typ	Breite	Länge	Fläche	Volumen	Nicht verknüpfte	Kommentare	Funktion	Berechnung	
<b>GK 125</b>											
1		GK 125	0,125 m	1,900 m	5,50 m <sup>2</sup>	0,69 m <sup>3</sup>	2,800 m		Innen		
1		GK 125	0,125 m	5,593 m	13,14 m <sup>2</sup>	1,64 m <sup>3</sup>	2,800 m		Innen		
1		GK 125	0,125 m	4,038 m	11,48 m <sup>2</sup>	1,44 m <sup>3</sup>	2,800 m		Innen		
1		GK 125	0,125 m	7,438 m	18,58 m <sup>2</sup>	2,32 m <sup>3</sup>	2,800 m		Innen		
					48,70 m <sup>2</sup>	6,09 m <sup>3</sup>					
<b>STB 200</b>											
1		STB 200	0,200 m	5,630 m	11,06 m <sup>2</sup>	2,21 m <sup>3</sup>	2,800 m		Außen	10,50 m <sup>2</sup>	
1		STB 200	0,200 m	6,300 m	14,62 m <sup>2</sup>	2,80 m <sup>3</sup>	2,800 m		Außen	14,90 m <sup>2</sup>	
1		STB 200	0,200 m	2,100 m	5,88 m <sup>2</sup>	1,18 m <sup>3</sup>	2,800 m		Außen	5,88 m <sup>2</sup>	
1		STB 200	0,200 m	1,970 m	5,23 m <sup>2</sup>	1,05 m <sup>3</sup>	2,800 m		Außen	5,51 m <sup>2</sup>	
					36,79 m <sup>2</sup>	7,24 m <sup>3</sup>					
<b>STB+WD 200+200</b>											
1		STB+WD 200+200	0,400 m	3,300 m	9,24 m <sup>2</sup>	3,70 m <sup>3</sup>	2,800 m		Außen	9,24 m <sup>2</sup>	
					9,24 m <sup>2</sup>	3,70 m <sup>3</sup>					
Gesamt: 9					94,73 m <sup>2</sup>	17,02 m <sup>3</sup>					

Abb. 6-31: Fertige Liste der Wände

## Materialliste:

Das Erzeugen einer Materialliste wird in den nachfolgenden Abbildungen Abb. 6-32 bis Abb. 6-37 dargestellt:

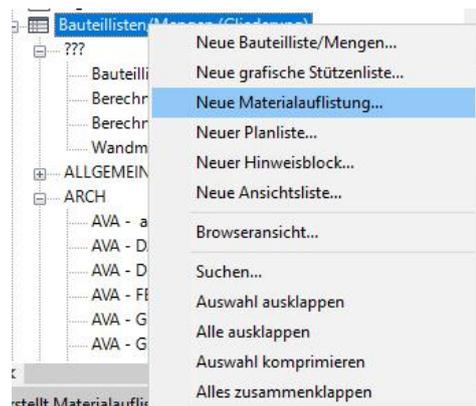
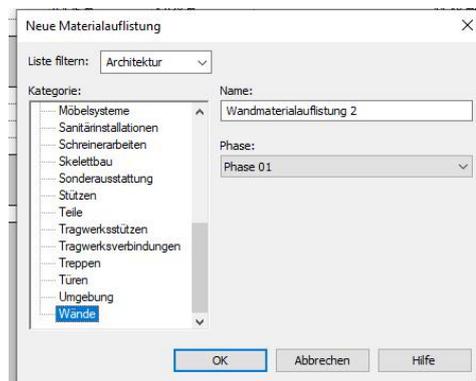


Abb. 6-32: Auswahl Neue Materialliste

Abb. 6-33: Kategorie wählen (Wände)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Phase Einstellen; bei Umbauarbeiten kann nach Abbruch, Bestand und Neu gefiltert werden

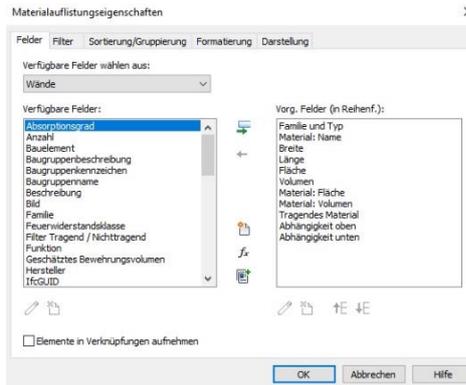


Abb. 6-34: Auswahl der gewünschten Parameter für die Auswertung

<Wandmaterialauflistung>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Familie und Typ	Material: Name	Breite	Länge	Fläche	Volumen	Material: Fläche	Material: Volume	Tragendes Mate	Abhängigkeit ob	Abhängigkeit un
Dämmung - hart										
Basiswand: STB+WD 200+200	Dämmung - hart	0,400 m	3,300 m	9,24 m²	3,70 m³	9,24 m²	1,85 m³	Ortbeton - bewehrt	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Dämmung - weich										
Basiswand: GK 125	Dämmung - weich	0,125 m	1,900 m	5,50 m²	0,69 m³	5,50 m²	0,41 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: GK 125	Dämmung - weich	0,125 m	5,593 m	13,14 m²	1,64 m³	13,14 m²	0,99 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: GK 125	Dämmung - weich	0,125 m	4,038 m	11,48 m²	1,44 m³	11,48 m²	0,86 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: GK 125	Dämmung - weich	0,125 m	7,438 m	18,58 m²	2,32 m³	18,58 m²	1,39 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Ortbeton - bewehrt Verputzt										
Basiswand: STB 200	Ortbeton - bewehrt	0,200 m	5,630 m	11,06 m²	2,21 m³	11,06 m²	2,21 m³	Ortbeton - bewehrt	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: STB 200	Ortbeton - bewehrt	0,200 m	6,300 m	14,62 m²	2,80 m³	14,62 m²	2,80 m³	Ortbeton - bewehrt	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: STB+WD 200+200	Ortbeton - bewehrt	0,400 m	3,300 m	9,24 m²	3,70 m³	9,24 m²	1,85 m³	Ortbeton - bewehrt	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: STB 200	Ortbeton - bewehrt	0,200 m	2,100 m	5,88 m²	1,18 m³	5,88 m²	1,18 m³	Ortbeton - bewehrt	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: STB 200	Ortbeton - bewehrt	0,200 m	1,970 m	5,23 m²	1,05 m³	5,23 m²	1,05 m³	Ortbeton - bewehrt	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Ortbeton - bewehrt Verputzt: 5										
Trockenbau - Gipsplatte										
Basiswand: GK 125	Trockenbau - Gips	0,125 m	1,900 m	5,50 m²	0,69 m³	21,98 m²	0,27 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: GK 125	Trockenbau - Gips	0,125 m	5,593 m	13,14 m²	1,64 m³	52,55 m²	0,66 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: GK 125	Trockenbau - Gips	0,125 m	4,038 m	11,48 m²	1,44 m³	45,92 m²	0,57 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Basiswand: GK 125	Trockenbau - Gips	0,125 m	7,438 m	18,58 m²	2,32 m³	74,33 m²	0,93 m³	Dämmung - weich	Bis Ebene: EG- UK	EG- OK RFB
Trockenbau - Gipsplatte: 4										

Abb. 6-35: Wandmaterialauflistung

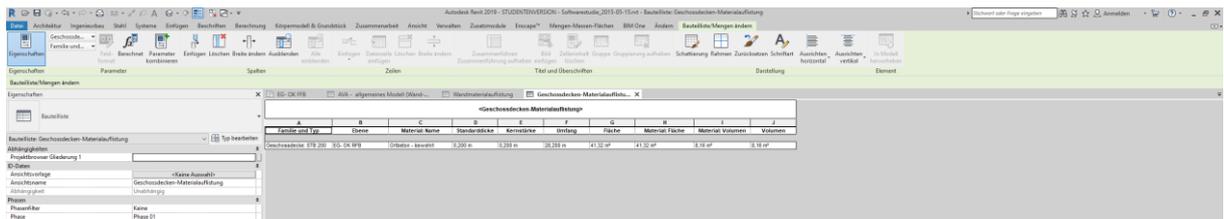


Abb. 6-36: Deckenmaterialauflistung

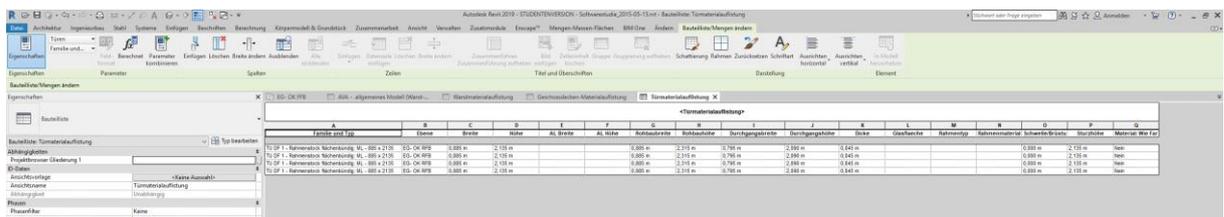


Abb. 6-37: Türmaterialauflistung

Allgemein:

- Bei Materialauflistungen muss mindestens ein Material ausgewählt werden.
- In Bezug auf Wand- und Deckenauswertungen ist das Arbeiten mit einer Materialauflistung genauer. Speziell bei mehrschichtigen Bauteilen wie bei Trockenbauwänden werden auf diese Weise die einzelnen Materialien ausgewertet.
- Die Erzeugung einer Bauteilliste wird bei Fenstern und Türen sowie Öffnungen wie Aussparungen und Durchbrüche empfohlen.

### Revit Raum- und Gebäudebuch:

Mit der Erweiterung "Roombook Areabook Buildingbook for Revit 2019" bzw. "Revit Roombook 2018.1 Extension" können Flächen-Berechnungen, Bauteilmassen-Berechnungen und Raummassen-Berechnungen durchgeführt werden.

#### Bauteilmassenberechnung:

Bei den Berechnungseinstellungen kann die Größe definiert werden, die bei der Berechnung ignoriert werden soll. Voreingestellt ist die VOB Standard (Deutschland). Bei *Bauteilmassen berechnen* kann für die Berechnung nach Ebenen, Kategorien, Familien und Typen gefiltert werden.

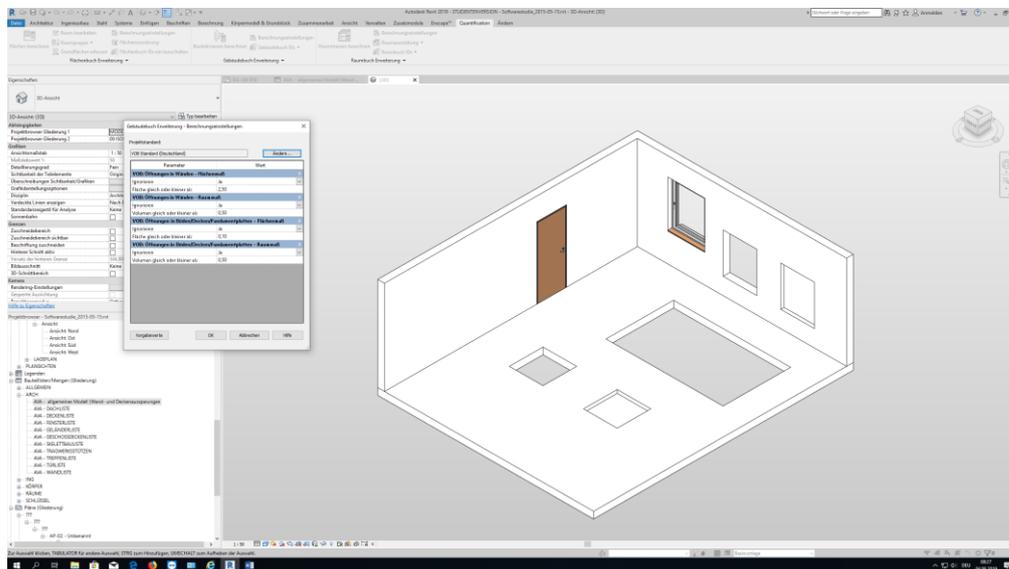


Abb. 6-38: Berechnung der Bauteilmassen

Nach der Berechnung wird das Ergebnis angezeigt. Dabei besteht die Möglichkeit, dass mit Hilfe von Filtern nur entsprechende Bauteile/Elemente angezeigt werden.

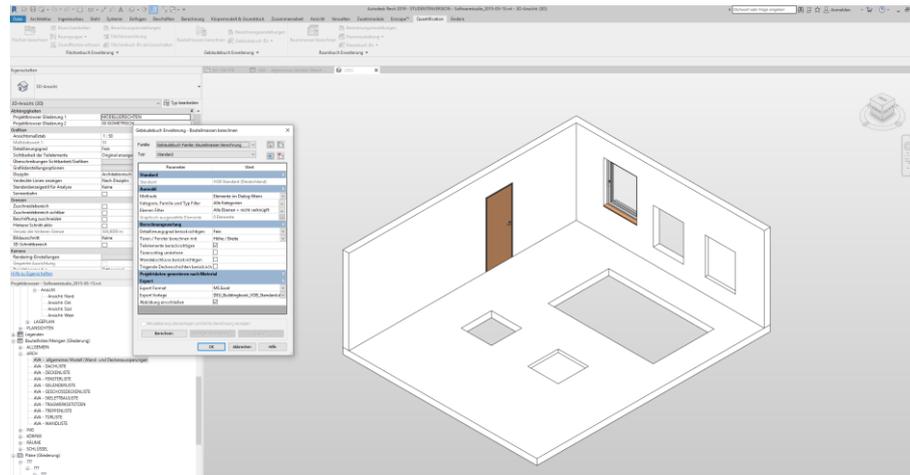


Abb. 6-39: Darstellung des Ergebnisses

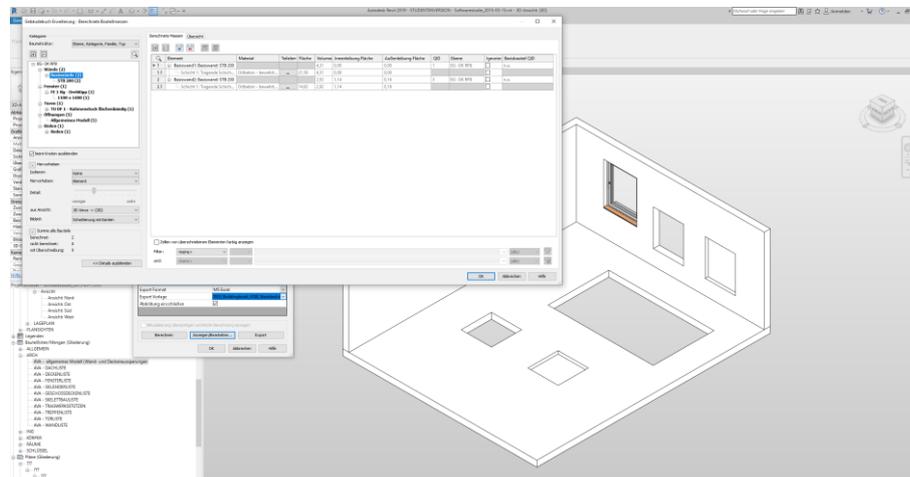


Abb. 6-40: Export der Bauteilliste

Der Export dieser Liste ist als MS-Excel oder CSV Datei möglich. In Abb. 6-41 ist der Export in eine MS-Excel Liste dargestellt. Der Vorteil dieser Liste ist, dass man für die Leibungsflächen (außen und innen) Werte erhält, was bei der Ausgabe einer herkömmlichen Bauteilliste nicht möglich ist.

Auswahl: 2 Basiswände, 1 Fenster, 1 Türen, 5 Öffnungen, 1 Böden  
 Projektstandard: VOB Standard (Deutschland)

Projekt Übersicht											
Kategorie	Familie	Typ	Material	Anzahl	Fläche / Ober- fläche	Volumen	Länge	Umfang	Innen Leibung Fläche	Außen Leibung Fläche	Seiten- fläche
Wände	Basiswand	<Alle Typen>	<Elemente>	2	-	-	-	-	-	-	-
		STB 200	Ortbeton - bewehrt Verputzt	-	36,18	-	7,24	-	-	1,14	0,16
Fenster	FE 1 tlg - DrehKipp	1100 x 1400	<Elemente>	2	-	-	-	-	-	-	-
			Ortbeton - bewehrt Verputzt	-	36,18	-	7,24	-	-	1,14	0,16
Türen	TU DF 1 - Rahmenstock flächenbündig	ML - 885 x 2135	<Elemente>	1	8,02	-	-	20,800	-	-	-
			Kunststoff - grau 70-70-70; Holz	1	8,02	-	-	20,800	-	-	-
Öffnungen	Allgemeines Modell	Deckenöffnung rechteckig: DD	<Elemente>	1	1,89	-	-	6,040	-	-	-
		Deckenöffnung rechteckig: DS	<Elemente>	2	7,96	1,59	-	14,953	-	-	-
		Wandöffnung rechteckig: WD	<Elemente>	1	1,00	0,10	-	4,000	-	-	-
		Wandöffnung rechteckig: WS	<Elemente>	1	1,20	0,15	-	4,400	-	-	-
Böden	Böden	<Alle Typen>	<Elemente>	1	0,77	0,16	-	3,690	-	-	-
			Ortbeton - bewehrt	1	-	-	-	-	-	-	-
		STB 200	Ortbeton - bewehrt	-	41,32	8,46	-	43,153	-	-	8,63
			Ortbeton - bewehrt	1	-	-	-	-	-	-	
			Ortbeton - bewehrt	-	41,32	8,46	-	43,153	-	-	8,63

Abb. 6-41: Bauteilliste in MS Excel



## 7 Fazit

In diesem Zwischenbericht wird der derzeitige Stand der Erkenntnisse des Forschungsprojekts BIM Netto-Massen dargestellt. Dabei werden die für das Forschungsprojekt erforderlichen Grundlagen beschrieben und ein Überblick über die einzelnen damit verknüpften Themenbereiche der Kalkulation und Modellierung anhand von BIM vermittelt.

Hinsichtlich der Kalkulation werden wesentliche Rahmenbedingungen und Erkenntnisse innerhalb des Forschungsprojekts angeführt. Als Einführung in die Kalkulation werden themenbezogene Inhalte der Kalkulation zusammenfassend dargestellt. Zudem wird eine Begriffserklärung hinsichtlich der Kosten- und Preisermittlung durchgeführt, welche als Basis für die Verwendung der Begriffe innerhalb des Forschungsprojekts dient.

Bezüglich der im Forschungsprojekt verwendeten Softwareprodukte werden die spezifischen Merkmale von diesen Programmen dargestellt und die für das Forschungsprojekt relevanten Erkenntnisse angeführt. Aufgrund der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der verwendeten Programme wurde eine detaillierte Betrachtung und Dokumentation derer auf Basis von Studien durchgeführt. Darauf aufbauend sollte die nachfolgende Anwendung der im Forschungsprojekt verwendeten Software zielorientiert und einheitlich erfolgen können.

Nachdem bereits erste Auswertungen an einigen Beispielprojekten durchgeführt wurden, wird innerhalb der nächsten Phase des Forschungsprojekts die detaillierte Auswertung von Netto – Massen aufgrund der im ersten Teil des Forschungsprojekts erworbenen Erkenntnisse durchgeführt. Der für die Massenermittlung benötigte Detaillierungsgrad innerhalb der Beispielprojekte wird auf Basis der Studien mit LOD 300 festgelegt (Level of Development). Dadurch wird sichergestellt, dass alle erforderlichen Bauteile in entsprechender Genauigkeit im Modell dargestellt sind, um die Auswertungen der Massen für die Kalkulation durchführen zu können.

Darauf aufbauend können im nächsten Schritt anhand von Beispielkalkulationen Kosten für die mit der Errichtung der betrachteten Bauteile zusammenhängenden Leistungen ermittelt werden. Zudem müssen die Ergebnisse der einzelnen Projekte die Ableitung von Kennzahlen ermöglichen.



## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Dipl.-Ing. Dr. techn. Matthias Türtscher, *Baubetrieb und Bauwirtschaft 1: Teil 2 Bauwirtschaft*, 2018.
- [2] *Grundlagen der Baubetriebslehre 1: Baubetriebswirtschaft*, 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013.
- [3] *ÖNORM B 2061: Preisbildung für Bauleistungen*, 1999.
- [4] G. Girmscheid und C. Motzko, *Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft: Produktionsprozessorientierte Kostenberechnung und Kostensteuerung*, 2. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2013.
- [5] D. Jacob, C. Müller und M. Oehmichen, Hg., *Kalkulieren im Ingenieurbau: Strategie - Kalkulation - Controlling*, 3. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2018.
- [6] W. Rösel, *AVA-Handbuch*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2008.
- [7] National Institute of Building Sciences, *National BIM Standard - United States*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>. Zugriff am: 26. Juni 2019.
- [8] F. Berner, B. Kochendörfer und R. Schach, *Baubetriebsplanung*, 2. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013.
- [9] Tautschnig A., Hogge A. und Gasteiger A., „BIM – eine Revolution der Planung?“, *bau aktuell*, Ausgabe März 2013, 2013.
- [10] M. Küpper, „Geschäftsstrategien: Vortrag bei Münchner BIM Kongress 2016“.
- [11] J. Przybylo, *BIM - Einstieg kompakt: Die wichtigsten BIM-Prinzipien in Projekt und Unternehmen*, 1. Aufl. Berlin: Beuth, 2015.
- [12] André Borrmann, Markus König, Christian Koch, Jakob Beetz, Hg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Anwendungen*. Vieweg + Teubner Verlag, 2015.
- [13] BauNetz Media GmbH, *Was bedeutet LOD/LOI? | BIM | Modellinhalte | Baunetz\_Wissen*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/modellinhalte/was-bedeutet-lod-loi-5285890>. Zugriff am: 29. Januar 2019.
- [14] K. Hausknecht und T. Liebich, *BIM-Kompodium: Building Information Modeling als neue Planungsmethode*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016.

- [15] *LOD / BIMForum*. [Online] Verfügbar unter: <https://bimforum.org/lod/>. Zugriff am: 28. Januar 2019.
- [16] F. Mini, „Entwicklung eines LoD Konzepts für digitale Bauwerksmodelle von Brücken und dessen Implementierung“. Masterthesis für den Master of Science Studiengang Bauingenieurwesen, Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation, TU München.
- [17] *ÖNORM A 6241-1: Digitale Bauwerksdokumentation*, 2015.
- [18] *ÖNORM A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation*, 2015.
- [19] inndata Datentechnik GmbH, *freeBIM 2: Forschungs-pro-jekt freeBIM - Building Information Modelling*. [Online] Verfügbar unter: <https://www.freebim.at/>. Zugriff am: 10. Juli 2019.
- [20] buildingSMART, *buildingSMART Data Dictionary Browser*. [Online] Verfügbar unter: <http://bsdd.buildingsmart.org/>. Zugriff am: 10. Juli 2019.
- [21] Graphisoft, *GDL Programmierungs-Grundlagen*. [Online] Verfügbar unter: <https://helpcenter.graphisoft.de/handbuecher/handbuecher-zu-archicad-17/archicad-gdl-referenzhandbuch/gdl-programmierungs-grundlagen-2/>.
- [22] Graphisoft, *HelpCenter*. [Online] Verfügbar unter: <https://helpcenter.graphisoft.de/>. Zugriff am: 7. März 2019.

# 9 Anhang

## Anhangverzeichnis:

Kalkulation in NUVEM.....	1
Beschreibung von Nevaris Built.....	10



**NUVEM: Kalkulation in NUVEM**

In Nuvem werden als erstes die Kontaktdaten des AG eingetragen und abgespeichert. Die eingegebenen Beispieldaten sind in Abbildung 1 dargestellt.

**Name, Anschrift**

**Kurzname:** WA Feld

**Titel:** WA Fedbach

**Name Zeile 1:** Riederbau

**Name Zeile 2:**

**Name Zeile 3:**

**Briefanrede:**

**Kontaktart:**  Person /  Firma /  gegründet (TT.MM.JJJ):

**Adresse:**

**Straße / Hausnr.:** Geben Sie einen Standort ein. 12

**PLZ / Ort:** 6334 | Schwoich

**Land:** Österreich

erfasst / geändert /

**Tel/Fax/Mail** **Zustelladresse** **Post-Adr.** **UID/STnr/DGnr** **Kondi** **Memo** **Bild** **Karte**

**Telefon:**

**Fax:**

**Mobil:**

**Email:**

**Homepage:**

**Rechnungs-Email:**

Abbildung 1: Festlegen der Kontaktdaten des AG

Nachdem diese Eingabe abgeschlossen ist, sind die Daten für das Leistungsverzeichnis zu erstellen. Die LV Nummer und die Bezeichnung werden wie in Abbildung 2 ersichtlich festgelegt. Zudem wird als Basis für das Leistungsbuch das LB-HB festgelegt. Nach Durchführung dieser Angaben, kann das zuvor exportierte LV des Projekts importiert werden.

☰ **LV-Erstellung (Anbot): WA Feld 001**

aus Auftrag übernehmen
Bietervergleich
👤 LV suchen
👤 LV über Kontakte suchen
👤 Kunde (AG) suchen
➔ weiter zum LV

**Projekt-Daten**

**LV-Nummer:**  (ohne Eingabe = automatisch)

**Bezeichnung:**

**Schlagwort / Titel:**

**Adresse:**  wie Adresse des AG (Kunden)  
erfasst / geändert /

**AG (Kunde/Kurzname):**  ↕

Tel/Fax/Mail
Datum/LB/Währung
Deckblatt
Vortext
Schlussstext
Kalku
Kondi
Sonstiges

Memo
Bild
Karte

**Projekt-Datum / -Frist**   |   - ---

**Mwst / Währung**  | Währung: 1,00  =  EUR

**LB-Basis**  ▾

ohne Gliederung

sortieren,  lt. ÖNorm ergänzen,  mit Preisliste beginnen

**Eingabeoptionen**  bei doppelten Positionen immer warnen,  MFV automatisch  
 hinzugefügte Positionen sofort berechnen  
 importierte Positionen wie eigene behandeln  
 bei manueller Eingabe immer LB-Basis verwenden  
 Ausmaß positionsübergreifend bearbeiten

**Preisanteile**  nur E-Preis |  zwei Preisanteile |  drei Preisanteile

**Bezeichnungen** A1:  , A2:  , A3:

Abbildung 2: Einstellungen und Angaben für die LV Erstellung

Nachdem der Import gestartet wurde, war die in Abbildung 3 dargestellte Fehlermeldung ersichtlich. Diese Fehlerwarnung aufgrund doppelter Elemente wurde ignoriert und damit ist der Import abgeschlossen. Das importierte Leistungsverzeichnis ist in Abbildung 4 dargestellt.

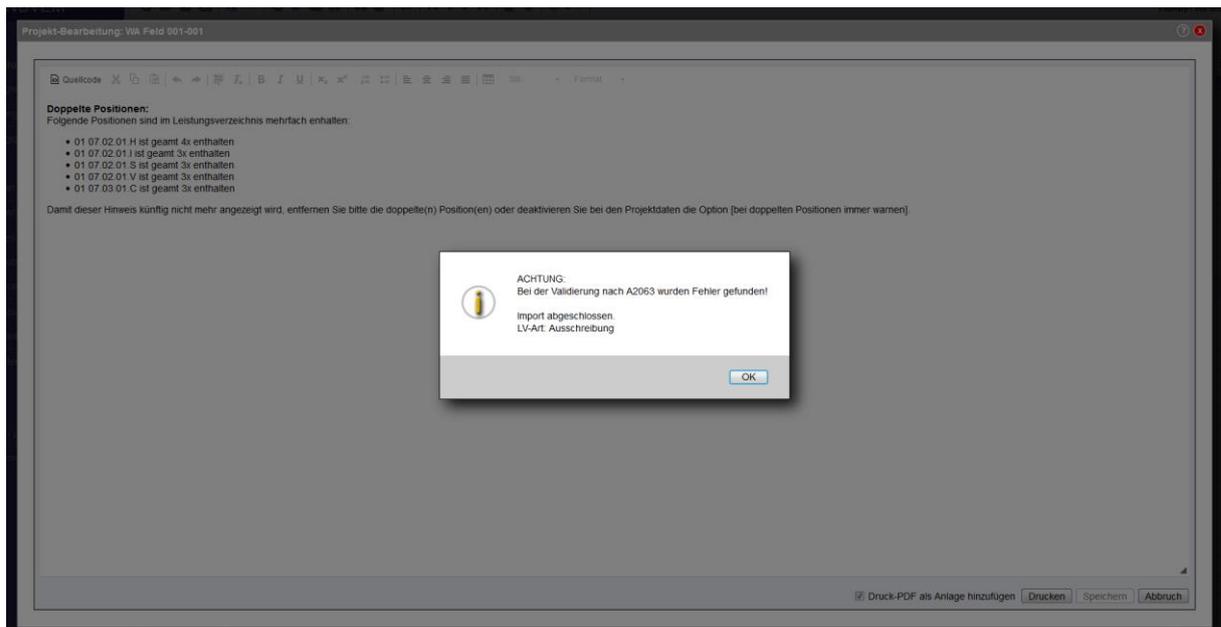


Abbildung 3: Fehlermeldung beim Import des LVs

LV-Erstellung (Anbot): WA Feld 001-001 / Eigene Adresse

Endsumme: 0,00 EUR

☑	HG	OG	PNR	Stichwort / Kurztext	Menge	EH	Anteil1 EUR	Anteil2 EUR	E-Preis EUR	+/-%	Betrag EUR	NWE	Sum	Reg
		01		HB20										
		01	07	Beton- und Stahlbetonarbeiten										
		01	07.01	Flachgrundungen, Bodenkonstruktionen										
		01	07.01.07	Fundamentplatten aus Beton, im Positionsst										
		01	07.01.07.C	Beton Fundamentplatte C20/25 b.30cm	4403,62	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.01.07.S	Schalung Fundamentplatte	1142,12	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.01.07.V	Bewehrung Stabst Fundamentplatte	660543,44	kg	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.01.42	Aufzählung (Az) auf Beton für Fundamente, S										
		01	07.01.42.A	Az Beton Fund./Platte C20/25 XC2	4403,62	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02	Wände Balken und Stützen										
		01	07.02.01	Wände aus Beton (Wand), im Positionsstichwo										
		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	45,56	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	266,36	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	0,59	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	236,83	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.I	Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3.2m	7,68	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.I	Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3.2m	1,53	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.I	Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3.2m	164,71	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.S	Betonwand Schalung b.3.2m	3738,00	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.S	Betonwand Schalung b.3.2m	460,88	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.S	Betonwand Schalung b.3.2m	2616,93	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.V	Bewehrung Stabst Betonwand b.3.2m	59420,86	kg	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.V	Bewehrung Stabst Betonwand b.3.2m	6828,56	kg	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.01.V	Bewehrung Stabst Betonwand b.3.2m	26634,71	kg	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.02	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 20cm, S1	73,52	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.04	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 20cm, S1	255,22	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.05	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 25cm, S1	2,68	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.06	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 7,5cm, S1	0,31	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	☐
		01	07.02.14	Stützen (Säulen oder Pfeiler) aus Beton, im										

Abbildung 4: Importiertes LV

Als nächstes erfolgt die teilautomatisierte Kalkulation der Einzelpositionen. Dazu wird das Leistungsverzeichnis zwischengespeichert und es wird unter dem Punkt *neu berechnen* der Positionspreis berechnet. Hierfür öffnet sich ein Fenster, in dem die Basis für die Kalkulation und andere Einstellungen getroffen werden können. Diese sind in Abbildung 5 ersichtlich. Die Kalkulationsergebnisse werden wie in Abbildung 6 ersichtlich ausgegeben.

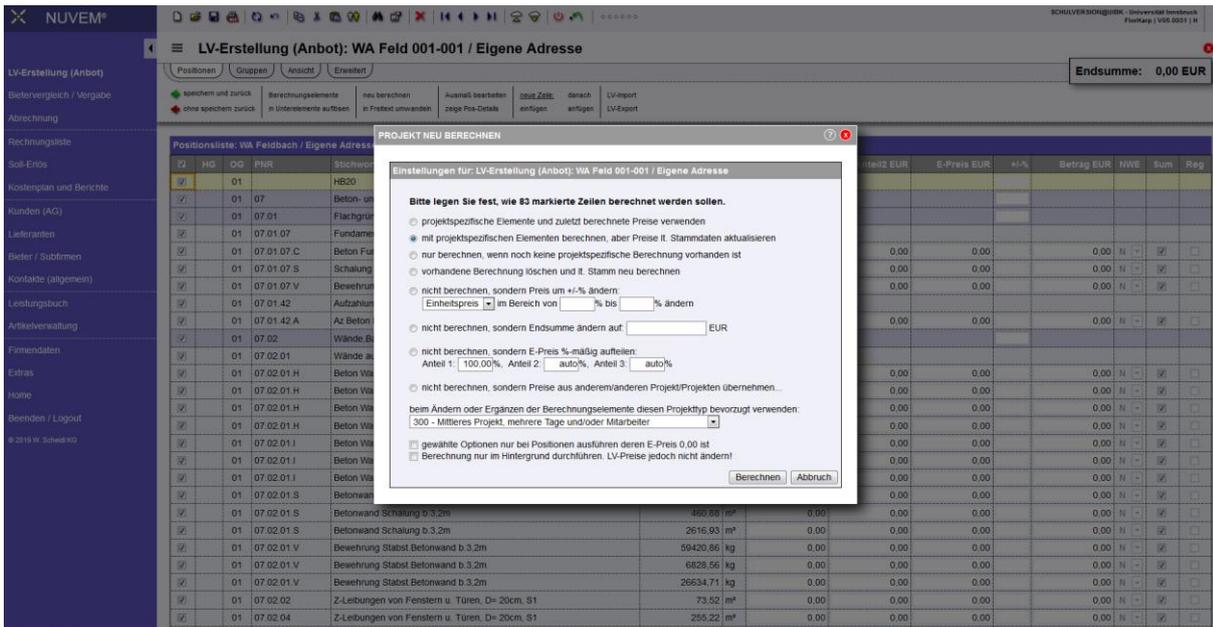


Abbildung 5: Einstellungen für die Kalkulation der Positionspreise

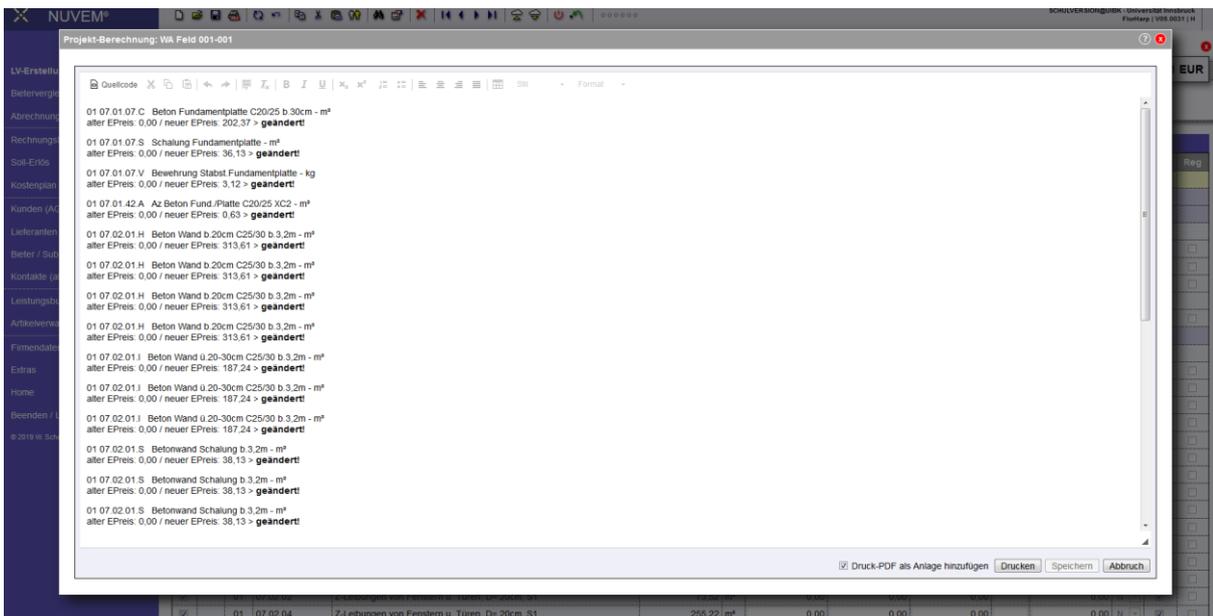


Abbildung 6: Kalkulationsergebnisse ausgewählter Positionen

Die kalkulierten Positionspreise sind in Abbildung 7 dargestellt. Da nicht für alle Positionen ein vordefinierter Berechnungskatalog zur Verfügung stand, weisen diese Positionen den Einheitspreis 0,00€ auf. Abschließend wurde ein ausgepreistes Leistungsverzeichnis erstellt. Hierfür wurde für die Positionen, welche in Abbildung 7 dargestellt sind, eine \*pdf Datei erstellt.

Positionenliste: WA Feldbach / Eigene Adresse														
☑	HG	OG	PNR	Stichwort / Kurztext	Menge	EH	Anteil1 EUR	Anteil2 EUR	E-Preis EUR	+/-%	Betrag EUR	NWE	Sum	Reg
☑		01		HB20										
☑		01	07	Beton- und Stahlbetonarbeiten										
☑		01	07.01	Flachgründungen, Bodenkonstruktionen										
☑		01	07.01.07	Fundamentplatten aus Beton. Im Positionssti										
☑		01	07.01.07.C	Beton Fundamentplatte C20/25 b.30cm	4403,62	m³	28,04	174,33	202,37		891160,58	N	☑	
☑		01	07.01.07.S	Schalung Fundamentplatte	1142,12	m²	26,09	10,04	36,13		41264,80	N	☑	
☑		01	07.01.07.V	Bewehrung Stabst Fundamentplatte	660543,44	kg	1,05	2,07	3,12		2060895,53	N	☑	
☑		01	07.01.42	Aufzählung (Az) auf Beton für Fundamente, S										
☑		01	07.01.42.A	Az Beton Fund./Platte C20/25 XC2	4403,62	m³	0,00	0,63	0,63		2774,28	N	☑	
☑		01	07.02	Wände Balken und Stützen										
☑		01	07.02.01	Wände aus Beton (Wand). Im Positionstichwo										
☑		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	45,56	m³	71,55	242,06	313,61		14288,07	N	☑	
☑		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	266,36	m³	71,55	242,06	313,61		83533,16	N	☑	
☑		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	0,59	m³	71,55	242,06	313,61		185,03	N	☑	
☑		01	07.02.01.H	Beton Wand b.20cm C25/30 b.3.2m	236,83	m³	71,55	242,06	313,61		74272,26	N	☑	
☑		01	07.02.01.I	Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3.2m	7,68	m³	36,00	151,24	187,24		1438,00	N	☑	
☑		01	07.02.01.I	Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3.2m	1,53	m³	36,00	151,24	187,24		286,48	N	☑	
☑		01	07.02.01.I	Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3.2m	164,71	m³	36,00	151,24	187,24		30840,30	N	☑	
☑		01	07.02.01.S	Betonwand Schalung b.3.2m	3738,00	m²	26,17	11,96	38,13		142529,94	N	☑	
☑		01	07.02.01.S	Betonwand Schalung b.3.2m	460,88	m²	26,17	11,96	38,13		17573,35	N	☑	
☑		01	07.02.01.S	Betonwand Schalung b.3.2m	2616,93	m²	26,17	11,96	38,13		99783,54	N	☑	
☑		01	07.02.01.V	Bewehrung Stabst Betonwand b.3.2m	59420,86	kg	1,05	2,07	3,12		185393,08	N	☑	
☑		01	07.02.01.V	Bewehrung Stabst Betonwand b.3.2m	6828,56	kg	1,05	2,07	3,12		21305,11	N	☑	
☑		01	07.02.01.V	Bewehrung Stabst Betonwand b.3.2m	26634,71	kg	1,05	2,07	3,12		83100,30	N	☑	
☑		01	07.02.02	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 20cm, S1	73,52	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	07.02.04	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 20cm, S1	255,22	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	07.02.05	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 25cm, S1	2,68	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	07.02.06	Z-Leibungen von Fenstern u. Türen, D= 7,5cm, S1	0,31	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	07.02.14	Stützen (Säulen oder Pfeiler) aus Beton. Im										
☑		01	07.02.14.D	Beton Stützen ü.0,05m2 C25/30 b.3.2m	1,35	m³	176,60	272,66	449,26		606,50	N	☑	
☑		01	07.02.14.N	Schal Beton Stützen rechteckig b.3.2m	21,60	m²	28,04	11,53	39,57		854,71	N	☑	
☑		01	07.02.14.T	Bewehrung Stabst Beton Stützen b.3.2m	378,00	kg	0,98	2,06	3,04		1149,12	N	☑	
☑		01	07.03	Decken										
☑		01	07.03.01	Decken und Kragplatten (D/Kragpl.) aus Beto										
☑		01	07.03.01.B	Z-Beton C25/30 Decken-/ Kragplatte, D(>25cm)= 30cm, b.3.2m	295,18	m³	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	07.03.01.C	Beton C25/30 D/Kragpl b.25cm b.3.2m	567,08	m³	21,02	179,14	200,16		113506,73	N	☑	
☑		01	07.03.01.C	Beton C25/30 D/Kragpl b.25cm b.3.2m	0,25	m³	21,02	179,14	200,16		50,04	N	☑	
☑		01	07.03.01.C	Beton C25/30 D/Kragpl b.25cm b.3.2m	137,64	m³	21,02	179,14	200,16		27550,02	N	☑	
☑		01	07.03.01.S	Schalung D/Kragpl Untersicht b.3.2m	4095,31	m²	33,45	11,60	45,05		184493,72	N	☑	
☑		01	07.03.01.T	Schalung D/Kragpl Roste b.3.2m	358,33	m²	77,45	23,44	100,89		36151,91	N	☑	
☑		01	07.03.01.V	Bewehrung Stabst D/Kragpl b.3.2m	100014,82	kg	0,98	2,06	3,04		304045,05	N	☑	
☑		01	07.03.40	Aufzählung (Az) auf Betondecken, Stiegen un										
☑		01	07.03.40.B	Az Beton C25/30 Decken XC1	1000,15	m³	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	39	Trockenbauarbeiten										
☑		01	39.21	Ständerwände										
☑		01	39.21.04	ESTW CW100/22,5cm 12,5mm 2GKPl. 45dB E10 b.3.2m	41,93	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	39.21.05	ESTW CW100/17,5cm 12,5mm 2GKPl. 43dB E10 b.3.2m	144,97	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	39.21.21	Doppelständerwände (DSTW), beidseitig doppe										
☑		01	39.21.21.D	DSTW CW75+75/12,5cm m.12,5mm 4GKPl. 60dB E10 b.3.2m	1161,15	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	39.24	Wandbekleidungen										
☑		01	39.24.04	Einfache Wandbekleidung (Trockenputz) mit G										
☑		01	39.24.04.C	Trockenputz, Gipskartonplatten mit Ansetzbinder geklebt 7,5c	35,87	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	39.24.10	Vorsatzschale, einschließlich Unterkonstru										
☑		01	39.24.10.A	GK-Vorsatzschale, 22,5cm,1-f.bepl.,E10	6,24	m³	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	39.24.10.B	Vorsatzschale MW50 GKPl.12,5mm	753,84	m³	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	39.24.10.C	GK-Vorsatzschale, 12,5cm,1-f.bepl.,E10	215,14	m³	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)										
☑		01	44.02	WDVS aus Polystyrol (EPS-F)										
☑		01	44.02.09	WDVS EPS-F 0,04 W/(mk) DD14cm (MSW)	1354,88	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	44.03	WDVS mit Mineralwolle-Platten (MW-PT)										
☑		01	44.03.05	WDVS MW-PT10 0,04 W/(mk) DD8cm (MSW)	122,76	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	44.20	Oberputze für WDVS										
☑		01	44.20.01	Endbeschichtung des WDVS mit Kunstharzgebu										
☑		01	44.20.01.H	Kunstharzputz Struktur n.W. AG 1cm	71,07	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	44.20.05	AP Silikatputz an Leibungen	723,02	m	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		01	44.20.06	AP Kunstharzputz an Leibungen	9,69	m	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99		Nicht zugeordnete Positionen										
☑		99		Nicht zugeordnete Positionen										
☑		99	99.99	Nicht zugeordnete Positionen										
☑		99	99.99.01	12cm NF-Ziegel-Mwk h <=3,2m	1,15	m³	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.02	Positionenname 1,5cm - m2 (1 Seitenfläche)	29,14	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.03	20cm Porenbeton-Verb. Steine h <=3,2m	96,72	m³	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.04	Positionenname - m2 (Grundfläche oben)	1007,17	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.05	Positionenname - m2 (Grundfläche oben)	641,69	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.06	Positionenname - m2 (Grundfläche oben)	126,10	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.07	Positionenname - m2 (Grundfläche oben)	216,71	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.08	Positionenname - m2 (Grundfläche oben)	224,54	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	
☑		99	99.99.09	Positionenname - m2 (Grundfläche oben)	743,51	m²	0,00	0,00	0,00		0,00	N	☑	

Abbildung 7: Positionenpreise nach Kalkulation

## NEVARIS: Beschreibung von Nevaris Built

### Anlegen des Projektes

Als erstes ist es notwendig, in „Nevaris Built“ ein neues Projekt anzulegen. Hierfür muss - wie in Abbildung 8 dargestellt - eine Projektnummer, eine Projektbezeichnung und der Speicherort für die Projektdatei festgelegt werden.

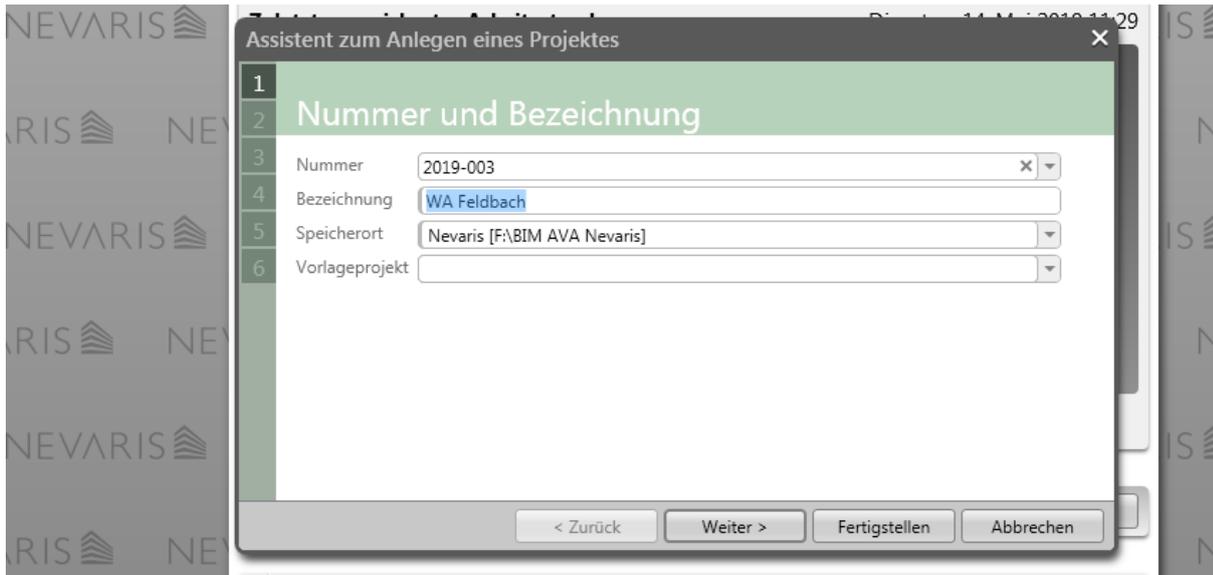


Abbildung 8: Anlegen eines Projektes

### NEVARIS BIM Projekt erstellen

Der nächste Schritt ist, in Nevaris BIM ein BIM Projekt zu erstellen. Dazu wird dem zuvor erstellten Nevaris Built Projekt der zugehörige Content, welcher für die Zuordnung der Nevaris BIM Parameter des Modells erforderlich ist, zugewiesen. Dazu wird der Punkt *Version erstellen* ausgewählt. Dies ist in Abbildung 9 dargestellt. Wenn der Punkt *Version erstellen* ausgewählt wird, öffnet sich ein Fenster, welches in Abbildung 10 dargestellt ist.

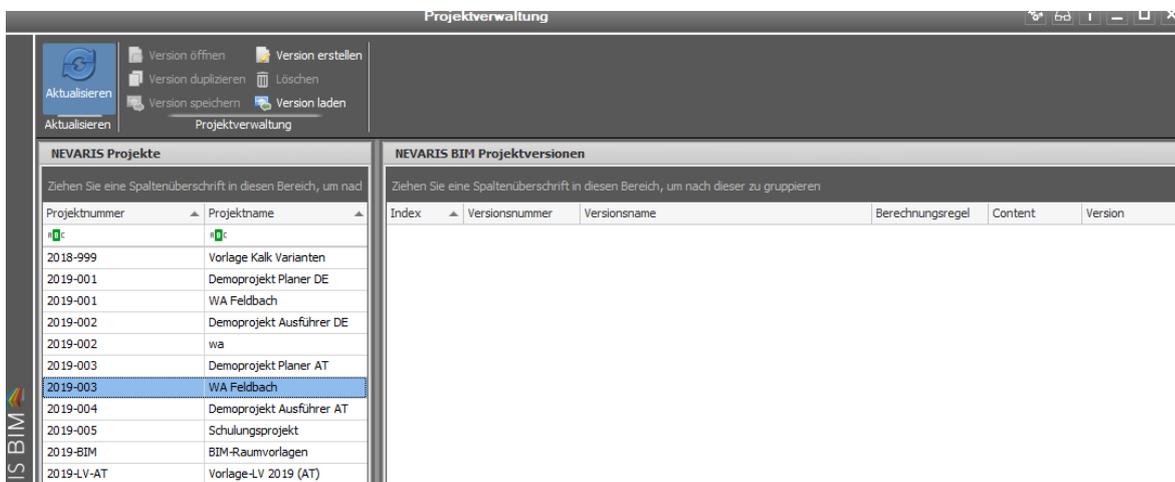


Abbildung 9: BIM Projekt erstellen

In diesem Fenster wird als erstes der Vorlagecontent ausgewählt. Das ist in unserem Fall AT – 7.0.1. Zudem werden automatisch die „Übermessungsregeln“ auf Netto eingestellt. Nachdem alle Einstellungen vorgenommen wurden, wird das Fenster mit „OK“ geschlossen und dieser Punkt ist damit abgeschlossen.

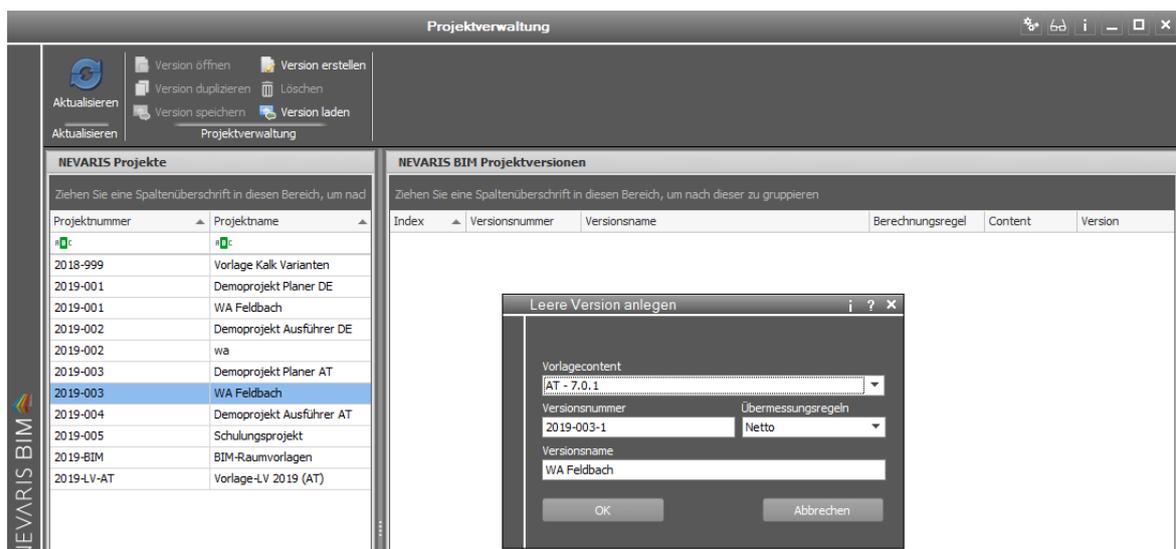


Abbildung 10: Content zuweisen

### Exportieren der Bauteile ins NEVARIS BIM

Nachdem die Projekteinstellungen vorgenommen wurden, wird die Revit Datei geöffnet. Darin ist es notwendig, das modellierte Projekt zu exportieren. Damit Nevaris die modellierten Bauteile den entsprechenden Positionen zuweisen kann, werden den Bauteilen in REVIT zusätzliche Parameter zugeordnet. Diese Parameter beginnen in jedem Fall mit ICE BIM. Durch die Modellierung mit den zusätzlichen Nevaris Parametern können beim Export die aus dem Modell ermittelten Massen teilautomatisiert den Positionen zugewiesen werden.

Diese Modellierung mit Nevaris Parametern wurde bei den Projekten von RIEDERBAU bereits durchgeführt, wodurch diese unmittelbar mit NEVARIS ausgewertet werden konnten. Dazu wird zuerst das Projekt exportiert. Hierfür wird in REVIT unter *Zusatzmodule* das Nevaris Modul *Export* ausgewählt.

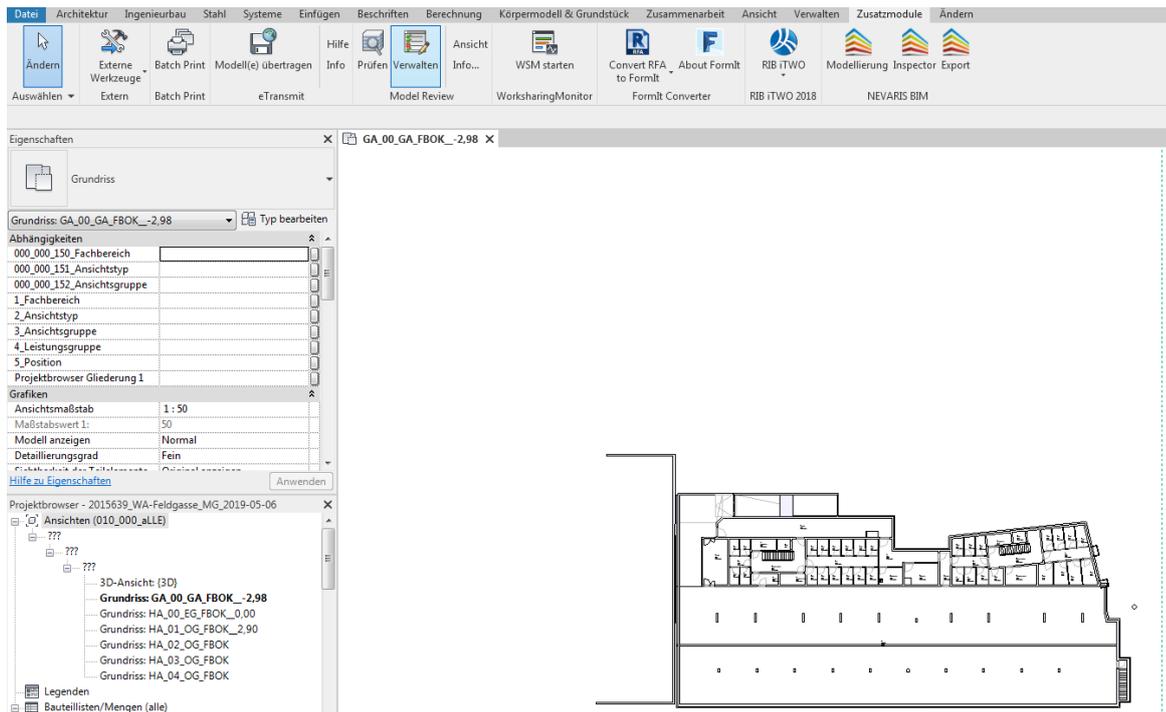


Abbildung 11: Modellexport

Nachdem dieses Modul ausgewählt wird, kann das zuvor erstellte Projekt ausgewählt werden. Beim Auswählen dieses Projektes wird, wie in Abbildung 12 ersichtlich, der zuvor zugewiesene Content angezeigt. Danach erfolgt das Filtern des importierten Modells. Hierbei werden jene Elemente herausgefiltert, welche für die Massenermittlung nicht benötigt werden. Dazu zählen in diesem Projekt:

- Allgemeines Modell
- Bepflanzung
- Fassadenelemente
- Geländer
- Körper
- Möbel
- Sanitärinstallationen
- Schreinerarbeiten
- Sonderausstattung
- Umgebung

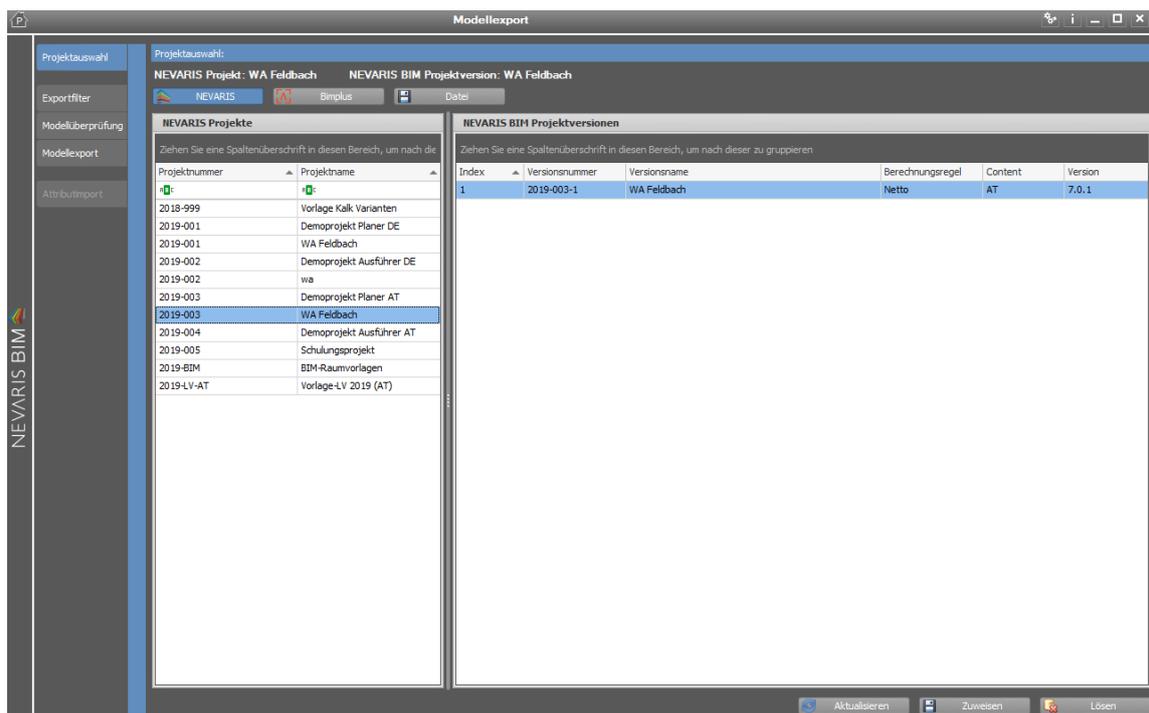


Abbildung 12:Projekttauswahl

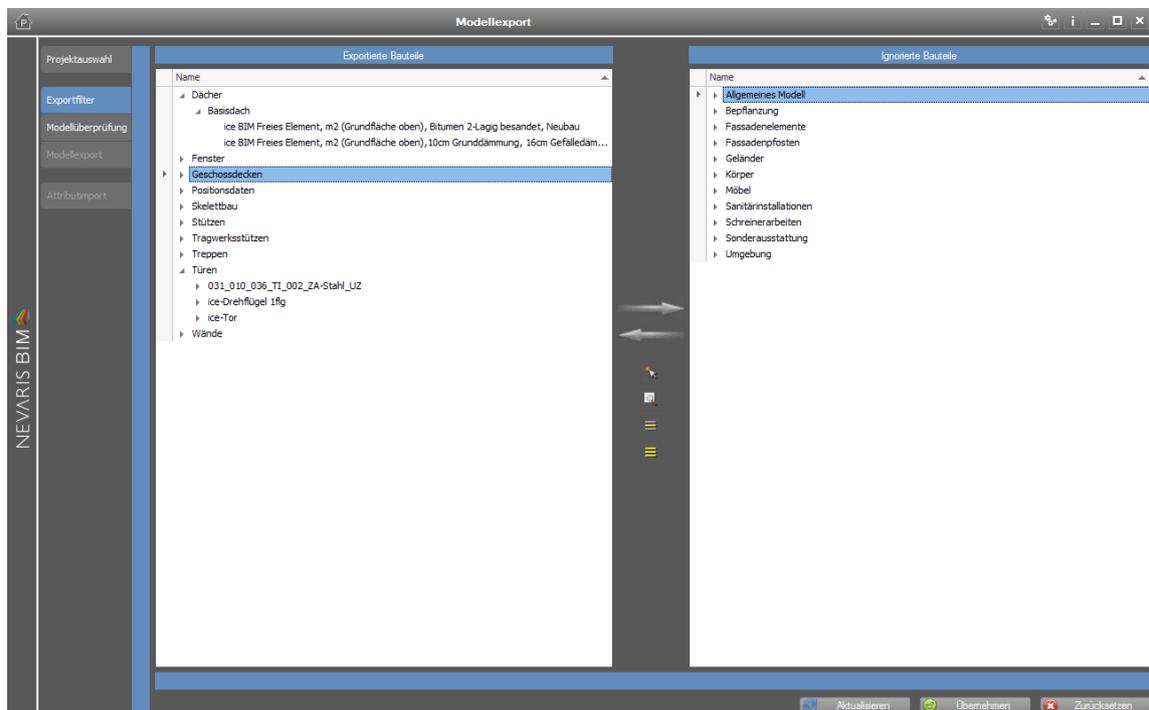


Abbildung 13:Filtereinstellungen Modellexport

Als nächstes wird der „Modellexport“ durchgeführt. Hierfür ist es notwendig zuerst jene Bauteile des Modells zu filtern, welche in die AVA – Software exportiert werden sollen.

Anschließend erfolgt der Export des Gesamtmodells mit den gefilterten Bauteilen.

### Massenermittlung des Projektes im NEVARIS BIM

Nachdem das Modell erfolgreich exportiert ist, wird die Modellverknüpfung mit NEVARIS BIM hergestellt. Diese Modellverknüpfung kann entweder automatisch oder Element für Element erfolgen. In diesem Fall wurde eine automatische Zuordnung gewählt. In Abbildung 14 ist die Bauteilübersicht vor der Modellverknüpfung dargestellt. Nachdem diese erfolgt ist, kann der Viewer gestartet werden und das Projekt wird im Viewer dargestellt. Das ist in Abbildung 15 ersichtlich. Wenn eine Bauteilkategorie im Content ausgewählt wird, ist die Position dieser Kategorie im Viewer ersichtlich. Zudem können alle anderen Bauteilkategorien isoliert werden, um damit die Übersichtlichkeit zu erhöhen.

Der gesamte importierte Content des Modells ist in Abbildung 16 dargestellt. In Abbildung 17 sind für eine ausgewählte Bauteilgruppe die im Hintergrund liegenden Positionen dargestellt. In einem späteren Schritt werden die nicht grau hinterlegten Positionen mit den Massen der Bauteilgruppe befüllt. Um diese Positionen mit den Massen zu befüllen, wird der Befehl „Berechnung“ ausgewählt. Nach Ausführung des Befehls weist dieselbe Bauteilgruppe Massen für die Positionen auf. Das ist in Abbildung 18 ersichtlich.

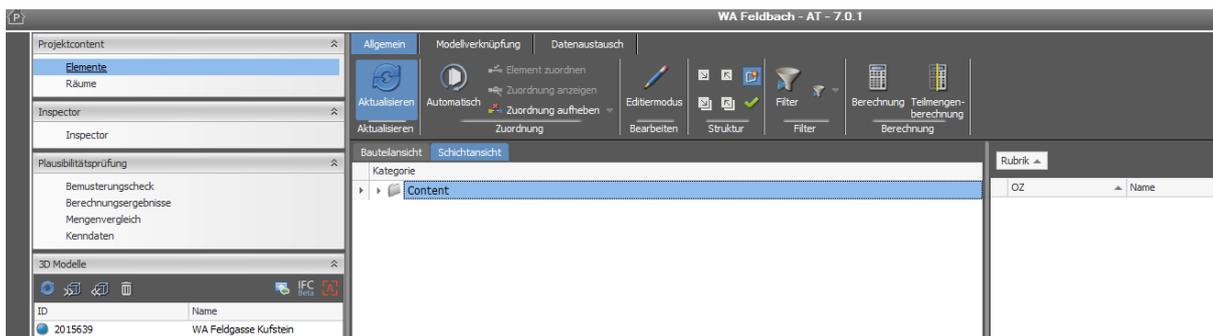


Abbildung 14: Modellverknüpfung herstellen

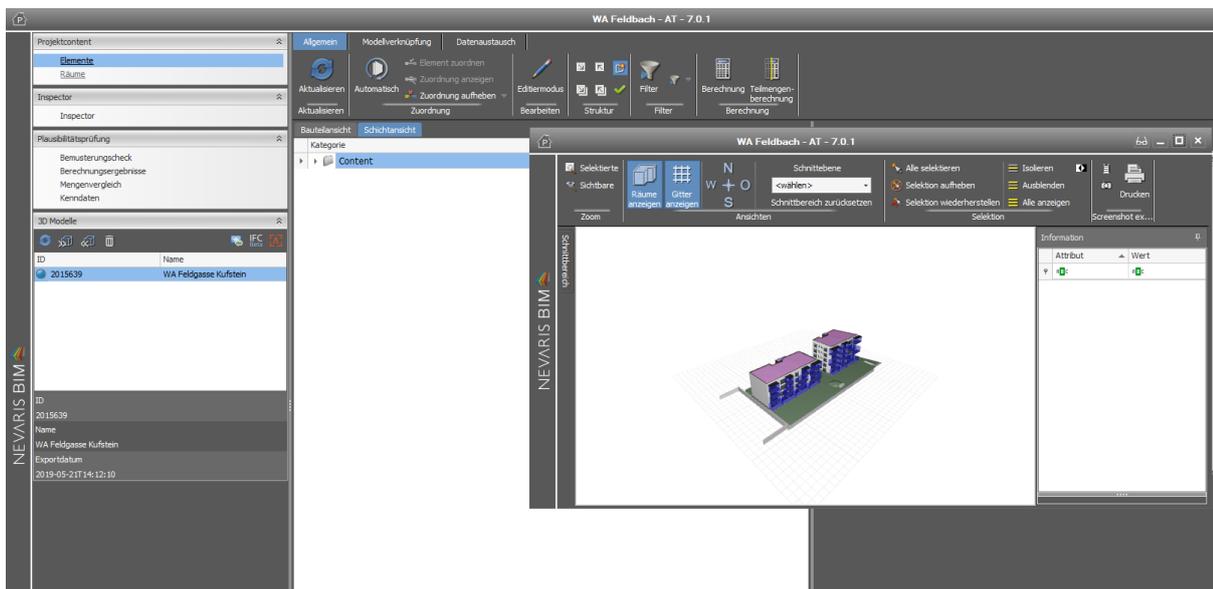


Abbildung 15: Viewer mit verknüpftem Modell

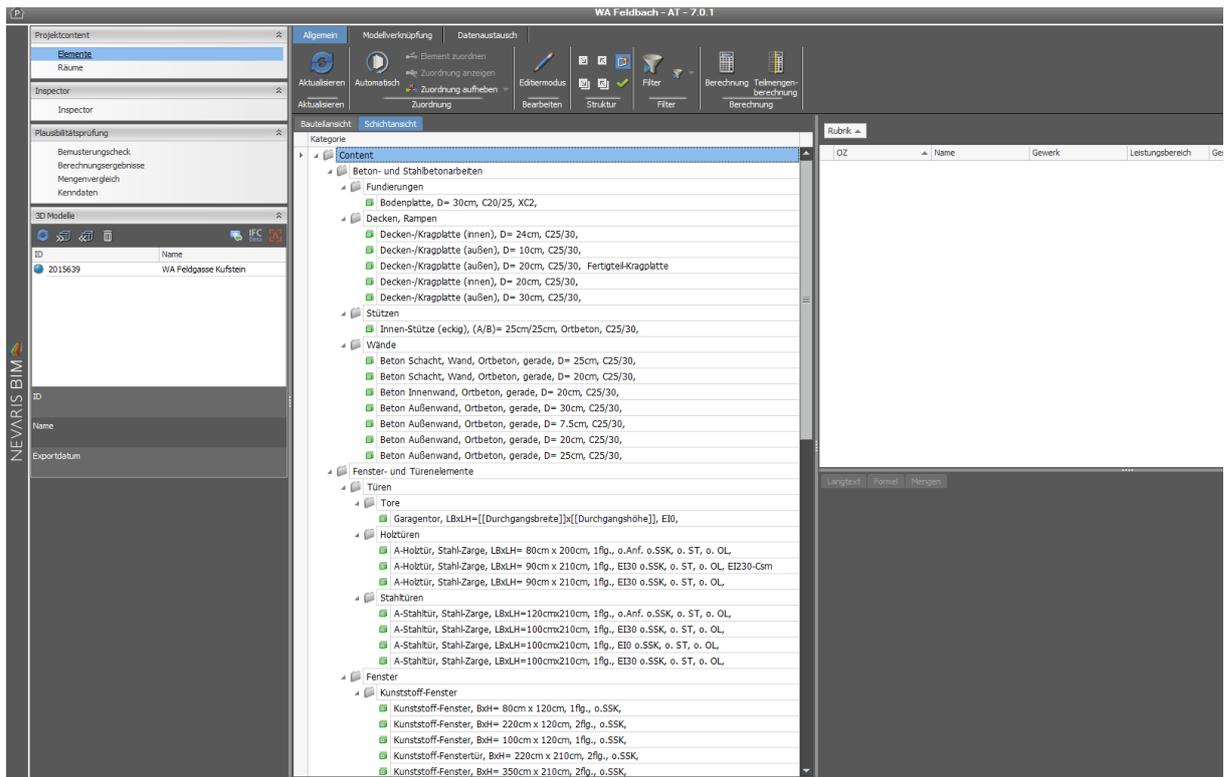


Abbildung 16: Content des Modells

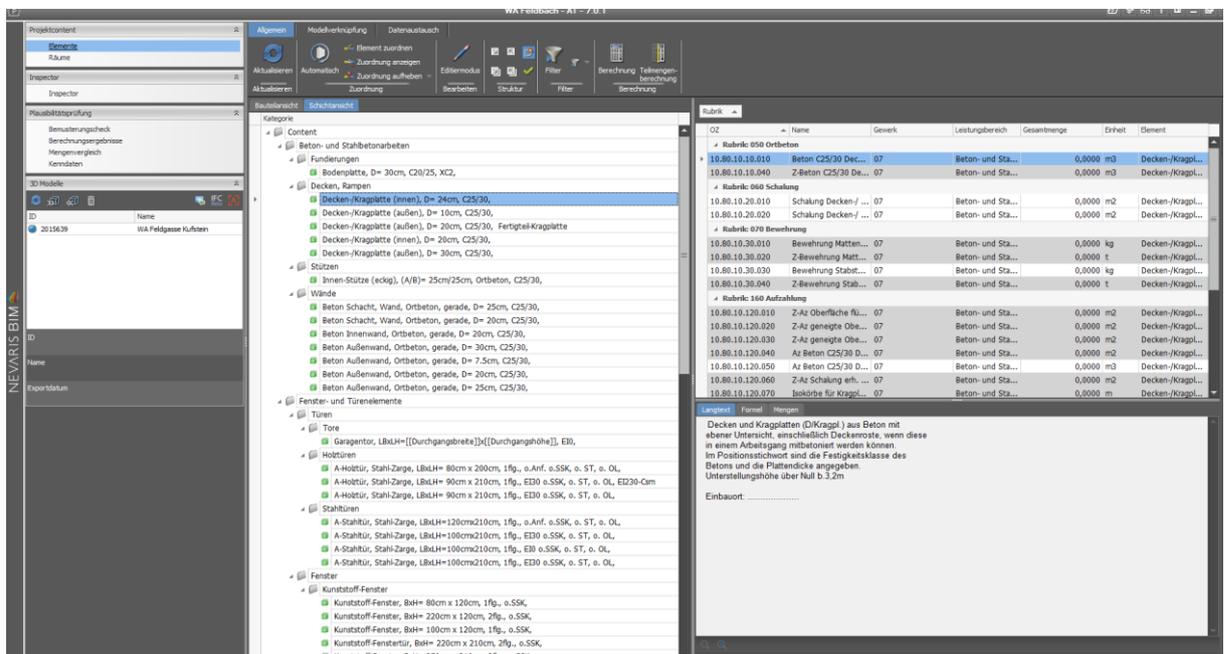


Abbildung 17: Content des Modells ohne Massen

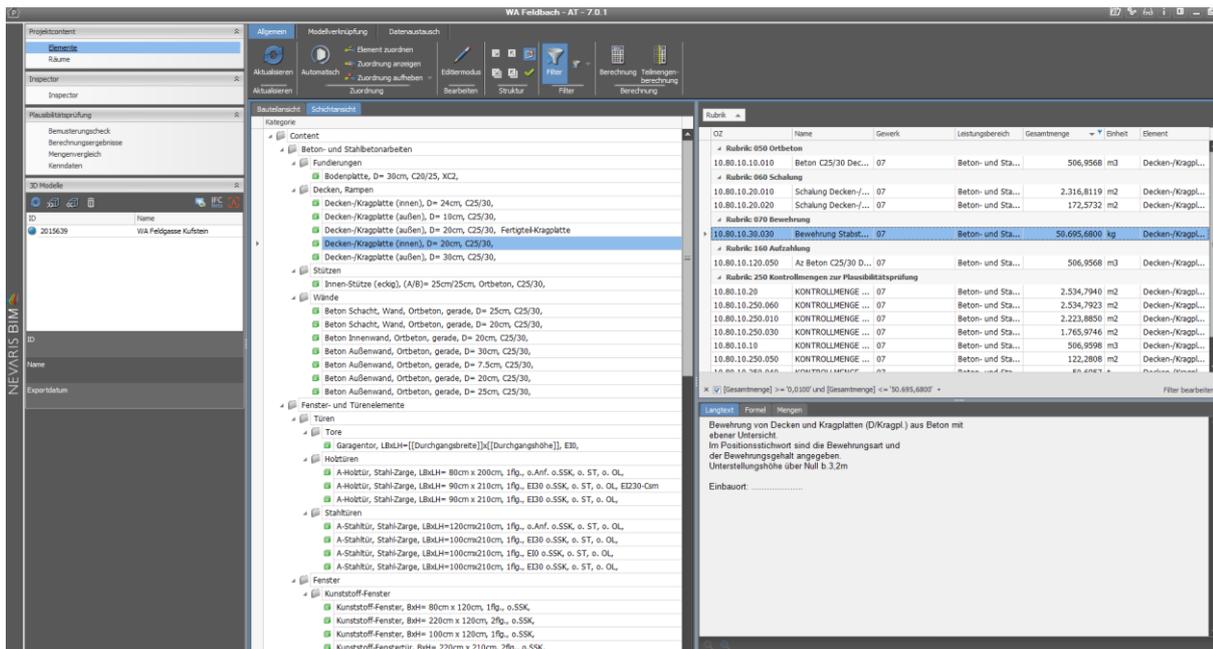


Abbildung 18: Content des Modells nach der Massenberechnung

### Erstellung des Leistungsverzeichnisses im NEVARIS BUILT

Nach dem Start des Programmes NEVARIS BUILD wird unter dem Punkt *Verwalten* das LBHB 20 importiert. Dieses wird für die Erstellung und den Export des Leistungsverzeichnisses benötigt. Das importierte Leistungsbuch Hochbau 20 ist in Abbildung 19 dargestellt.

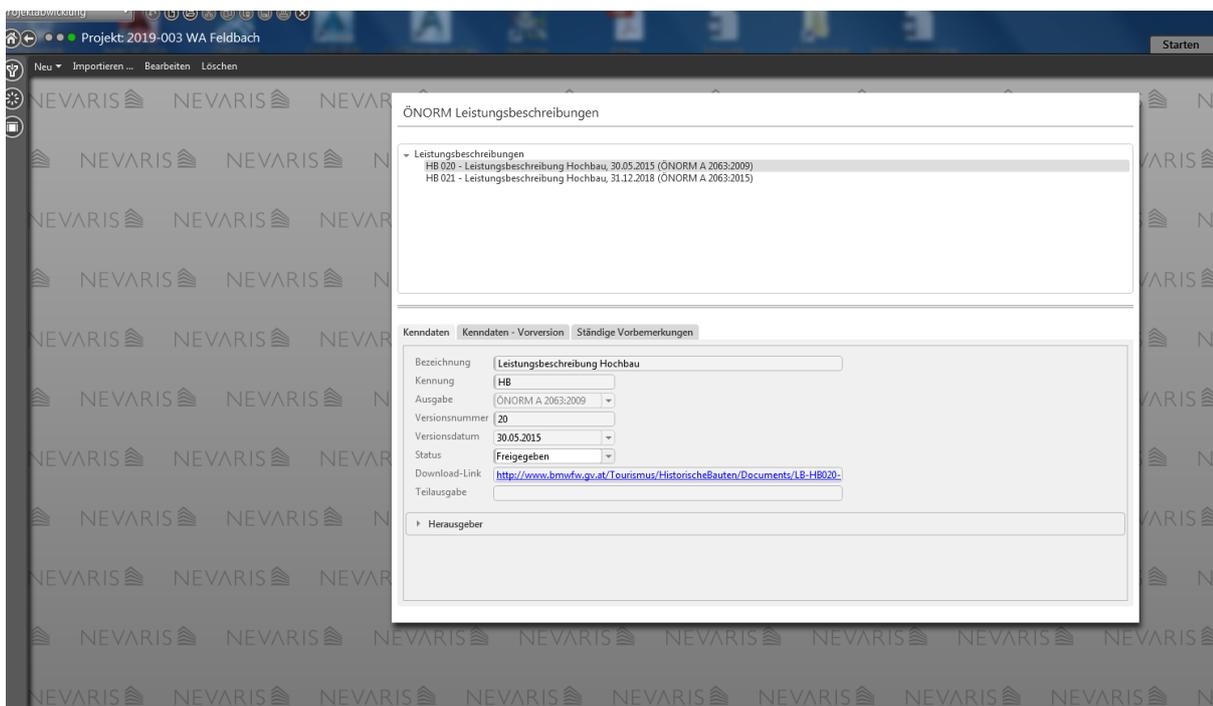


Abbildung 19: Einstellen Leistungsbuch Hochbau 20

Als nächstes erfolgt die Auswahl des Projekts und der Import der Nevaris BIM Daten aus dem Projekt. Dieser Import ist in Abbildung 20 dargestellt und die erforderlichen Einstellungen für einen erfolgreichen Import werden in Abbildung 21 dargestellt.

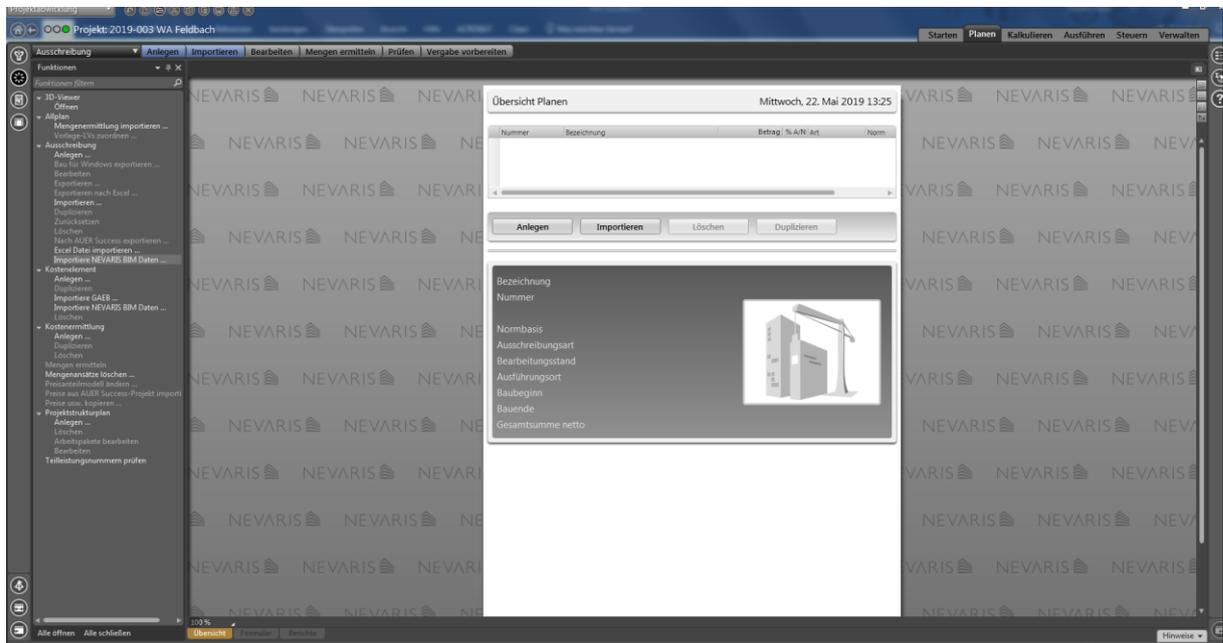


Abbildung 20: Import der Nevaris BIM Daten

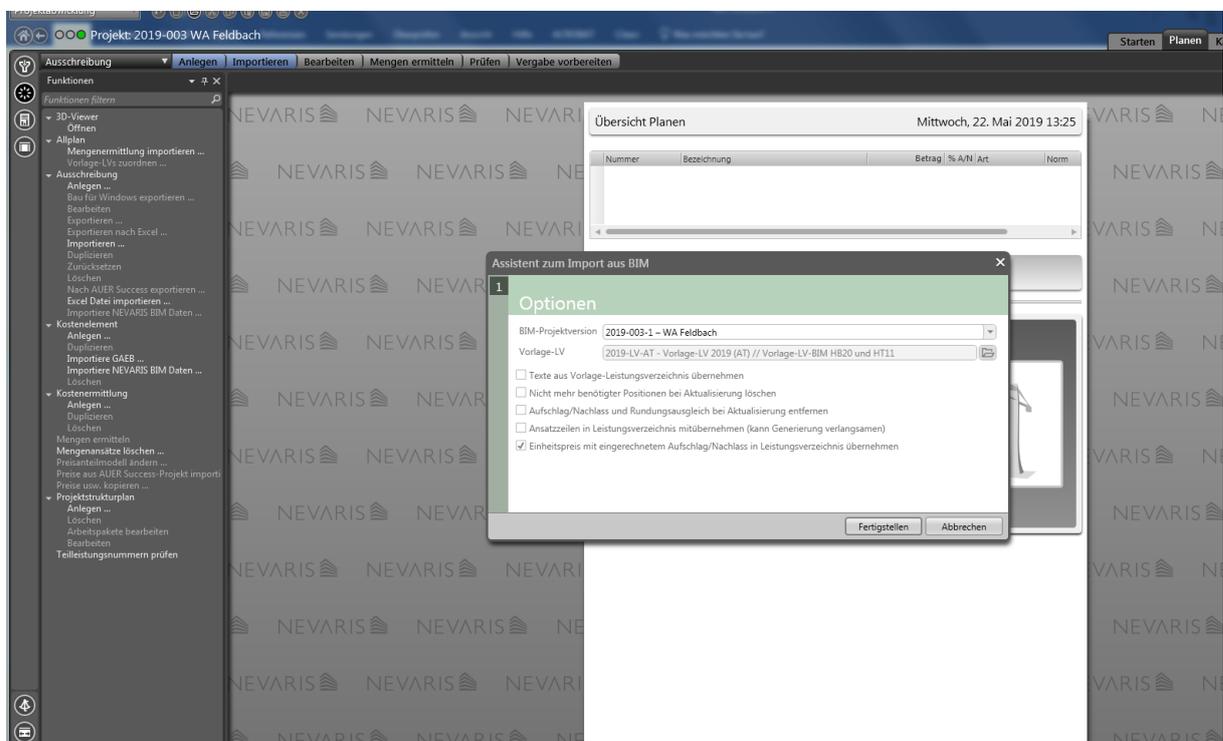


Abbildung 21: Nötige Einstellungen für den Import

Nachdem die nötigen Einstellungen getroffen wurden und das Kontextmenü geschlossen wurde, wird vom Programm wie in Abbildung 22 und Abbildung 23 dargestellt ein Leistungsverzeichnis angelegt.

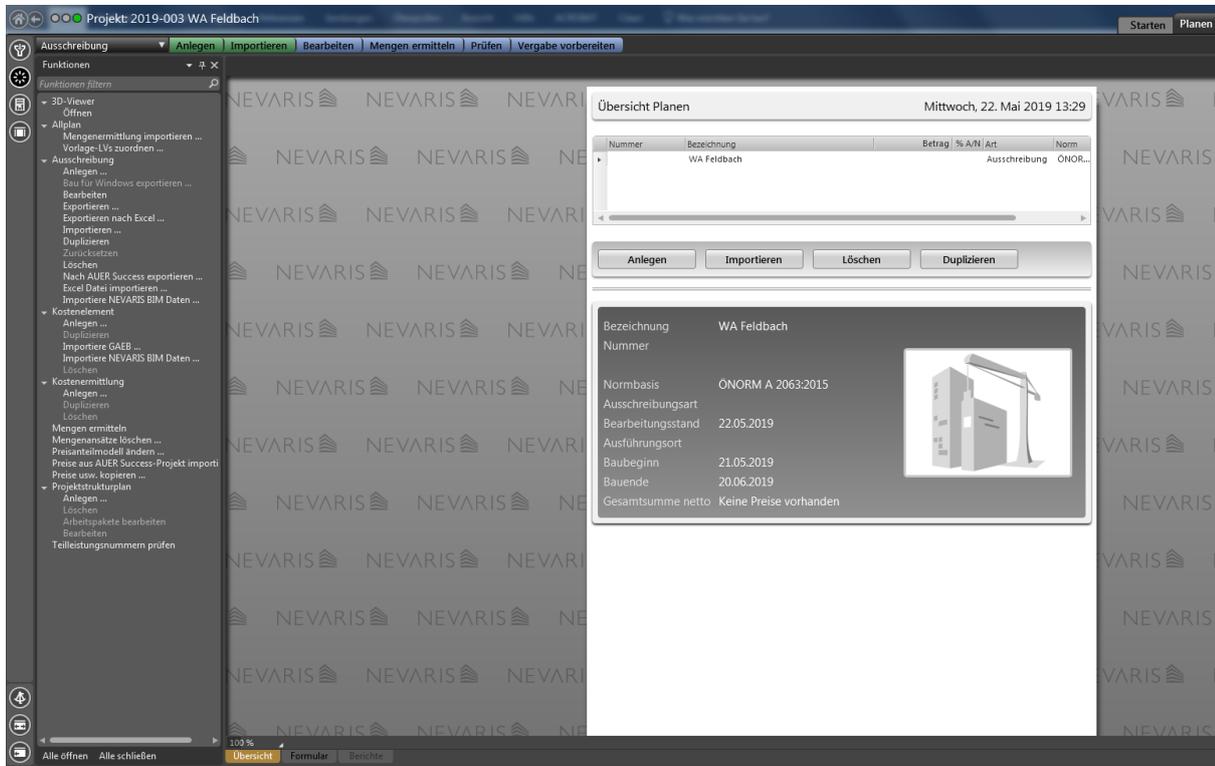


Abbildung 22: Anlegen des Leistungsverzeichnisses

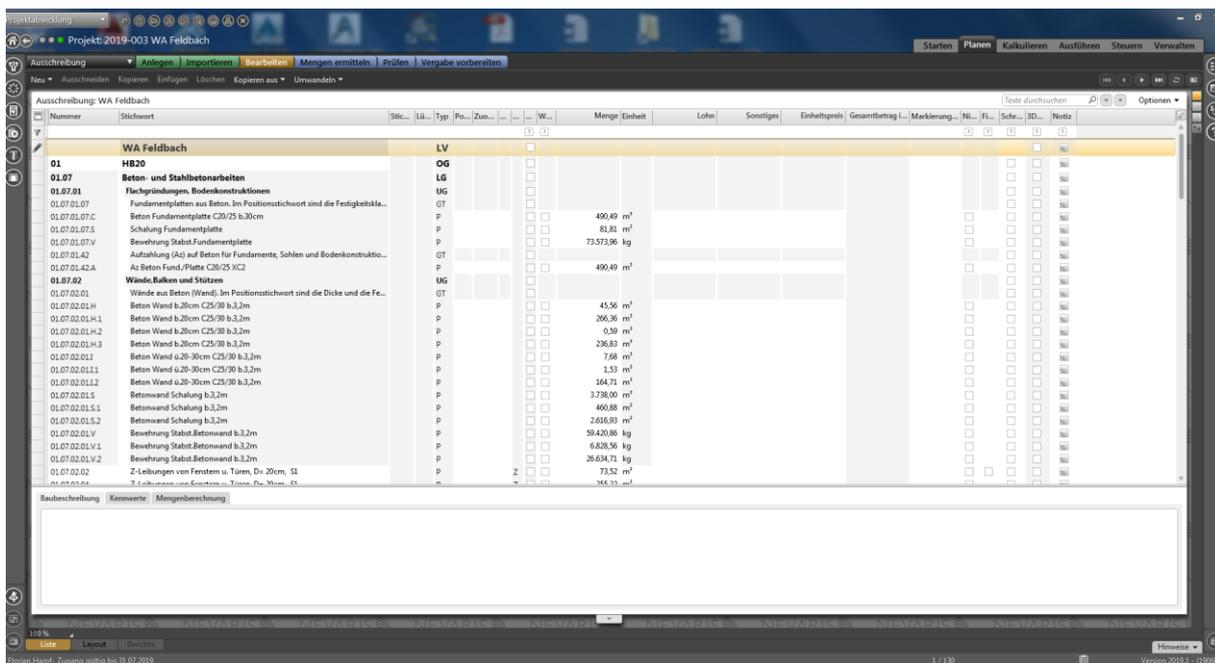


Abbildung 23: Erstelltes Leistungsverzeichnis mit den Massen aus dem Projekt

Dieses erstellte Leistungsverzeichnis wird im nächsten Schritt exportiert, um die Kalkulation in NUVEM durchführen zu können. Für das Exportieren muss unter *Funktionen - Exportieren* ausgewählt werden. Das ist in Abbildung 24 ersichtlich. Die für den Export notwendigen Einstellungen sind in Abbildung 25 dargestellt. Der zu erstellende Datenträger muss auf Basis der ÖNORMA A2063:2009 erstellt werden, um diesen in Nuvem einlesen zu können.

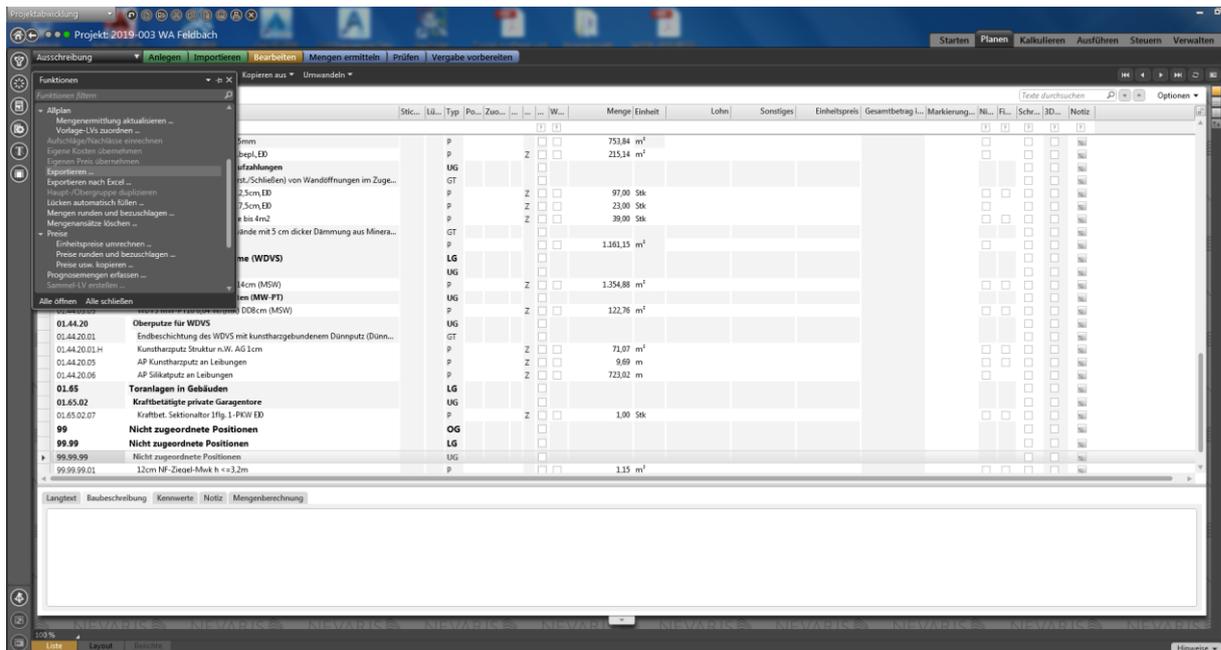


Abbildung 24: Exportieren des Leistungsverzeichnisses

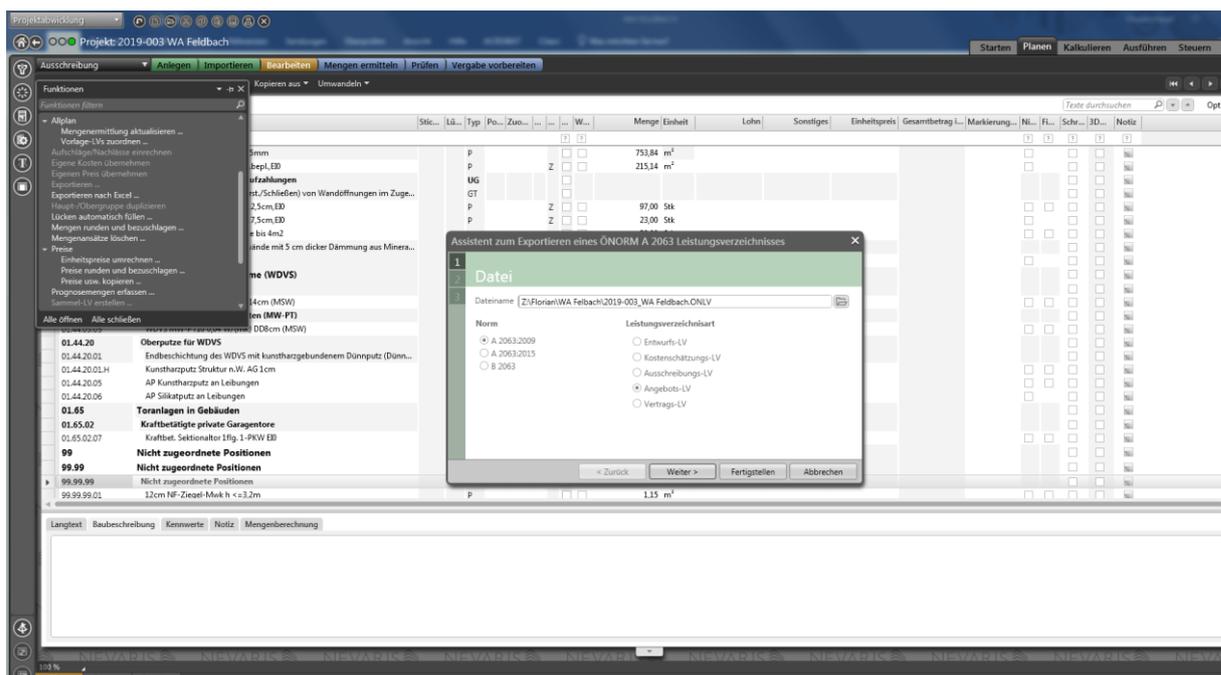


Abbildung 25: Notwendige Einstellungen für den Export