

“BIM im Planungsprozess –
Gebäudedatenmodell und Kostenermittlung”

Diplomarbeit

Bauhaus-Universität Weimar
Fakultät Architektur
WS 2007/2008

Eingereicht von: _____

André Seifert
Matrikelnr. 20205

Gutachter: _____

Professur Informatik in der Architektur
Prof. Dr. -Ing. Dirk Donath

Professur Baumanagement und Bauwirtschaft
Prof. Dr. -Ing. Bernd Nentwig

Weimar, den 14. Januar 2008 _____

André Seifert

Vorwort

Als ich mich im September 2007 mit Prof. Dr. Donath für ein erstes Gespräch zu meiner Diplomarbeit am Lehrstuhl für Informatik in der Architektur traf, war uns beiden noch nicht bewusst, wohin genau die Reise eigentlich gehen wird. Das generelle Ziel stand bereits fest „BIM im Planungsprozess“ - nun galt es noch, den Weg zu bestimmen.

Building Information Modeling (BIM) ist eine Entwicklung im Architekturbereich der letzten 5-8 Jahre, in der sich zahlreiche Themen für Diplomarbeiten anbieten würden. Nach einigen Gesprächen kristallisierte sich jedoch ein Teilbereich heraus, der mir in besonderem Maße als geeignet für eine wissenschaftliche Arbeit erschien: Die Nutzung des Gebäudedatenmodells für Kostenermittlungen im Entwurfsstadium.

Bau- und Kostenmanagement stößt im universitären Umfeld trotz der hohen Relevanz für das spätere Berufsleben immer noch auf zu wenig Beachtung. Im Laufe meiner Recherchearbeit und nach einem Treffen mit Prof. Dr. Nentwig am Lehrstuhl für Baumanagement, stellte sich mir der besondere Gehalt der Verknüpfung von Kostenmanagement und Gebäudemodell dar.

Die bewusst praxisorientierte Ausrichtung der Diplomarbeit hat ihren Grund auch in der Tatsache, dass in Gesprächen mit Architekten und Ingenieuren immer wieder auf die Notwendigkeit der Effizienzsteigerung im architektonischen Entwurf und der Verbesserung der Entwurfsdokumentation für Bauherren hingewiesen wurde. Diese Untersuchung will sich daher an der Realität messen lassen und im besten Fall einen direkten Beitrag zur Optimierung der Arbeitsabläufe im Entwurfsprozess leisten.

Bedanken möchte ich mich bei allen, die mich im Laufe meiner Diplomarbeit unterstützt haben: Prof. Dr. Donath für seine fachliche Beratung, Dipl.-Ing Danny Lobos für die vielen Tipps zu RevitArchitekture und nicht zuletzt bei den geduldigen Korrekturlesern dieses Erläuterungsberichtes: Carola Beetz, Robert Hildebrandt, Anna und Otto Armbruster und besonders meiner Frau Derya.

André Seifert, Weimar im Januar 2008

Inhaltsverzeichnis:

	Einleitung	7
1.	Vorstellung der Thematik	9
1.1.	Arbeitsweise im architektonischen Entwurf	9
1.2.	Building Information Modeling	10
1.3.	Kosten im Hochbau	11
	<i>Zusammensetzung von Baukosten</i>	
1.3.1.	DIN 276 - Kostenermittlung	13
1.3.2.	Kostendatenbanken/ Kostenstatistik	15
1.4.	Thüringische Landesamt f. Denkmalpflege u. Archäologie	18
2.	BIM und Kostenermittlung in Echtzeit	19
2.1.	Entwurfsprozesse mit BIM	19
	<i>BIM und Datenkonnektivität</i>	
2.2.	Grundsätze zur Kostenermittlung mit BIM	22
2.2.1.	Zuordnung von Bauelementen zu Kostengruppen	23
2.2.2.	Integration von Baukosten in das Gebäudedatenmodell	25
2.2.3.	Integration von Baukosten in die Kostenermittlung	27
2.3.	Beispiele zu BIM und Kostenermittlung	29
	<i>Building One</i>	
	<i>Success Estimator</i>	
3.	Praxisteil - Prototypische Umsetzung	31
3.1.	Projektvorbereitung	31
3.1.1.	Die Projektlandschaft	33
	<i>Lageplanmodell</i>	
	<i>Der Bestand - Haus 5</i>	
3.2.	Revit2008 und das Gebäudedatenmodell	35
3.2.1.	Bauelemente und Parameterdaten	35
3.2.2.	Möglichkeiten der Daten-Verwaltung in Revit	36
	<i>Interne Bauteillisten/ Mengenauswertung</i>	
	<i>ODBC-Schnittstelle</i>	
3.2.3.	Externe Datenbanken - Bauelement-DB und Kosten-DB	38
3.2.4.	Datenbankabfrage per OOBASIC-Makro	40
3.3.	Bearbeitung des Erweiterungsbaus	40
3.3.1.	Der Vorentwurf im Modellbereich	42
	<i>Körper- Volumenstudien</i>	
	<i>Detailtiefe im Vorentwurf</i>	
	<i>Markierung und Zuordnung der Bauelemente</i>	
	<i>Kritik Kostenschätzung mit BIM</i>	
3.3.2.	Entwurfsplanung und Kostenberechnung	48
	<i>Detailtiefe in der Entwurfsplanung</i>	
	<i>Markierung von Feinelementen</i>	
	<i>Zuordnung der Bauelemente</i>	
3.3.3.	Entwurfsoptionen	52
	<i>Entwurf 1 Massivbau</i>	
	<i>Entwurf 2 Skelettbau</i>	
3.3.4.	Die externe Auswertung/ Kostenberechnung	52
3.3.5.	Kritik Kostenberechnung mit BIM	55

3.4.	Datenaufbereitung für Präsentationen	56
	<i>Plangrafiken</i>	
	<i>Visualisierung</i>	
	<i>Auswertung/ Tabellen/ Diagramme</i>	
	Kurzdokumentation Umbau- und Erweiterungsplanung Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege und Architektur	59
4.	Schlussbetrachtung - aus der Distanz	67
	<i>Automatisierte Kostenermittlung</i>	
	Quellenverzeichnis:	71
	Abbildungs- Grafik- und Tabellenverzeichnis:	72
	DIN 276-1:2006-11 (gekürzt)	Anhang A
	Ausschnitt Revit Export-Schema	Anhang B
	Programmcode OO-Basic Datenbankabfrage	Anhang C

Inhalt CD- Anlage:

Dateien

TLDA_Neubau.rtv
 TLDA_Bestand.rtv
 TLDA_Umgebung.rtv
 TLDA_Kostenermittlung.ods
 Diplom_AS_WS0708.pdf

Ordner/ versch. Daten

Revit Projektdaten
 Datenbanken
 Referenzen
 Grafiken Erläuterungsbericht
 versch. Anwendungen

Einleitung

Gängige Praxis vieler Architekturbüros ist es, noch in der Leistungsphase 3 Entwurfsplanung Kostenermittlungen nach planungsorientierten Einwertverfahren anzuwenden. Die Ungenauigkeiten dieser Verfahren werden aufgrund von Zeiteffizienz und geringer Datendichte im Entwurfsprozess in Kauf genommen.

Das Gebäudedatenmodell stellt genügend Daten zu Verfügung und ist strukturell geeignet, um Kostenermittlungen nach dem präziseren Mehrwertverfahren bereits in der Leistungsphase 2 Vorplanung effektiv durchzuführen.

Die intelligente Nutzung des Gebäudedatenmodells bietet für Architekten und für Bauherren signifikante Vorteile, sowohl im Bereich Planungssicherheit als auch bei der Entwurfsdokumentation.

Die Diplomarbeit ist in vier Kapitel gegliedert:

Kapitel 1 bietet eine Einführung in die Themen Kostenermittlung im Hochbau und Building Information Modeling. Der Status Quo im architektonischen Planungsumfeld und die Notwendigkeit seiner Optimierung wird beschrieben. Mit dem potentiellen Standort für das zukünftige Thüringische Landesamt für Denkmalpflege und Architektur (TLDA) wird das Projekt kurz vorgestellt, an dem die prototypische Umsetzung der Untersuchung getestet werden soll.

Kapitel 2 beschäftigt sich mit grundlegenden Überlegungen zu den Möglichkeiten der Verknüpfung von Gebäudedatenmodell und Kostenermittlung. Die hier vorgestellten Prinzipien und Methoden sind allgemeiner Natur und nicht im engeren Sinne mit konkreten Software Anwendungen verbunden. Vielmehr werden hier Themen erörtert, die die Grundlage bilden für die spätere Arbeit am praktischen Beispiel.

Kapitel 3 experimentiert mit Möglichkeiten, theoretische Überlegungen in praktische Ergebnisse umzuwandeln. Hier wird unter Verwendung konkreter Software eine prototypische Versuchsumgebung aufgebaut, mithilfe derer das Gebäudedatenmodell auf seine Potentiale im Rahmen von Kostenermittlungen untersucht wird. Am Beispiel eines Erweiterungsneubaus werden zusätzlich Entwurfsmethoden im 3D-Raum beurteilt und Möglichkeiten kurz dargestellt, die sich für die bauherrngerechte Dokumentation von Entwurfsideen ergeben.

Kapitel 4 versucht den grundsätzlichen Wert dieser Arbeit kritisch zu beurteilen. Aus der Distanz zur prototypischen Umsetzung soll erneut der Blick für die gesamte Problemstellung geöffnet werden: Wie ist Automatisierung mit der Arbeitsweise des Architekten vereinbar? Was können Rechnersysteme leisten und was nicht?

1. Vorstellung der Thematik

Als Einführung in das Untersuchungsumfeld wird im folgenden ein grundsätzlicher Überblick über „Kosten im Hochbau“ und „Building Information Modeling“ vermittelt. Vor diesem Hintergrund sollen in den weiteren Kapiteln die Möglichkeiten zur Verknüpfung von Gebäudedatenmodell und Kostenermittlung untersucht werden. Die folgenden Ausführungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es geht vielmehr darum, ein allgemeines Verständnis für die Zielsetzung der Untersuchung zu vermitteln.

1.1. Arbeitsweise im architektonischen Entwurf

Die Arbeit des Architekten hat sich in den vergangenen 10 Jahren seit dem Durchbruch der Computertechnologie in vielerlei Hinsicht geändert. Obwohl das eigentliche Ziel - die Errichtung eines Bauwerkes - in den meisten Fällen das Gleiche geblieben ist, so ist doch der Weg dorthin ein grundsätzlich anderer geworden.

Die Effizienz und Schnelligkeit, mit der Gebäude gegenwärtig errichtet werden, war vor 100 Jahren noch unvorstellbar. Es wurden unzählige Normen eingeführt um Bauabläufe zu strukturieren und vergleichbar zu machen, Qualitätsstandards für das Produkt Bauwerk bestimmt, und es wurden Routinen festgelegt, die es möglich machen hochkomplexe Bauaufgaben sicher zu bewältigen. Bei all diesen Vorgängen hat sich der Computer als unverzichtbare Unterstützung für den Architekten bewährt.

Die Arbeitsweise im architektonischen Entwurf hat sich seit den ersten Baumeistern jedoch kaum verändert. Zunächst werden Skizzen und Modelle angefertigt, danach Zeichnungen (die heute allerdings im Computer entstehen - dem modernen Reißbrett) und schließlich werden Ansichten und Perspektiven erstellt um die Entwurfsabsicht dem Bauherren ansprechend zu präsentieren. Die Ermittlung von Gebäudedaten geschieht häufig völlig getrennt von deren grafischer Repräsentation. Die Informationen zum Gebäude liegen verteilt auf zahlreiche Pläne, Listen und Modelle. Der Planer muss in der Lage sein, alle Daten zu einem Gesamtbild zusammenzufügen. Mit zunehmender Größe und Komplexität der Bauaufgabe wird es jedoch unmöglich alle Aspekte des Gebäudes im Blick zu behalten.

Wie schon erwähnt, wurden die Möglichkeiten der Computertechnologie im Falle des architektonischen Entwurfes bei genauer Betrachtung nur für eine Übersetzung des Reißbrettes auf den Bildschirm genutzt.

Seit einigen Jahren kann jedoch eine Neuorientierung im Umfeld des Bauplanungsgewerbes beobachtet werden. Das reine Fortführen althergebrachter Arbeitsweisen mit den Mitteln der Computertechnologie wird nicht mehr als befriedigend empfunden. Die enormen Möglichkeiten, die sich durch die Weiterentwicklung der IT-Systeme ergeben, haben ebenfalls die Suche nach effizienteren Wegen der architektonischen Planung beschleunigt.

1.2. Building Information Modeling

Der Ort, an dem sich im Mittelalter alle an einer großen Bauaufgabe beteiligten Personen getroffen haben, war die Bauhütte¹. Hier waren alle beteiligten Gewerke unter einem virtuellen Dach vereint.

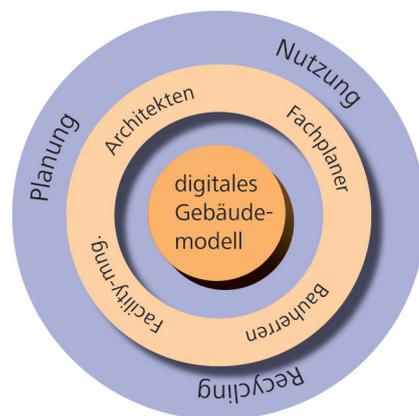
Das Gebäudedatenmodell überträgt das Konzept der gemeinsamen Plattform in die Gegenwart. Für alle an der Planung einer Bauaufgabe beteiligten Personen existiert eine gemeinsame virtuelle Umgebung, in der an einem digitalen Modell gearbeitet wird (Graf.01). Das spätere reale Gebäude wird hier so komplett wie möglich (oder nötig) virtuell errichtet. In diesem Sinne erscheint es gerechtfertigt von einer „virtuellen Bauhütte“ zu sprechen. Oder um einen aktuelleren Begriff zu verwenden - von einem Virtuellen Bauhaus².

Der Kernbereich des Building Information Modeling ist das einheitliche digitale Gebäudemodell. Dieses Gebäudemodell repräsentiert nicht nur die räumliche Abbildung des Gebäudes in der virtuellen Welt, sondern es liefert zusätzlich Daten zu den Eigenschaften aller Gebäudebestandteile, deren Relationen zueinander sowie zu den spezifischen Merkmalen und Eigenschaften des Gebäudes als Ganzes.

Für das Gebäudedatenmodell existiert demnach eine weitere, eine vierte Dimension, welche die Informationen zum Gebäude repräsentiert. Alle Informationen haben ihren Ursprung im Modellbereich, das heißt, es gibt keine unreferenzierten Daten. Das Gebäudedatenmodell ist folglich ein ganzheitliches, integriertes Abbild des geplanten oder auch schon erstellten Gebäudes.

Ziel von BIM ist es, durch die Simulation des realen, räumlichen Bauablaufes und der Prozesse bei der Bauausführung, die Gebäudeplanung und Nutzung effektiver und besser kalkulierbar zu machen.

Graf.01 Schema Building Information Modeling



BIM ist ein Konzept, welches die herkömmliche Arbeitsweise des Planers grundsätzlich verändert. Die Arbeit im Gebäudedatenmodell entspricht einem probeweisen Errichten des Gebäudes im Computer. Erst wenn alle Gebäudeparameter optimal eingestellt sind, werden die Pläne für den realen Bauablauf freigegeben.

Konflikte können sofort virtuell erkannt und Entwurfsabsichten direkt überprüft werden. In einer mit herkömmlichen Mitteln nicht denkbaren Weise kann der Entwurf hinsichtlich zahlreicher Gesichtspunkte beurteilt werden.

¹ J. W. Goethe prägte den Begriff Bauhütte in seinem Aufsatz „Kunst und Alterthum am Rhein und Mayn“ [Wikipedia 2007 Suchbegriff „Bauhütte“, Artikelversion: 9.12.2007]

² Das Grundkonzept des Weimarer Bauhauses geht auf die mittelalterlichen Bauhütten zurück. [Izpb 2007 Suchbegriff „Bauhaus“ Datum 05.01.2008]

Potentielle Vorteile gegenüber der herkömmlichen 2D-Arbeitsweise:

- Verknüpfung und Auswertung aller Gebäudedaten
- einheitliches, immer aktuelles Gebäudemodell
- verbesserte Visualisierung
- optimierte Koordination von Konstruktionsdokumenten
- Beschleunigung der Informationsausgabe

Die ersten Ansätze eines Gebäudedatenmodells stammen von der ursprünglich ungarischen Softwarefirma Graphisoft aus den 1980er Jahren³. In ihrer Anwendung ArchiCAD lösten sie sich von der herkömmlichen 2D-Plangrafik und nutzten dreidimensionale Gebäudemodelle zur Extraktion von Plandaten.

Dieser Konstruktionsansatz wurde später von anderen Herstellern aufgegriffen und adaptiert. Im Maschinen- und Fahrzeugbau fand die dreidimensionale Konstruktion die schnellste Verbreitung. Erst in den vergangenen 5 Jahren etablierte sich das virtuelle Gebäudemodell im Architekturbereich⁴. Dabei wurde das Grundkonzept verschieden interpretiert.

Tabelle 01 bietet einen Überblick über die momentan verbreitetsten BIM Anwendungen⁵ und deren Konzept.

<p>Autodesk Revit: Dem Gebäudedatenmodell liegt innerhalb der Applikation eine zentrale Datenbank zugrunde. Alle Daten betreffend des Gebäudes sind in dieser Datenbank vorhanden. Dadurch ist es dem Anwender möglich sofort alle Auswirkungen seines Entwurfes zu überprüfen. Gegenwärtig existieren drei eigenständige Module von Revit (Revit Architecture2008, RevitBuilding2008 und RevitMEP2008) welche durch angepasste Werkzeuge den unterschiedlichen Anforderungen von Architekten, Bauingenieuren und Fachplanern gerecht werden.</p>
<p>Bentley Architecture ist Teil der Building Suite des amerikanischen Softwareherstellers BentleySystems. Das Building Information Modeling wird hier als Zusammenschluss mehrere Applikationen (des gleichen Herstellers) verstanden. Es existiert keine allumfassende Datenbasis. Die Daten werden selektiv von Anwendung zu Anwendung ausgetauscht. Von BIM kann eigentlich erst dann die Rede sein, wenn alle Applikationen zusammen betrachtet werden.</p>
<p>ArchiCAD: Die Anwendung der seit 2007 zur Nemetschek-Gruppe in München gehörende Softwarefirma Graphisoft setzt den BIM-Ansatz am progressivsten um. Auch hier wird (wie bei Bentley) die Applikation als ein Teil des Gebäudedatenmodells betrachtet. Die Interaktion der verschiedenen Applikationen ist aber auf größte Flexibilität ausgelegt. Mithilfe von IFC-basierten Modellservern entsteht eine virtuelle Gebäudedatenbank, an der alle Projektbeteiligten mit ihren individuellen Anwendungen arbeiten können.</p>

Tab.01 BIM-Anwendungen

1.3. Kosten im Hochbau

Aufgabe des Architekten ist es den Bauherren über die zu erwartenden Baukosten zu informieren. Diese Aufgabe ist nicht nur für den Bauherren von Bedeutung, sondern sie stellt auch für den Architekten eine Basis dar, auf der entwurfsrelevante Entscheidungen beurteilt werden müssen. Nicht zuletzt sind Baukosten Basis für die Vertragsbeziehung zwischen Planer und Bauherr.

Ziel ist es, möglichst früh genaue Aussagen zu den zu erwartenden Kosten treffen zu können. Ein entscheidender Faktor ist der Aufwand, der für ein optimales Ermittlungsergebnis betrieben werden muss. Obwohl auf der einen Seite die Ansprüche von Bauherren an das Kostenmanagement immer weiter steigen, ist auf der anderen eine angemessene Honorierung dieser Leistungen für den Architekten in der HOAI bisher nicht verankert ⁶

³ Graphisoft entwickelt seit 1983 die „Virtual-Building“ Technologie [graphisoft 2007]

⁴ Im Bauingenieurwesen begann diese Entwicklung schon früher.

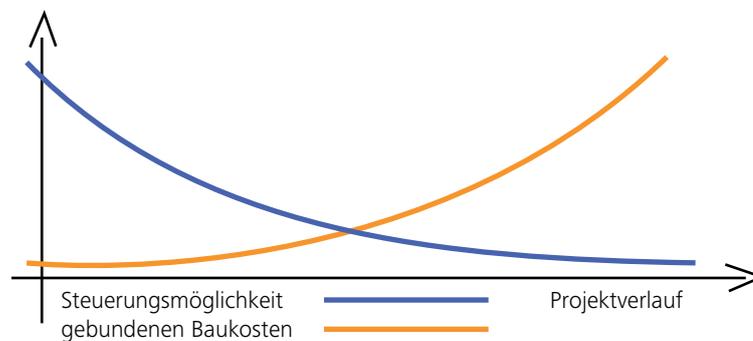
⁵ Nach einer Studie im Auftrag von Bentley-Systems „Top Criteria for BIM Solutions“ vom Oktober 2007. Im europäischen Raum wäre zusätzlich noch Nemetschek zu erwähnen. [aecbytes 2007]

⁶ [Seifert/ Preussner 2003, Seite 13]

Für den Architekten muss es daher Ziel sein, effektive Kostenermittlungen anzubieten. Ausschlaggebender Faktor ist hierbei der Aufwand, der betrieben werden muss um normgerechte Kostenermittlungen zu erstellen. Diese dieser Diplomarbeit ist, dass durch die Nutzung des Gebäudedatenmodells der Aufwand für die Erstellung von Kostenermittlungen deutlich gesenkt werden kann und zusätzliche erweiterte Serviceleistungen (Entwurfsoptionen, umfangreicher Bauteilvergleich) angeboten werden können.

Die Notwendigkeit effizienter Methoden zur Kostenermittlung wird auch in einem anderen Zusammenhang deutlich. Im Laufe der Planung verändert sich die Kostensituation wesentlich. Hat am Anfang der Planung der Architekt noch die Möglichkeit auf Kosten weitestgehend Einfluss zu nehmen und sie zu steuern, so nehmen die Steuerungsmöglichkeiten im weiteren Projektverlauf ab. Zu Beginn der Planung sind nur wenige Kosten gebunden. Spätestens während der Leistungsphase 6 stellen die gebundenen Kosten jedoch einen erheblichen Teil des Gesamtbudgets dar (Graf.02). Zu diesem Zeitpunkt zeigt sich die Qualität der Kostenplanung im frühen Entwurfsstadium. Wer aus Kostengründen an der Kostenplanung gespart hat, kann im späteren Planungsstadium unangenehm überrascht werden, wenn die Baukosten „davonlaufen“.

Graf.02 Kostensteuerung und gebundenen Baukosten

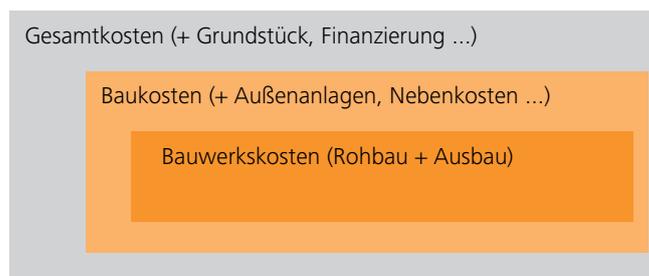


Zusammensetzung von Baukosten

Kosten im Zusammenhang mit Baumaßnahmen können in Aufwendungen für Güter (Baustoffe, Gegenstände), Leistungen (Planungsleistungen, Gutachten, Projektsteuerung) und Abgaben (Steuern, Finanzierungskosten...) unterteilt werden.

Ein grobes Schema für die Zusammensetzung von Baukosten bietet Grafik 03 (Seite 11). Diese hier verwendete Gliederung orientiert sich an den drei Bereichen Bauwerkskosten (Kosten, die direkt mit Gebäudeerrichtung und Ausbau verbunden sind), Baukosten (Bauwerkskosten inklusive Nebenkosten und Kosten für Aussenanlagen) und Gesamtkosten (hier kommen noch Kosten hinzu, die unabhängig vom Bauwerk sind). Diese Gliederung kann jedoch nicht als allgemeingültig betrachtet werden und soll nur einen groben Anhaltspunkt zum Verständnis der Zusammensetzung von Kosten darstellen. Für diese Untersuchung stehen die Bauwerkskosten im Vordergrund.

Neben der hier vorgestellten Gliederungen existieren noch weitere um das Kostendickicht überschaubar zu machen. Einige Gliederungen sind standardisiert, andere ergeben sich aus dem individuellen Projektverlauf oder entwickeln sich im Zusammenhang von Methoden zur Projektsteuerung.



Graf.03 Gliederung von Baukosten

1.3.1. DIN 276 - Kostenermittlung

DIN 276 stellt die wichtigste Norm bei der Kostenermittlung für Baumaßnahmen dar. Ihre ursprüngliche Fassung stammt aus dem Jahre 1934. Die aktuellste Fassung DIN 276-1:2006-11 wurde 2006 veröffentlicht und wird als Basis für diese Arbeit genutzt.

Gegenwärtig werden noch zwei weitere Fassungen der DIN 276 verwendet: Die DIN 276 „Alte DIN 276“ aus dem Jahre 1981 und die grundlegend überarbeitete „Neue DIN 276“ aus dem Jahr 1993. Die DIN 276-1:2006-11 wurde nur leicht verändert.

Die DIN 276 Kosten im Hochbau gliedert sämtliche in einer Baumaßnahme⁷ anfallenden Kosten in Kostengruppen. Während sich die „Alte DIN“ noch an einer ausführungsorientierten Kostengliederung orientierte, gliedert die „Neue DIN“ stärker nach Bauelementen. Auch wurde die Nummerierung der „Neuen DIN“ auf eine durchgängig dreistellige Kennziffer geändert, um die Kompatibilität mit EDV-Systemen zu verbessern⁸.

Kostengruppe der ...			
1.Ebene	2. Ebene	3.Ebene	enthält Kosten zu ...
100			Grundstück
200			Herrichten und Erschließen
300			Bauwerk - Baukonstruktion
	310		- Baugrube
		311	-- Baugrubenherstellung
		312	-- Baugrubenumschließung
		313	-- Wasserhaltung
		319	-- Baugrube sonstiges
400			Bauwerk - technische Anlagen
500			Außenanlagen
600			Ausstattung und Kunstwerke
700			Baunebenkosten

Tab.02 Gliederungsebenen Kostengruppen DIN 276

vollständige Gliederung im Anhang A

Das Gliederungssystem nach DIN 276 ist hierarchisch aufgebaut. Auf oberster Ebene (1. Gliederungsebene) stehen 7 Hauptkostengruppen, in denen alle Kosten der Baumaßnahme (Gesamtkosten) repräsentiert sind. Auf der zweiten und dritten Gliederungsebene werden die Kosten weiter differenziert (Tab.02).

Die Gliederung von Kosten auf drei Ebenen hat dabei nicht nur inhaltliche Funktion. Sie wird im Rahmen der Kostenermittlung außerdem der Tatsache gerecht, dass Aussagen zum Entwurf und somit Aussagen zu voraussichtlichen Kosten im frühen Stadium nur unvollständig gemacht werden und erst mit vorschreitender Planung zunehmend detaillierter getroffen werden können.

⁷ Kosten im Lebenszyklus eines Bauwerkes werden in der DIN 18960 normiert.

⁸ Die „Alte DIN“ nutzte für die Nummerierung bis zu 3-stellige durch Punkte getrennte Ziffern

Kosten können also auf einer übergeordneten Ebene zusammengefasst werden, um zu verdeutlichen, dass noch keine präziseren Aussagen gemacht werden können.

In der Kostenermittlung kommt dieses Prinzip zum Einsatz. Die DIN 276 definiert für den gesamten Projektverlauf 5 verschiedene Kostenermittlungsarten (Tab.03). Entsprechend dem Planstand zum Zeitpunkt der Kostenermittlung unterscheiden sie sich in ihrer Ermittlungstiefe.

Tab.03 Kostenermittlungen nach DIN 276

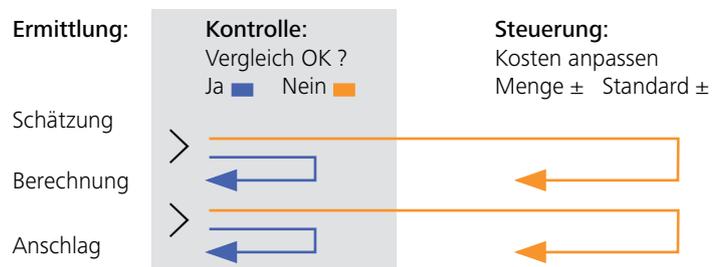
Kostenermittlung	Planungsphase	Ermittlungstiefe	Zweck
Kostenrahmen	Grundlagenermittlung	1. Ebene DIN 276	Basis für Bedarfsplanung
Kostenschätzung	Vorplanung	2. Ebene DIN 276	Basis für Entscheidung zu Vorplanung
Kostenberechnung	Entwurfsplanung	3. Ebene DIN 276	Basis für Entscheidung zu Entwurfsplanung
Kostenanschlag	Ausführungsplanung	Positionen nach Standardleistungsbuch	Grundlage für die Vorbereitung der Ausschreibung
Kostenfeststellung	Nach Baufertigstellung	2.- 3. Ebene DIN 276	Prüfung und Dokumentation

Die Kostenermittlung stellt einen statischen Vorgang dar, der die Situation zum Zeitpunkt der Ermittlung abbildet. Mit Ausnahme der Feststellung der Baukosten werden Vergleichswerte genutzt, um Aussagen zu den voraussichtlichen Baukosten treffen zu können.

In der „Neuen DIN“ wurde mit der Kostenplanung ein Begriff eingeführt, der über die statische Kostenermittlung hinaus zusätzlich Kostenkontrolle und Kostensteuerung als dynamische Komponenten in die Planung integriert.

Ziel der Kostenplanung ist es, auf Ergebnisse der Kostenermittlung oder veränderte Rahmenbedingungen zu reagieren (Graf.04).

Graf.04 Schema Kostenplanung



Kostenermittlungen werden auf der Grundlage von Kostenkennwerten und Bezugsgrößen erstellt. Nur dadurch ist es möglich, Kosten zu beurteilen und zu vergleichen. Bezugsgrößen können grundsätzlich geometrischer (Rauminhalt, Fläche) und funktionaler Natur (Wohneinheit, Arbeitsplatz) sein. Bei geometrischen Bezugsgrößen lassen sich wiederum Unterschiede hinsichtlich ihrer Detaillierung machen (m² Außenwandfläche inkl. Fenster oder m² Fensterfläche allein).

In Verbindung mit Kostenkennwerten ergeben sich für die Kostenermittlungen damit die vielfältigsten Möglichkeiten, Kosten zu gliedern. Wichtig ist hierbei nur, die verschiedenen Arten von Kostenkennwerten innerhalb einer Kostenermittlung nicht zu vermischen.

Abschließend soll noch auf die grundsätzliche Unterscheidung von Kostenermittlungen nach der Elementmethode und nach ausführungorientierten Methoden hingewiesen werden. Diese Unterscheidung ist der wohl am meisten diskutierte Aspekt innerhalb der Kostenplanung.

Die elementorientierte Methode geht davon aus, dass das Gebäude aus (Bau-)

Elementen zusammengesetzt ist und gliedert daher Kosten in Gruppen, die sich an konkreten Elementen orientieren (z.B. Außenwand, Innenwand, Dach...) Diese Methodik vereinfacht vor allem in frühen Planungsstadien die Kostenermittlung enorm. Die DIN 276 ist in ihrer Gliederung stark elementorientiert.

Für die spätere Bauausführung (Vergabe von Bauleistungen) müssen die einzelnen Elemente allerdings aufgeschlüsselt und in eine Gliederung überführt werden, die den Leistungsbereichen der verschiedenen Gewerke gerecht wird.

Problematisch ist vor allem der Übergang von der element- in die ausführungorientierte Kostengliederung. Es scheint so, dass hier eine optimale Lösung noch nicht gefunden wurde.

1.3.2. Kostendatenbanken/ Kostenstatistik

Um Kostenvoraussagen treffen zu können muss mit Kostenvergleichswerten gearbeitet werden.

Vergleichswerte basieren auf bereits abgerechneten Bauwerken oder auf marktüblichen Preisen für Positionen und Leistungen. Sie können in entsprechenden Kostendatenbanken abgerufen und durch eigene Erfahrungswerte oder Werte abgeschlossener Projekte ergänzt werden.

Es steht eine Fülle von Kostendatenbanken zur Verfügung und entsprechend der Ermittlungsart können geeignete Kennwerte abgerufen werden (Tab.04).

Kennwerte für...	Verwendung
Objekte	Für Kostenschätzung, 1.- 2. Gliederungsebene DIN 276
Bauelemente nach Objekttypen zusammengefasst	Für Kostenberechnung 3. Gliederungsebene DIN 276, strukturiert nach Feinelementen in den entsprechenden Objekttypen
Bauelemente nach Ausführungsarte zusammengefasst	Vom Gebäudetyp unabhängige Bauelementkostenkennwerte, universell nutzbar, grobe Zuordnung von Leistungsbereichen (STLB) möglich
Ausführungsbezogene Kennwerte für Sanierungsarbeiten	Kennwerte zu speziellen Leistungen und Maßnahmen in der Altbaumodernisierung oder im Umbau
Positionen	Für Kostenanschlag, ausführungsbezogene Kostenkennwerte nach Leistungsbereichen

Tab.04 Kostenkennwerte

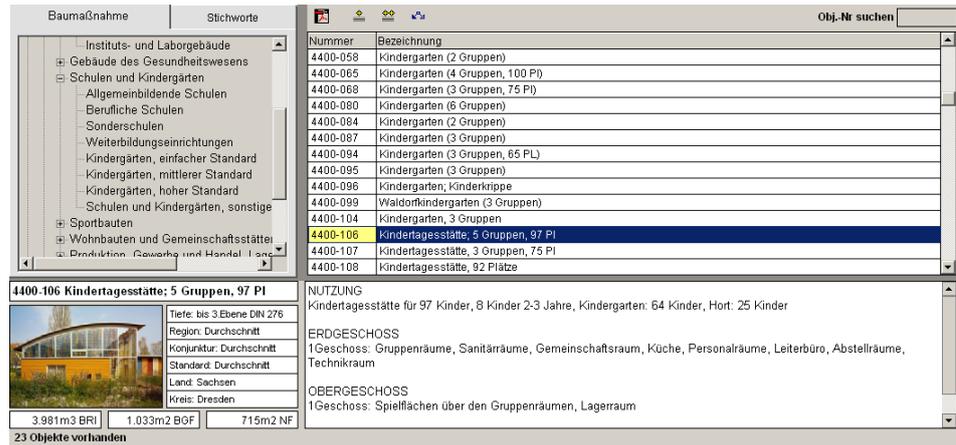
Datenquellen zu Baukosten sind grundsätzlich auch als Printmedien verfügbar. In der gegenwärtigen Praxis werden jedoch bereits vorwiegend elektronische Medien verwendet, die oft Schnittstellen zu weiteren Anwendungen (AVA-Software) zur Verfügung stellen.

Nachfolgend sollen nur zwei Beispiele von Datenquellen zu Baukosten vorgestellt werden. Diese Beispiele sind nur ein sehr kleiner Teil der Möglichkeiten, Kosten zu Baumaßnahmen aus Referenzwerten zu ermitteln. Aus der Vielfalt der Daten, die allerdings nicht immer vergleichbar sind⁹, müssen „nur“ noch die für das konkrete Objekt geeigneten ausgewählt werden. Eine breite statistische Basis und verbindliche Normen sind Grundlage für aussagekräftige Kostenkennwerte.

Das Baukosteninformationszentrum (BKI) stellt umfangreiche Informationen für Kostenermittlungen zur Verfügung. Auf Grundlage von ca.1400 in Gebäudetypen gruppierten Objekten, können Vergleichswerte zu allen Ermittlungstiefen nach DIN 276 nachgeschlagen werden (Abb.01, Seite 16).

⁹ Die Ermittlungsgrundlagen für Kostenkennwerte unterscheiden sich zum Teil deutlich von Anbieter zu Anbieter.

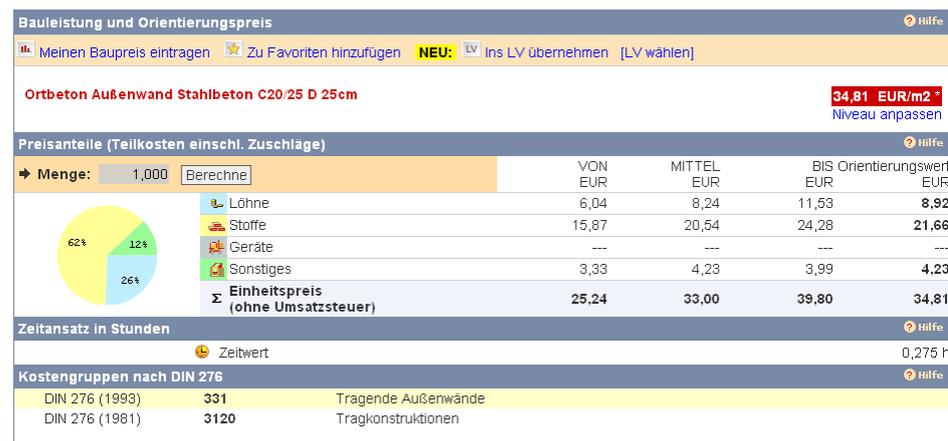
Abb.01 BKI - Kostenplaner
Anwendersoftware mit Kostendatenbank



Das Baupreislexikon bietet Informationen zu Bauleistungen. Der Onlineservice ist vor allem im Rahmen von Ausschreibungen interessant (Abb.02).

„Baupreislexikon ist eine umfangreiche Datenbank zu aktuellen Preisen für Bauleistungen und bietet zusätzlich kleine Softwaretools zur Kostenschätzung und Kostenkalkulation. Es ist für alle interessant, die sich beruflich oder privat mit dem Thema Baukosten beschäftigen.“ [baupreislex 2007]

Abb.02 Baupreislexikon
Onlineservice mit Kennwerten zu Positionen und Leistungsbereichen



Beispiele Kostenstatistik

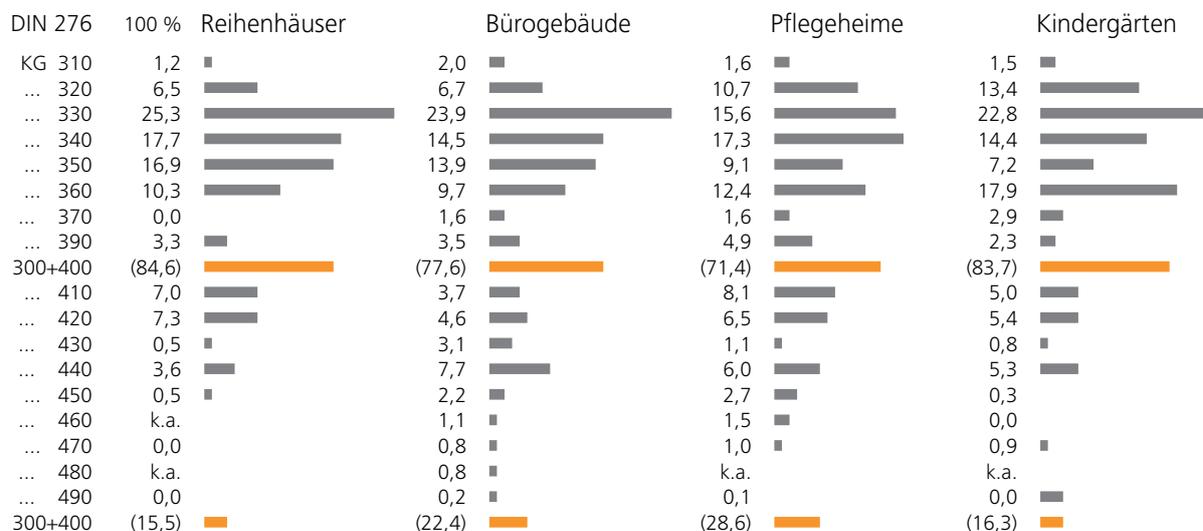
Auf Basis umfangreicher Baukostendatenbanken können leicht Übersichten erstellt werden, die die voraussichtliche Kostenverteilung im gesamten Bauvorhaben darstellen und Zusammenhänge objektbezogen verdeutlichen.

Gegenstand dieser Diplomarbeit ist der Nutzen des Gebäudedatenmodells für die Kostenermittlungen in der Entwurfsphase. Es muss daher von Interesse sein, an welcher Stelle im Gesamtprojekt die meisten Kosten entstehen.

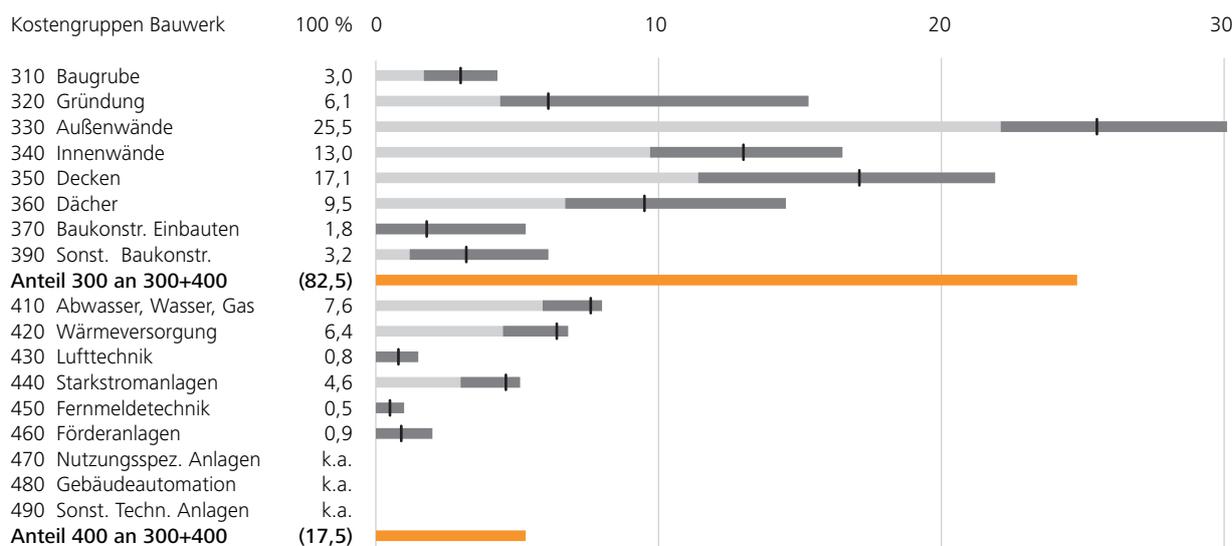
Eine Gegenüberstellung der Kostenverteilung verschiedener Gebäudetypen verdeutlicht, dass innerhalb der Bauwerkskosten (300+400) die Kostengruppen 300 Bauwerk-Baukonstruktion den größten Anteil (in den aufgeführten Fällen zwischen 71% und 85%) an den Bauwerkskosten haben. Es ist auch durchaus nicht überraschend, dass das eigentliche „Bauen“ am Gebäude die meisten Kosten verursacht.¹⁰ Auffällig ist aber, dass die Kostengruppen 330-360 (Außenwände, Innenwände, Geschossdecken, Dächer) besonderes Gewicht innerhalb der Kostenverteilung besitzen. Wie später noch näher erläutert wird, kommt diese Tatsache der Arbeit im Gebäudedatenmodell ent-

¹⁰ Im Durchschnitt kann von einem Anteil von 65% - 80% der Bauwerkskosten an den Gesamtkosten (ohne Finanzierung und Grundstück) ausgegangen werden. [BKI 2007]

gegen. Die Bauelemente, die die größten Kostenpositionen im Bauwerk repräsentieren, lassen sich leicht im Gebäudemodell abbilden und können bereits im frühen Entwurfsstadium festgelegt werden.



Wohnhäuser mit bis zu 15% Mischnutzung, mittlerer Standard (14 Vergleichsobjekte)



Grafik 05 vergleicht exemplarisch die Bauwerkskosten vier verschiedener Gebäudetypen. Die Kostenverteilung macht die Dominanz der Rohbaukosten innerhalb der Bauwerkskosten deutlich (vgl. orange Balken)

Graf.05 oben: Kostenverteilung Bauwerkskosten verschiedener Gebäudetypen

In Grafik 06 macht das detaillierte Beispiel der Kostenverteilung von Wohnhäusern mit bis zu 15% Mischnutzung deutlich, dass bei der statistischen Ermittlung von Kostenkennwerten mit hohen Unsicherheiten zu rechnen ist. Die dunkelgrauen Bereiche der Kostenbalken markieren die Minimal- und Maximalwerte der jeweiligen Kostengruppe (bei 14 Vergleichsobjekten). Die schwarzen Markierungen repräsentieren den Mittelwert (die Verteilung ist nicht symmetrisch). Hier wird deutlich, dass nicht nur die KG 310-390 den weitaus größten Anteil an den Bauwerkskosten haben (82,5% zu 17,5%), sondern dass die Streuung (Differenz zwischen kleinstem und größtem prozentualen Anteil) hier auch am stärksten ausgeprägt ist. Oder um es an einem

Graf.06 unten: Varianz statistischer Mittelwerte in Kostenverteilung

Beispiel zu verdeutlichen: Die Kostengruppe 310 Gründung kann bei diesem Gebäudetyp mit 5% bis 15% an den Bauwerkskosten beteiligt sein, was bei angenommenen Bauwerkskosten von 500.000 Euro einem statistischen Unterschied von 50.000 Euro entsprechen würde.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, dass im Hinblick auf die Kostensicherheit eines Projektes die Kostengruppen 320-360 von größtem Interesse sind.

1.4. Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie

Damit sich diese Arbeit nicht allein auf die theoretische Ebene beschränkt und der Wert der Untersuchungen an einem praktischen Beispiel überprüft werden kann, stand das Projekt zum geplanten Umzug des Thüringischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie von Erfurt nach Weimar zur Verfügung.

Für die 56 Mitarbeiter am Erfurter Standort soll das bestehende Areal des Thüringer Museums für Ur- und Frühgeschichte [1] in Weimar erweitert, ein bestehendes Gebäude der Material- und Prüfanstalt [2] umgebaut und auf dem Gelände eines Nebengebäudes [3] ein Archivneubau mit ca. 800 m² Bruttogeschossfläche errichtet werden (Abb.03). Im Rahmen der Arbeit soll der Schwerpunkt auf dem geplanten Neubau liegen, ferner wird auch der Umbau des Bestandsgebäudes eine Rolle spielen. Zur Planung des Umzuges liegen vom beauftragten Architekturbüro Nitschke+Donath in Weimar schon Machbarkeitsstudien vor. Die Arbeit wird sich grob an diesen Studien orientieren, jedoch - vor allem im Neubaubereich auch eigene Vorschläge machen.

Abb.03 TLDA-Thüringen
geplanter Standort
Weimar-Amalienstraße



„1933 wurde das „Thüringische Landesamt für Denkmalpflege und Heimatschutz“ mit Sitz in Weimar gegründet, das eine bis 1931 bestehende „Landesberatungsstelle für Heimatschutz und Denkmalpflege“ institutionell ersetzte. Erst 1944 erfolgte die Eingliederung des Regierungsbezirkes Erfurt,[...] 1963 wurde das Institut für Denkmalpflege, Arbeitsstelle Erfurt, eingerichtet. Nach der politischen Wende 1989 und der Schaffung eines freiheitlich-demokratischen Landes Thüringen konstituierte sich 1991 das Thüringische Landesamt für Denkmalpflege. [...] Seit Januar 2006 sind das Landesamt für Denkmalpflege und das Landesamt für Archäologie zum Thüringischen Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie zusammengeschlossen.“
[TLDA 2007]

2. BIM und Kostenermittlung in Echtzeit

Im zweiten Kapitel sollen grundsätzliche Prinzipien zur Arbeitsweise im Building Information Modeling betrachtet werden. Welche Möglichkeiten bestehen um Informationen aus dem digitalen Planungsmodell für Kostenermittlungen zu nutzen? Kostenschätzung und Kostenberechnung stehen dabei im Mittelpunkt der Untersuchung. Prinzipiell sollen jedoch Methoden gefunden werden, die auf alle Arten der Kostenermittlung anwendbar sind.

Es werden Strategien und Konzepte vorgestellt, die unabhängig von der konkreten Anwendung generell auf die Verknüpfung von Gebäudedatenmodell und Kostenauswertung übertragbar sind. Dabei werden bereits etablierte Konzepte der Arbeit im BIM beschrieben und deren Bedeutung für das übergeordnete Ziel der automatisierten Kostenermittlung untersucht.

Die theoretische Einführung geschieht dabei mit dem Blick auf das derzeit praktisch Realisierbare. Nur am Rande sollen Perspektiven auf zukünftige Potentiale im Building Information Modeling eröffnet werden.

2.1. Entwurfsprozesse mit BIM

Die Grundlagen von BIM wurden bereits in Kapitel 1 vorgestellt. Nur kurz wiederholt seien hier folgende Punkte:

- Integrierte Datenbasis (digitales Gebäudemodell) aller Informationen zum Gebäude
- Konsequente Verfolgung aller Lebensphasen des Gebäudes im virtuellen Gebäudemodell
- Interaktionsmöglichkeit aller an der Planung beteiligten Personen durch Schnittstellen zum digitalen Gebäudemodell

Für den Untersuchungsbereich bis zum Abschluss der Entwurfsplanung stellt Grafik 7 (Seite 20) ein mögliches Szenario der integrierten Planungslandschaft vor. Dabei werden Abläufe aufgezeigt, wie sie nur im Umfeld der Planung im BIM möglich sind. Die Untersuchung am realen Objekt in Kapitel 3 wird diese Prozesse hinsichtlich ihrer praktischen Realisierbarkeit vorstellen.

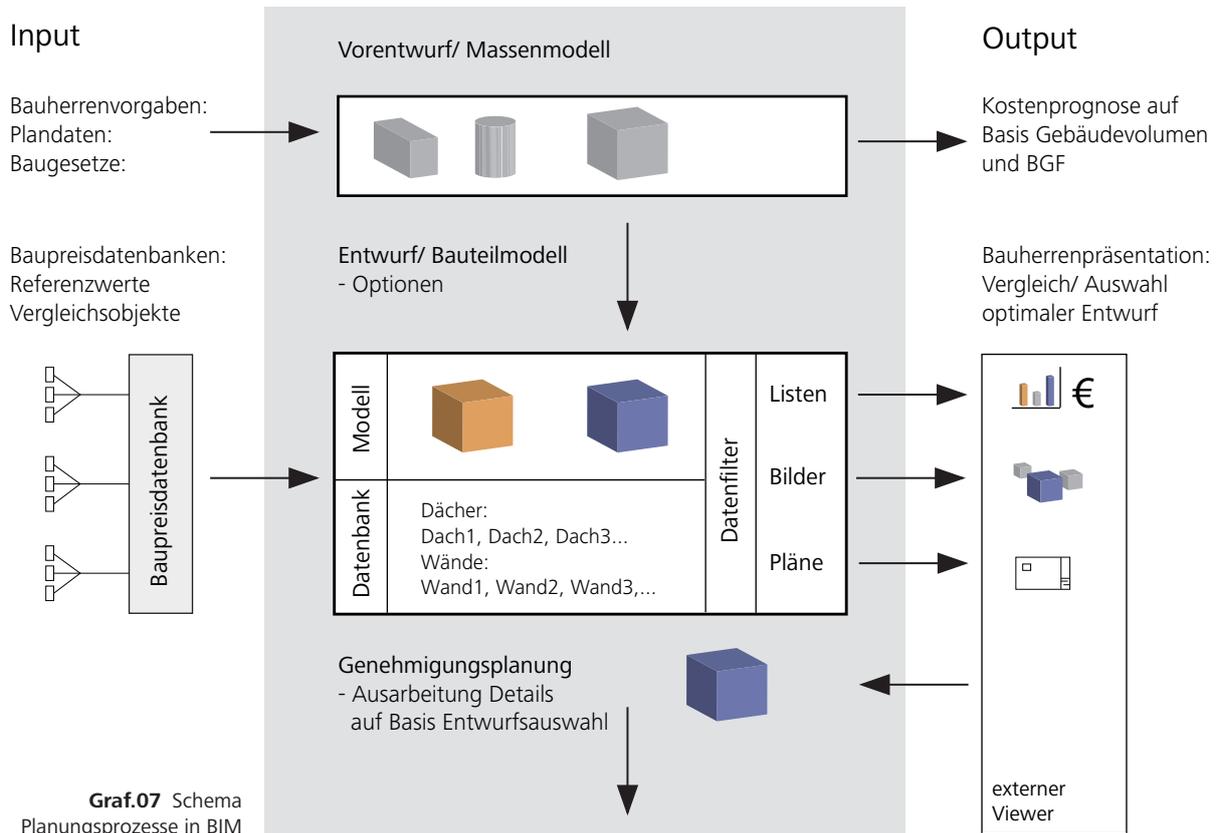
Auf Grundlage von Planungsvorgaben werden im Rahmen der Vorplanung Baumassenstudien im 3D-Raum erstellt. Dabei wird der zur Verfügung stehende Bauraum im Bestandskontext analysiert¹. Es werden erste Gebäudekennwerte (BRI, BGF) ermittelt, welche mit den Vorgaben abgeglichen werden. Auf Basis der bereits ermittelten Informationen können hier schon nach der Einwertmethode Kostenprognosen (1. Gliederungsebene) für das Gebäude erstellt werden.

In der weiteren Bearbeitung erfolgt auf Grundlage der Volumenstudien das Anordnen von Grobelementen. Bauteilbibliotheken und vordefinierte Basiselemente werden dabei genutzt, um grundlegende Konstruktionselemente (Wände, Decken, Dächer...) zu erstellen. Sobald genügend Elemente für eine normgerechte Kostenschätzung festgelegt sind, können die Daten aus dem digitalen Gebäudemodell in einer externen Anwendung zusammengestellt und

¹ An dieser Stelle sei die laufende Dissertation (Januar 2008) von Dipl.-Ing. Danny Lobos an der Bauhaus-Universität Weimar zur optimalen Ausnutzung des bebaubaren Raums unter Beachtung lokaler Baubestimmungen im BIM verwiesen.

entsprechend formatiert werden. Alle nötigen Informationen sind im digitalen Gebäudemodell bereits vorhanden und werden ggf. durch benutzerdefinierte Werte innerhalb der Kostenschätzung ergänzt.

Weitere Möglichkeiten der Datenauswertung (2D-Plandaten, Visualisierungen) zur Dokumentation der Vorplanung ergeben sich ohne zusätzlichen Mehraufwand. Mithilfe von Datenfiltern werden dabei die gewünschten Informationen aus dem digitalen Gebäudemodell ermittelt und entsprechend aufbereitet. Die Zusammenstellung und Präsentation der verschiedenen Daten geschieht in einem externen Viewer.



Damit sind grundsätzliche Prozesse der Datengenerierung und Auswertung dargestellt. Für den weiteren Projektverlauf können diese Methoden übernommen werden. Lediglich der Umfang einzelner Prozesse wird mit zunehmendem Planungsfortschritt anwachsen.

Neben der automatischen Datenextraktion (der Planer kann sich ganz auf den Entwurf konzentrieren) und der damit verbundenen Beschleunigung der Dokumentation, bietet das digitale Gebäudemodell zusätzlich den Vorteil, mehrere Entwurfsoptionen zu verwalten und direkt zu vergleichen. Auf Grundlage der in Echtzeit erstellten Planungsdokumentation und dem Vergleich verschiedener Entwurfsoptionen entscheiden sich Bauherr und Architekt für den favorisierten Entwurf, welcher anschließend für die Genehmigungsplanung weiter bearbeitet wird.

Die Planung im digitalen Gebäudemodell entspricht einem fortschreitendem Prozess, bei dem, ausgehend von den ersten Studien, im Rahmen der Vorplanung bis zum Abschluss des Projektes auf derselben Datenbasis aufgebaut wird. Die Dokumentation und Auswertung der einzelnen Entwurfsphasen (Leistungsphasen) entspricht dabei dem Filtern und Aufbereiten des Gebäudemodells entsprechend der benötigten Informationen.

BIM und Datenkonnektivität

Das Gebäudedatenmodell ist der Kernbereich im Building Information Modeling und bildet die Basis für ein, auf den ersten Blick, überschaubares Gesamtkonzept (vgl. Graf.01, Seite 10). In der praktischen Umsetzung ergeben sich jedoch vielfältige Möglichkeiten, dieses virtuelle Modell zu repräsentieren. Die Ansätze der verschiedenen Softwareanbieter unterscheiden sich zum Teil deutlich (vgl. Tab.01, Seite 11) und die Zukunft wird zeigen, ob die verschiedenen Konzepte parallel existieren werden oder ob sich ein Konzept als das Optimale erweisen und durchsetzen wird.

Der gegenwärtige Bauprozess ist geprägt von einer umfangreichen Vernetzung von Informationen. Kritisch sind dabei oft die Schnittstellen im Informationsaustausch.² Das momentane Planungsumfeld im Bauwesen ist stark zergliedert. Standards im Informationsaustausch sind nur unzureichend kompatibel, Schnittstellenverluste und die dadurch notwendige nachträgliche Aufbereitung von Daten leidvolle Praxis.

In dieser Untersuchung wird der Fokus weniger stark auf Interoperabilität zwischen den Anwendungen (dem Datenaustausch in beide Richtungen), als vielmehr auf dem Datenstrom ausgehend vom Gebäudedatenmodell in **eine** Richtung liegen, - der Konnektivität zu externen Anwendungen.

In Grafik 7 (Seite 20) werden für die Dokumentation der Daten aus dem Gebäudedatenmodell separate Anwendung verwendet. Es stellt sich die Frage, warum Datengenerierung und Auswertung nicht innerhalb einer geschlossenen Anwendung erfolgen sollte?

Für Datengenerierung und Auswertung innerhalb einer Anwendung können folgende Gründe sprechen:

- Keine Informationsverluste an Schnittstellen
- Optimierte Abläufe bei standardisierten Routinen zur Datenauswertung
- Datenintegrität im abgeschlossenen Datenpool

Für die Trennung beider Bereiche spricht dagegen folgendes:

- Höhere Flexibilität bei der Datenaufbereitung
- Die physische Trennung von Quelle und Präsentation garantiert höchste Datensicherheit für die Quelle
- Verschlinkung der Datei durch Selektion relevanter Daten (Vorteil bei Datenübertragung)
- Für das Betrachtungsformat können weitverbreitete freie Formate genutzt werden (Quellformate in der Regel kommerzielle Spezialformate)
- Externe Datenzusammenstellungen können als Dokumentation von Planständen genutzt werden

Das digitale Gebäudedatenmodell dient in beiden Fällen als Quelle für alle erforderlichen Prozeduren zur Auswertung und Dokumentation der Daten. Die Datenauswertung sollte jedoch unabhängig von der Datengenerierung und möglichst ohne Einschränkungen zugänglich sein.

² Nach einer Studie im Auftrag des National Institute of Standards and Technologie NIST gingen der U.S. Bauwirtschaft 2002 15,8 Mrd Dollar allein durch ungenügende Interoperabilität verloren. [NIST 2004]

2.2. Grundsätze zur Kostenermittlung mit BIM

Mit BIM soll der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes verfolgt werden. Deshalb gilt es für die Kostenermittlung im Building Information Modeling eine Struktur zu finden, die flexibel genug ist, um auf alle Phasen des Gebäudelebenszyklus angewendet werden zu können. Obwohl es in dieser Untersuchung vorrangig um Kostenschätzung und Kostenermittlung gehen soll, werden die konzeptionellen Überlegungen auch ansatzweise für die Verknüpfung von BIM und Kostenermittlung im Rahmen der späteren Ausschreibung gelten.

Wie schon in Kapitel 1.3.1. erläutert, kennt die Planungspraxis mit der element- und der ausführungorientierten Kostenermittlung zwei grundlegende Methoden zur Ermittlung von Baukosten. In der Entwurfsphase kommen üblicherweise elementorientierte Verfahren zum Einsatz. Diese entsprechen der Tatsache, dass der Architekt im Entwurf mit Bauelementen arbeitet. BIM-Anwendungen sind ebenfalls nach Bauelementen strukturiert. Für die Entwurfsphase bestehen also Gemeinsamkeiten zwischen der Arbeitsweise des Architekten und der Objektgliederung innerhalb des Gebäudedatenmodells.

Spätestens mit der Vorbereitung der Vergabe (Leistungsphase 6) werden ausführungorientierte Kostenermittlungen angewandt, da diese sich an der Ausschreibungspraxis nach Gewerken orientieren. Es muss eine Neugliederung aller Bauelemente entsprechend der betroffenen Leistungsbereiche erfolgen.

Für die Betrachtung des gesamten Projektverlaufes im BIM ist es also notwendig, Strukturen zu finden, die den Übergang von element- auf ausführungorientierte Bauteil- und Kostengliederungen möglich machen. In der heutigen Planungspraxis stellt dieser Übergang häufig einen Bruch dar. Werden Kosten bis zur Kostenberechnung (LP3) noch nach Feinelementen gegliedert (3. Ebene), so müssen Kosten für den Kostenanschlag neu auf Basis der Ausführungsplanung nach Positionen und Leistungsbereichen ermittelt werden.

Die Kostenermittlung über Mischverfahren (Tab.05) versucht die planungs- und ausführungorientierten Verfahren zu verbinden. Dabei werden Matrix für beide Kostengliederungen erstellt und Kennzahlen gebildet. Diese erlauben es, den einzelnen Elementen ausführungs- sowie elementspezifische Werte zuzuordnen. In der Praxis entspricht dieser Vorgang der Erweiterung der Kostengruppen der 3. Ebene (Feinelemente) um eine 4. Ebene der Kostengliederung nach Positionen (Leistungsbereiche).

Tab.05 Matrix element- und ausführungorientierte Kostengliederungen

	Kostengruppe A z.B. 335 Außenwandbekleidung außen	Kostengruppe B z.B. 345 Innenwandbekleidungen	Kostengruppe C z.B. 353 Deckenbekleidungen
Gewerk A z.B. LB 023 Putz- u. Stuckarbeiten	Kostenelement AA z.B. Putz- und Stuckarbeiten Außenwände	Kostenelement BA z.B. Putz- und Stuckarbeiten Innenwände	Kostenelement CA z.B. Putz- und Stuckarbeiten Decken
Gewerk B z.B. LB 034 Maler- u. Lackierarbeiten	Kostenelement AB z.B. Maler- und Lackierarbeiten Außenwände	Kostenelement BB z.B. Maler- und Lackierarbeiten Innenwände	Kostenelement CB z.B. Maler- und Lackierarbeiten Decken
Gewerk C z.B. LB 039 Trockenbauarbeiten	Kostenelement AC z.B. Trockenbauarbeiten an Außenwänden	Kostenelement BC z.B. Trockenbauarbeiten an Innenwänden	Kostenelement CC z.B. Trockenbauarbeiten an Deckenbekleidungen

2.2.1. Zuordnung von Bauelementen zu Kostengruppen

Die Kostenauswertung von Elementen im Gebäudedatenmodell muss mit der Auswahl aller Gebäudeelemente entsprechend ihrer späteren Rolle in der Kostenermittlung begonnen werden. Im digitalen Gebäudedatenmodell weisen die Bauelemente Eigenschaften auf, die sich an ihren „realen“ Vorbildern orientieren. Diese Informationen (Parameter) können ausgewertet und durch benutzerdefinierte Informationen ergänzt werden. Die Frage muss also lauten:

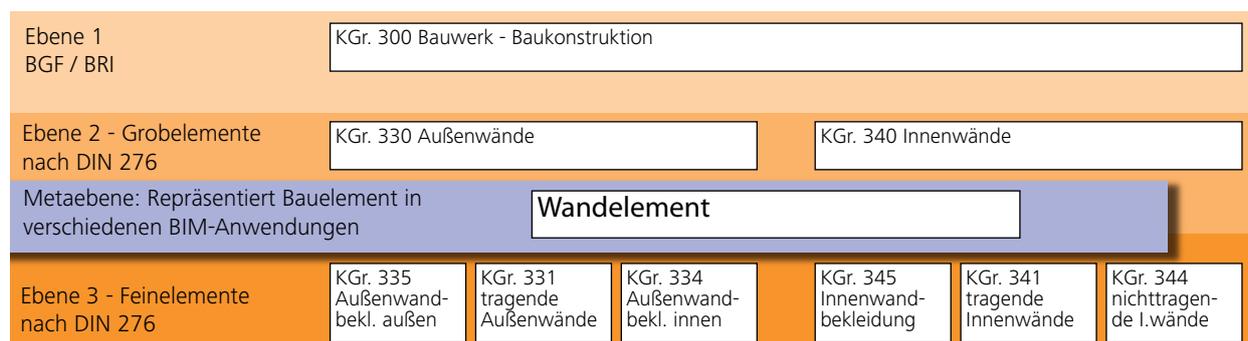
Können Bauelemente automatisch, entsprechend ihrer Art, Kostengruppen zugeordnet werden oder muss jedes Element explizit markiert werden?

Es bestehen also die beiden Möglichkeiten, die spätere Zuordnung auf Grundlage der Bauteilkategorie automatisch vorzunehmen (direkte Abhängigkeit von Modell und Kostenauswertung)³ oder Bauteile entsprechend ihrer Rolle in der Kostenauswertung mit einem Bauelementschlüssel zu markieren (Trennung von Modellrepräsentation und Kostenauswertung).

Merkmale der ersten Methode sind Automatisierung und strukturelle Fehlerreduktion. Die Einschränkungen bei Zuordnung von Kostengruppen und Bauelementen lassen diese Methode jedoch, gerade mit Blick auf länderspezifische Standards als fragwürdig erscheinen. Hinzu kommt, dass die Anwendung mit wesentlich komplexeren Strukturen ausgestattet werden müsste, um den vielfältigen Möglichkeiten der Gliederung von Bauelementen gerecht zu werden. Einer einfachen Handhabung der Applikation würde dies sicher nicht dienlich sein.

Merkmale der zweiten Methode sind die hohe Flexibilität der Zuordnung, aber auch der zusätzliche Mehraufwand der Markierung und die potentielle Fehlerquelle der Falschmarkierung.

Am Beispiel der Kostengruppe 330 Außenwände wird in Abbildung 04 gezeigt, dass die innere Struktur einer BIM-Anwendung grundsätzlich von der Gliederung in DIN276 abweichen kann. Der blaue Bereich repräsentiert hierbei ein Wandelement, wie es in BIM-Anwendungen verwendet wird. Die orangen Bereiche stellen die Kostengliederung nach DIN 276 dar.



Als Bauelement würde die Wand zwischen der 2. und 3. Gliederungsebene nach DIN 276 liegen. Für die Zuordnung zur 2. Gliederungsebene (Kostenschätzung mit Grobelementen) müsste bei der Erstellung des Wandelementes zwischen Außenwänden und Innenwänden unterschieden werden, für eine detaillierte Kostenauswertung der 3. Ebene (Kostenberechnung mit Feinelementen) dagegen das Wandelement in seine Bestandteile (Bekleidungen,

Abb.04 Gliederungsebenen in DIN276 und BIM- Anwendungen

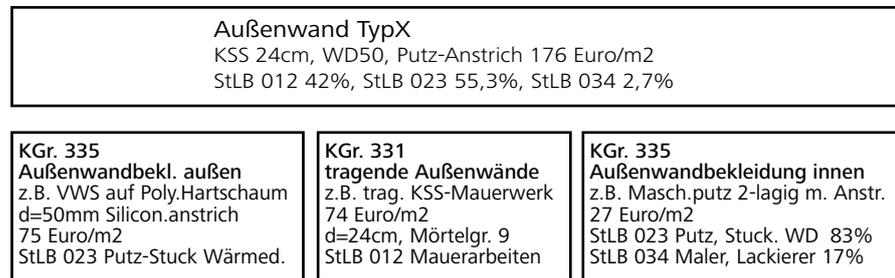
³ In einem Revit Anwendertutorial wird z.B. vorgeschlagen Bordsteinkanten im Geländemodell als „flache Mauern“ zu erstellen. [AU 2006 Seite 12] Dadurch werden grundsätzliche Probleme bei der Übertragung von virtuellen Elementen auf reale Auswertungsprozesse deutlich.

Tragschicht) unterteilt werden.

Die bisher angeführten Probleme lassen die automatische Zuordnung von Bauelementen des Gebäudedatenmodells zu Kostengruppen nach DIN276 als wenig praktikabel erscheinen.

Graf.08 Bauteilgliederung

Übergang Element-
Positionsebene



Spätestens mit der Bearbeitung der 4. Gliederungsebene, dem Übergang zur ausführungsorientierten Gliederung, werden Kostengliederungen nötig, die durch automatische Zuordnung im Modellbereich kaum zu realisieren sind (Graf.08).

Bauelemente sollten demnach entsprechend ihrer Rolle in der Kostenermittlung mit einem Bauelementschlüssel markiert werden.

Grundsatz ist dabei die Möglichkeit, diese Markierung in allen Leistungsphasen und für alle Kostenermittlungsarten zu verwenden. Für die prototypische Umsetzung wurde im Kapitel 3 mit der 7-stelligen Ordnungszahl aus dem BKI⁴ gearbeitet.

7-stellige Ordnungszahl für Bauelemente (nach BKI):		
Bsp.	352.24.01 Schwimmender Zementestrich ZE 20, d=40-95mm	
KG (352)	Kostengruppe 3. Ebene DIN 276 (Feinelemente)	3-stellige Nummer
AK (24)	Ausführungsart von Bauelementen (nach BKI)	2-stellige Nummer
AA (01)	Ausführungsart von Bauelementen (nach BKI)	2-stellige Nummer

Die Ordnungszahl repräsentiert dabei Bauelemente, wie sie bei der Kostenberechnung auf Basis von Feinelementen benötigt werden. Diese Bauelemente fassen zum Teil Positionen zusammen, die in der späteren Ausschreibung weiter aufgliedert werden müssen.

Da die Modellierung im virtuellen Modell bis auf Positionsebene mit den derzeitigen Anwendungen nicht effizient umsetzbar ist (das Gebäudedatenmodell repräsentiert eine Vereinfachung des realen Entwurfs), soll hier die Möglichkeit der Bauelementidentifikation bis auf die Ebene von Feinelementen als ausreichend erachtet werden.⁵

⁴ BKI Baukosten 2007 Teil 2, statistische Kostenkennwerte für Bauelemente

⁵ Bei der Ausschreibung auf Positionsebene werden Bauelemente lediglich extern auf Basis von Feinelementen festgelegt. Im virtuellen Modell werden diese nicht repräsentiert (z.B. Attikableche, Sockelleisten).

2.2.2. Integration von Baukosten in das Gebäudedatenmodell

Nachdem das Problem der Selektion der Bauelemente gemäß DIN 276 untersucht wurde, bleibt noch die Frage der Zuordnung von Kostenkennwerten.

Die Markierung der Bauelemente ist für deren grundsätzliche Zuordnung zu entsprechenden Kostengruppen und der damit verbundenen Mengenermittlung wichtig. Eine Kostenermittlung setzt aber voraus, dass Kostenkennwerte vorhanden sind, die mit entsprechenden Mengenangaben zu Kosten verrechnet werden.

Es können folgende Grundsätze gelten:

- Kosten müssen eindeutig dem entsprechenden Bauelement zugeordnet werden können
- Die Art des Kostenkennwertes (Feinelemente, Grobelemente) muss der Detaillierung des Bauelementes entsprechen

Es ergeben sich 3 Möglichkeiten, Kostenkennwerte mit den Daten des Gebäudedatenmodells zu verbinden:

Möglichkeit 1: Kostenkennwerte werden in externen Kostenermittlungen den entsprechenden Bauelementen manuell zugeordnet

Dies ist wohl der einfachste Weg, Kostenkennwerte zu verwenden, und entspricht der momentanen Praxis. Das Gebäudedatenmodell stellt Mengenangaben der entsprechenden Bauelemente zu Verfügung und im Rahmen einer Tabellenkalkulation werden manuell Kostenkennwerte zugeordnet.

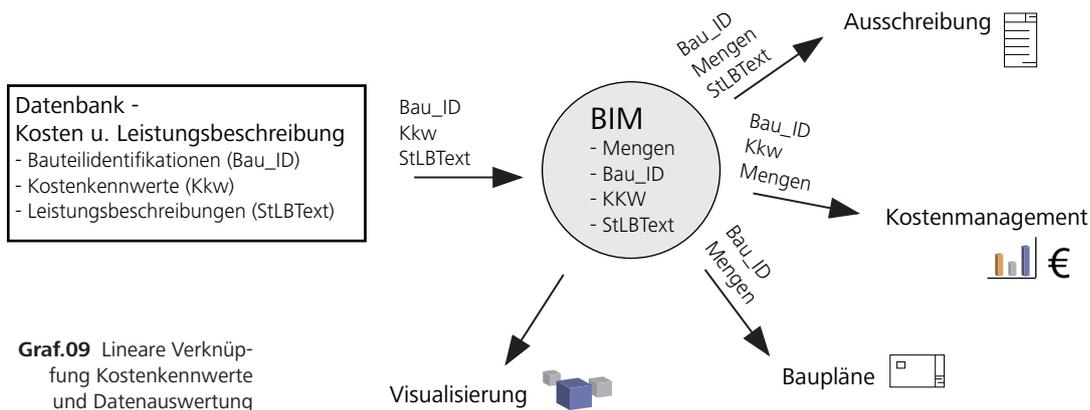
Diese Methode kann nicht wirklich als fortschrittlich und dem BIM-Konzept adäquat angesehen werden. Die nicht vorhandene Verknüpfung von Kostenkennwerten und Bezugsgrößen hat gleich mehrere Nachteile.

- Änderungen im Gebäudemodell müssen manuell in der Kostenschätzung angepasst werden.
- Mit zunehmender Komplexität des Gebäudes steigt der Bearbeitungsaufwand in der Kostenermittlung
- Das Simulieren verschiedener Entwurfsoptionen ist durch fehlende Interaktivität stark eingeschränkt

Möglichkeit 2: Kostenkennwerte werden den einzelnen Bauelementen im Gebäudedatenmodell direkt zugeordnet

In diesem Fall sind die Kostenkennwerte direkter Bestandteil des Bauelementes im Gebäudedatenmodell. Es wird schon im Modellbereich mit „ausgepreisten“ Elementen entworfen. In der späteren externen Auswertung werden die Kosten direkt aus den Bauelementen abgefragt.

Grafik 09 (Seite 26) zeigt ein mögliches Schema, wie diese Variante in einer BIM-Umgebung realisiert werden könnte. In diesem Fall besteht eine lineare Verbindung zwischen Kosteninformationen, der BIM-Anwendung und den verschiedenen Anwendungen zur Datenauswertungen. Das Gebäudedatenmodell stellt hier in gewisser Weise die Verbindung zwischen externer Kosten-datenbank und der Anwendung zur Auswertung von Projektinformationen (AVA, Kostenmanagement, Plandaten) dar.



Merkmale:

- Lineare Verknüpfung von Kostendatenbank, Gebäudemodell und externen Anwendungen
- Kostenkennwerte Bestandteil des Gebäudemodells
- Hohe Abhängigkeit von Schnittstellen des Gebäudedatenmodells

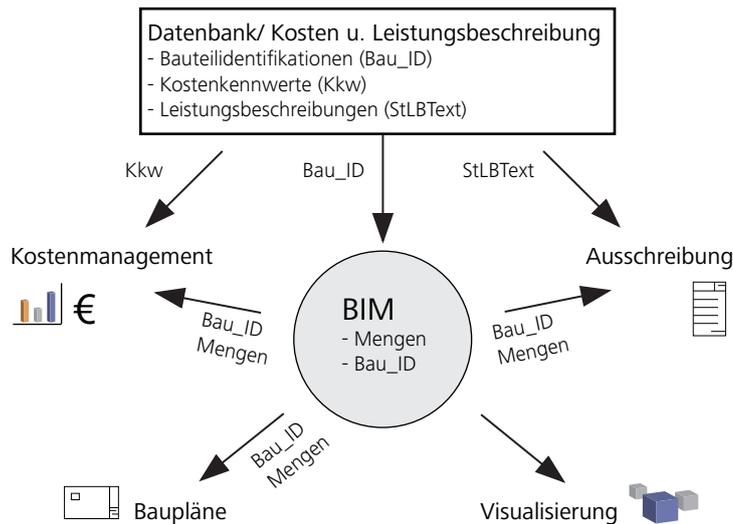
Es stellt sich die Frage, ob die BIM-Applikation strukturell geeignet ist (oder sein sollte), Kostenkennwerte zu verwalten. Die bereits erläuterte nötige Unabhängigkeit von länderspezifischen Standards hinsichtlich der Gliederung von Bauelementen kann ebenso auf die Verwaltung von Kostenkennwerten übertragen werden. Je mehr regional spezifische Strukturen in einer Applikation angeboten werden, desto abhängiger macht sich diese Anwendung von Einflüssen, die nicht unbedingt zu ihrem Kernbereich gehören.

Ein weiteres Fragezeichen muss über der Aktualität von Kostenkennwerten als fester Bestandteil des Gebäudedatenmodells stehen. Im Gegensatz zur virtuellen Darstellung von Bauelementen (eine Wand bleibt eine Wand) sind Kostenkennwerte ständigen Schwankungen ausgesetzt und müssen von Zeit zu Zeit aktualisiert werden. Dafür muss eine geeignete Schnittstelle zwischen der Baukostendatenbank und der BIM-Anwendung existieren und es muss gewährleistet sein, dass veraltete Daten im Gebäudemodell automatisch aktualisiert werden.

Möglichkeit 3: Kostenkennwerte werden mithilfe des Bauelementschlüssels in der externen Auswertung Bauelementen zugeordnet.

In diesem Szenarium werden die bereits auf Seite 24 vorgestellten Bauelementschlüssel (Bau_ID) genutzt, um eine Verbindung zwischen Bauelement und Kostenkennwert herzustellen.

Die Kostenkennwerte sind dabei nicht direkt Teil des Gebäudedatenmodells und werden extern verwaltet. In diesem Schema bilden Kosteninformationen, Gebäudedatenmodell und Anwendungen zur Datenauswertung eine netzartige Beziehung. Die einzelnen Bereiche werden selektiv von einer Kostendatenbank mit Informationen versorgt (Graf.10, Seite 27).



Graf.10 Netzartige Verknüpfung und selektiver Datenstrom

Merkmale:

- Netzartige Verknüpfung von Gebäudemodell, externen Anwendungen und Baukostendatenbank
- Geringere Abhängigkeit von Schnittstellen des Gebäudemodells
- Hohe Integrität der Kostenkennwerte durch zentrale Verwaltung und selektive Abfrage

Durch die zentrale, externe Kostendatenbank ist in hohem Maße gewährleistet, dass immer aktuelle Kostenkennwerte zu Verfügung stehen. Die selektive Abfrage optimiert auch für andere Anwendungen (AVA) den Datenaustausch. Eine entsprechende Kostendatenbank kann direkt auf dem Server eines externen Dienstleisters liegen (vgl Kap.1.3.2) oder bürointern organisiert werden. Mischformen sind ebenfalls denkbar - externe Referenzwerte ergänzt durch Werte eigener Projekte.

2.2.3. Integration von Baukosten in die Kostenermittlung

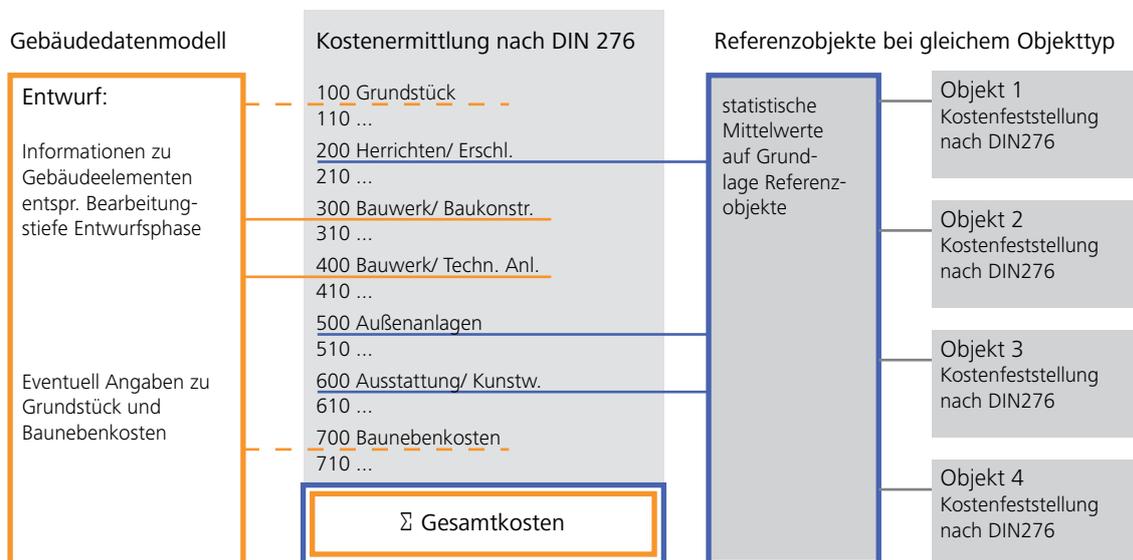
Eine vollständige Kostenermittlung muss alle 7 Hauptkostengruppen nach DIN276 berücksichtigen⁶. Die Kostengruppen 100 und 700 werden allerdings in den Kostenermittlungen der Planungs- und Durchführungsphasen selten berücksichtigt. Für die Evaluation des Entwurfs spielen diese auch keine Rolle. Die konventionelle Kostenermittlung konzentriert sich auf die Kostengruppen 200 - 600 wobei auch hier Unterschiede in der Bearbeitungstiefe festzustellen sind. Merkmal des architektonischen Entwurfs ist es, dass die frühesten Aussagen zu Kosten gemacht werden können, die Teil von KG 300 Bauwerk/ Baukonstruktion sind. In einer Kostenschätzung entsprechen diese Bauwerkskosten am ehesten den tatsächlichen Gegebenheiten des Entwurfs. Die übrigen Kosten werden auf Basis von Einheitswerten (BGF, BRI) entsprechend des Objekttyps überschlägig ermittelt.

Kostenermittlungen, besonders in der Entwurfsphase, setzen sich meist aus Kosten auf Grundlage von Bezugsmengen und Einheitswerten zusammen.

⁶ Nach DIN276-1:2006-11 Punkt 2.10 und 3.3.2 sind die Gesamtkosten auf alle Kostengruppen verteilt. Es kann im Rahmen von Kostenschätzung und Kostenermittlung auf die Bestimmung von Nebenkosten verzichtet werden - dies muss jedoch aus der Kostenermittlung hervorgehen.

In der Kostenermittlung mit BIM sollen nun die Kosten des Modellbereichs automatisch Verwendung in der Kostenermittlung finden. Die Zusammenstellung der Kostenermittlung hat somit modularen Charakter: Es werden statistische Referenzwerte verwendet, dort, wo die Bearbeitungstiefe noch keine genaueren Angaben zulässt, und Werte aus dem Gebäudedatenmodell eingefügt, sofern sie vorhanden sind. Der praktische Teil dieser Untersuchung wird sich dabei auf die Kostengruppen 300 Bauwerk-Baukonstruktionen bis zur 3. Gliederungsebene beschränken. Hier werden nicht nur naturgemäß die ersten Festlegungen im Laufe des Entwurfes getroffen, die Elemente der KG 300 sind auch die Elemente, welche direkt im digitalen Gebäudemodell abbildbar sind. Mit Einschränkungen gilt dies noch für KG 400 Bauwerk-Technische Anlagen.⁷ Für die übrigen Kostengruppen besteht allerdings kaum die Möglichkeit, im digitalen Gebäudemodell repräsentiert zu werden.

Grafik 11 verdeutlicht die Modularität der Kostenermittlung. Die vorhandenen Werte des Gebäudemodells (orange) werden durch statistische Referenzwerte (blau) ergänzt. Die gestrichelten Linien (KG 100 und 700) verdeutlichen, dass auf die Ermittlung zum Teil verzichtet wird, entsprechende Werte aber in aller Regel projektseitig zur Verfügung stehen.



Graf.11 Modulare Kostenermittlung

Die Kostenermittlung auf Grundlage des Gebäudedatenmodells wird also unabhängig von der Vollständigkeit des virtuellen Gebäudes modular bleiben. Aus diesem Grund muss die Nutzung des Gebäudemodells für die Kostenermittlung grundsätzlich als modulare Unterstützung gesehen und nicht als Potential einer vollständig automatisierten Kostenermittlung verstanden werden.

Nun stellt sich die Frage nach der Zusammenstellung der Informationen im Sinne einer strukturell stimmigen, transparenten Kostenermittlung.

Folgende Grundsätze können gelten:

- Kostenpositionen dürfen nicht doppelt vorhanden sein oder ausgelassen werden
- Der Grad der Kostengenauigkeit darf innerhalb der Kostenermittlungsart nicht zu stark abweichen

⁷ Autodesk Revit MEP 2008 ist z.B. eine BIM-Anwendung bei der gebäudetechnische Anlagen als 3D-Elemente im digitalen Gebäudemodell repräsentiert werden. Die Automatisierung der Kostenermittlung unter Verwendung dieser Bauelemente wurde an dieser Stelle nicht untersucht.

- Es muss deutlich werden, welchen Ursprung die Daten haben (Gebäudedatenmodell, Referenzwerte, eigene Einträge)
- Ein hohes Maß an Flexibilität im Umgang mit automatisch generierten Daten muss vorhanden sein

In der externen Kostenermittlung bilden somit die Werte aus dem Gebäudedatenmodell das Grundgerüst. Diese werden durch Referenzwerte von Vergleichsobjekten des entsprechenden Typs ergänzt. Am Ende vervollständigt der Architekt die Kostenermittlung mit den für ihn relevanten Werten.

2.3. Beispiele zu BIM und Kostenermittlung

Zum Abschluss von Kapitel 2 sollen noch zwei Anwendungen vorgestellt werden, die das Gebäudedatenmodell zur Ermittlung von Kosten im Hochbau nutzen.⁸

Building One⁹

Die OneTools GmbH & Co. KG mit Hauptsitz in Mainz bietet Anwenderlösungen für ARCHICAD, Revit Architecture und IFC-basierte Programme.

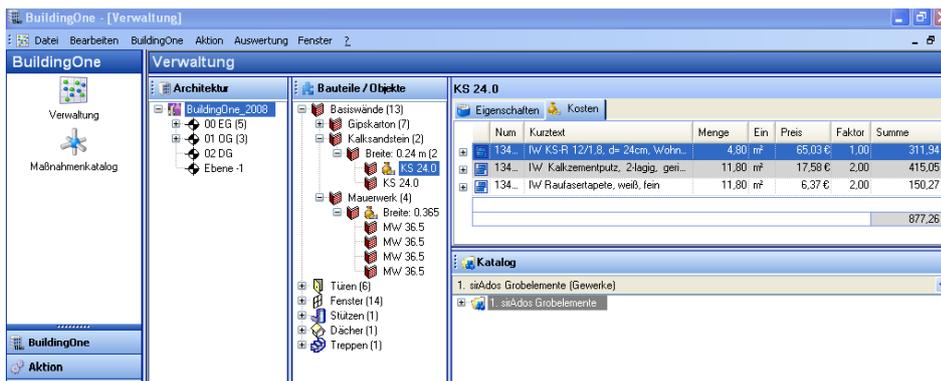


Abb.05 BuildingOne (OneTools)

Anwendung zur Ermittlung und Verwaltung von Bauelementen aus dem Gebäudedatenmodell

BuildingOne ist eine Anwendung, die über entsprechende Schnittstellen direkt aus dem entsprechenden Konstruktionsprogramm aufgerufen wird und eine Zusammenstellung ausgewählter¹⁰ Bauelementkategorien in einer Baumstruktur anbietet (Abb.05). Die Anwendung greift über die API¹¹ direkt auf die Elemente des Gebäudemodells zu. Existieren mehrere Entwurfsoptionen in einem Projekt, so werden die Bauelemente der gerade aktuellen Option ermittelt. Zu den erfassten Bauteilkategorien werden ausgewählte Typparameter als Eigenschaften aufgelistet. Die Konstruktionsschichten z.B. von Wänden, können nicht ermittelt werden. Die Aufgliederung der Wandelemente in Kostengruppen der 3. Gliederungsebene wird hier über das Zuweisen entsprechender Kostenpakete (bestehend aus verschiedenen Kostenpositionen) erreicht.

Für die Anwendung von BuildingOne müssen keine Parameter im Gebäudemodell eingestellt werden. Das Ermitteln der Bauelemente geschieht ausschließlich auf Basis der vorhandenen Parameter und Eigenschaften der entsprechenden Kategorien. Damit werden zwar Fehler bei der Sammlung der

⁸ Für ihre freundliche Auskunft zu den Anwendungen geht ein Dank an Dipl.-Ing.(FH) Husner von AB-COM (BuildingOne) und Mickey Carr, Program Manager Software Group U.S. COST

⁹ Die Beschreibung der Anwendung bezieht sich auf die Verbindung mit RevitArchitecture2008.

¹⁰ Basiswände, Fassaden, Türen, Fenster, Dächer, Treppen, Geschossdecken. In der nächsten Version werden weitere Bauelemente dazukommen.

¹¹ Application Programming Interface

Bauelemente vermieden und kein zusätzliches Markieren der Elemente vom Nutzer erwartet, allerdings wird dadurch auch Umfang und Flexibilität der erfassbaren Elemente eingeschränkt (vgl.Kap.2.2.1, Seite 23)

Die Baukostenkataloge werden direkt in BuildingOne verwaltet. Es können Kataloge importiert (z.B. DBD) und zu neuen nutzerspezifischen Katalogen zusammengestellt werden. In Verbindung mit Katalogen zu Ausschreibungstexten können mit BuildingOne direkt Positionen für Ausschreibungen vorbereitet und als GAEB-Datei exportiert werden.

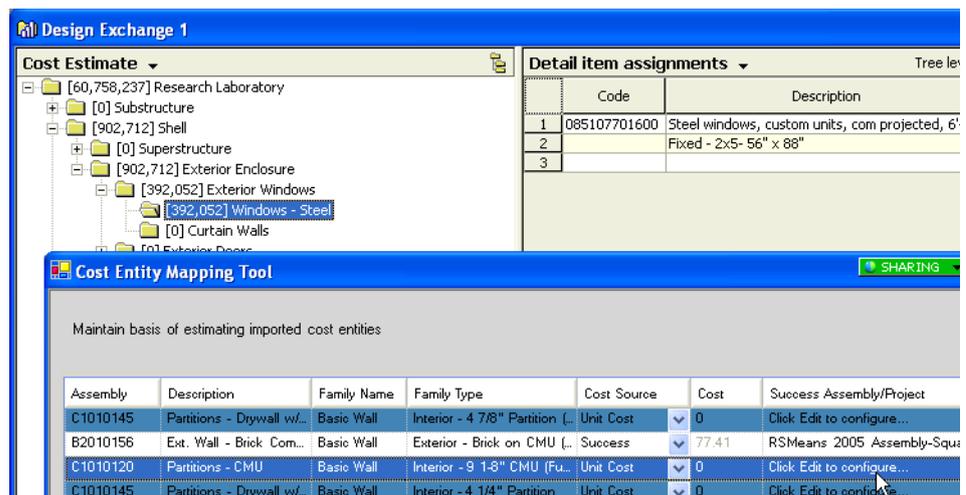
Zusätzlich zur Kostenauswertung werden noch Routinen zur Auswertung von Räumen und Flächen angeboten. Diese können als MS-Excel/ Word Datei, Adobe Acrobat PDF oder im rtf-Format exportiert werden.

Success Estimator

Das Amerikanische Softwareunternehmen US Cost bietet verschiedene Anwendungen im Umfeld von Projekt- und Kostenmanagement an. Die Verbindung von „Success Estimator“ und „Design Exchange“ bietet die Möglichkeit, Revit Bauelementdaten auszulesen und für Kostenermittlungen in MS-Excel zu verwenden.

Abb.06 Design Exchange (US Cost)

Verbindung zwischen Gebäudemodell und Kostenauswertung



Auch hier werden externe Datenbanken (SQL-DB via ODBC-Export) verwendet um Informationen aus dem Gebäudemodell für (teil-) automatisierte Kostenermittlungen zu nutzen. Im Unterschied zu BuildingOne müssen hierbei jedoch alle Elemente im Gebäudemodell mit einer Bauelement-ID¹² markiert werden. Im Design Exchange wird nach dem ODBC-Export eine Baumstruktur entsprechend der verwendeten Bauteilgliederung angelegt (Abb.06).

Die Baukosten werden mithilfe von externen Kostendatenbanken in das System eingebracht. Die Verbindung von Bauelement und Kosten wird über die Bauelement-ID hergestellt. Es ist möglich für jedes einzelne Bauelemente im Gebäudemodell eine separate Kostendatenbank anzugeben aus der es dann entsprechend seiner Bauelement-ID einen Kostenkennwert zugewiesen bekommt. Als Standard werden nur Mengen exportiert, ohne Angaben zu Kosten. Die Anwendung selbst stellt keine Strukturen zur Einbindung, Erstellung und Verwaltung von Kostenkatalogen zur Verfügung.

¹² Für Nordamerika werden vergleichbar mit der DIN 276 Bauteilkategorien nach dem Masterformat des Construction Specifications Institute (CSI) verwendet.

3. Praxisteil - Prototypische Umsetzung

Im Zuge der geplanten Verlagerung des „Thüringischen Landesamtes für Denkmalpflege und Architektur“ von Erfurt nach Weimar, soll ein Erweiterungsbau entstehen, anhand dessen im folgenden Kapitel exemplarisch Strategien und Möglichkeiten der praktischen Umsetzung von Kostenermittlungen im Gebäudedatenmodell untersucht werden. Während bisher hauptsächlich Aspekte der Kostenermittlung mit BIM diskutiert wurden, widmet sich die prototypische Umsetzung außerdem Problematiken den architektonischen Entwurf im Gebäudedatenmodell bis zur Leistungsphase 3 (Entwurfsplanung) sowie die kundenfreundliche Aufbereitung von Plandaten (Pläne, Auswertungen, Visualisierung) betreffend.

Ziel der Untersuchung am realen Objekt ist es, die bisher erörterten Konzepte auf Praxistauglichkeit zu prüfen und Probleme aufzudecken, die bei der theoretischen Betrachtung nicht wahrgenommen wurden.

Obwohl die Grenze der Untersuchung am Übergang zur Leistungsphase 5 Ausführungsplanung gezogen wurde, soll auch der weitere Projektverlauf in die Überlegungen mit einbezogen werden. Das BIM-Konzept deckt prinzipiell die gesamte Planungsphase und im Idealfall die Lebensdauer des Objektes ab, Brüche im Planungsablauf sind deshalb möglichst von vornherein zu vermeiden.

Die theoretischen Überlegungen wurden, soweit zeitlich und technisch möglich, in eine prototypische Softwareumgebung übersetzt. In Bereichen, die sich den technischen Möglichkeiten der verwendeten Software oder dem aktuellen Know-how des Bearbeiters entziehen, werden die Konzepte grafisch oder in Textform erläutert.

Als BIM-Anwendung im praktischen Teil dieser Untersuchung wird die kommerzielle Software „Autodesk Revit Architecture2008“ verwendet. Im folgenden wird grundsätzlich auf diese Anwendung Bezug genommen. Andere Anwendungen (vgl. Tab.01, Seite 11) können in ihrem Konzept von dem hier beschriebenen abweichen. Daher sind die nachfolgenden Methoden nicht uneingeschränkt auf alle BIM-Applikationen übertragbar. Die persönliche Beurteilung der verschiedenen Methoden und Prozesse im Umgang mit Autodesk Revit2008 sind vor diesem Hintergrund zu verstehen. Die Kostenauswertung und Datenaufbereitung wird mit kostenfrei zu Verfügung stehenden OpenOffice-Anwendungen durchgeführt, wobei auch hier Abweichungen zu anderen Anwendungen (z.B. MS-Excel, MS-Access) zu berücksichtigen sind.

Die Auswahl der hier verwendeten Software-Anwendungen ist nicht als Wertung oder Empfehlung zu verstehen.

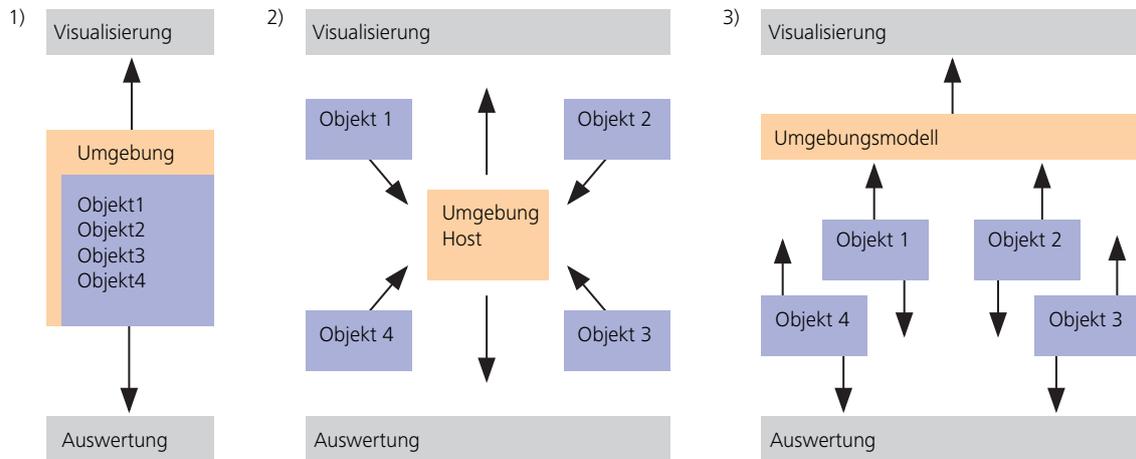
3.1. Projektvorbereitung

Im Building Information Modeling wird das gesamte Projekt als abgeschlossenes Gebäudedatenmodell angesehen.¹³ In Revit2008 wird das Gebäudedatenmodell wiederum als eine einzelne Projektdatei repräsentiert. Es entspricht aber der Praxis, dass mehrere Personen an der Planung eines Bauvorhabens beteiligt sind, und dass das Projekt ggf. in mehrere Planabschnitte und Phasen unterteilt ist, wodurch eine Aufteilung des Gesamtprojektes in einzelne Teilbereiche notwendig wird. Des Weiteren kommt hinzu, dass die Frage der

¹³ Vgl. Kapitel 1.2, Seite 10

späteren Auswertung, der Datenextraktion und Aufbereitung bei der Zusammenstellung der Projektdateien eine Rolle spielt.

In Grafik 12 werden exemplarisch drei mögliche Szenarien der Zusammenstellung einer Projektlandschaft und deren Verknüpfung dargestellt.



Graf.12 Mögliche Projekt-datenumgebungen

Es wird davon ausgegangen, dass das Gesamtprojekt vier verschiedene Bauabschnitte besitzt, wovon jeder einem separaten Gebäude entspricht.¹⁴ Für die spätere Visualisierung sollen die Gebäude in ihrem städtebaulichen Kontext dargestellt werden.

Tab.06 Merkmale - Szenarien Projekt-Datenumgebung

Szenarium	Vorteile	Nachteile
1 Alle Projektdaten (Bauabschnitte und Umgebungsmodell) Bestandteil einer Datei	Nur eine abgeschlossene Datei, geringer Aufwand Projekteinstellungen Unmittelbare Darstellung aller Projektteilbereiche innerhalb des Projekts Geringe Koordinationsaufwand außerhalb des Projektes Direkter Zugang zu den Daten bei der Auswertung	Hoher Koordinationsaufwand der Bearbeitungsbereiche/ Schritte innerhalb der Datei/ des Modells (Arbeitsteilung) Hohe Hardwareanforderungen Fehler wirken sich schnell auf die gesamte Planung aus (Monokultur) Mehraufwand (Fehlerrisiko durch Vermischung, Filterung) bei differenzierter Auswertung von Einzelobjekten
2 Bauabschnitte und Umgebungsmodell in separaten Dateien, Visualisierung und (Kosten) Auswertung mit Host verknüpft	Einfache Verteilung in Bearbeitungsbereiche / Bauphasen Verteilung der Hardwareanforderungen	Bei der Auswertung Fehlerrisiko bei Vermischung von relevanten Daten (Projekt) und unrelevanten (Umgebung) wie Punkt 1 Höherer Koordinationsaufwand des Gesamtprojektes (Anpassung der Projektstandards) Bei der Auswertung Umweg (über Hostdatei) der Informationen mit potentiellen Einschränkungen bei der Filterung
3 Bauabschnitte und Umgebungsmodell in separaten Dateien, Kostenauswertung direkt mit einzelnen Bauabschnitten verknüpft	Einfache Verteilung in Bearbeitungsbereiche Verteilung der Hardwareanforderungen Direkter Zugang zu den Daten in der Auswertung Keine Vermischung mit Umgebung	Höherer Gesamtverwaltungsaufwand Koordination von Projekteinstellungen und Filtern

Die genannten Merkmale (vgl. Tab.06) verdeutlichen, dass es kein ideales Projektumfeld geben kann. Die konkrete Planung erfordert die Zusammenstellung eines individuellen Projektumfeldes. Für Projekte mit nur einem Bauabschnitt bzw. nur einer Plandatei kann die einzelne Projektdatei ausreichend sein. Jedoch bleibt auch hier die Frage nach der Arbeitsteilung zu beantworten.¹⁵

¹⁴ Nach DIN 276 sind für getrennte Bauabschnitte separate Kostenermittlungen aufzustellen (DIN 276-1:2006-11, Punkt 3.3.4).

¹⁵ Revit2008 bietet hier z.B. Bearbeitungsbereiche oder Verknüpfungen mit externen Dateien an.

Das BIM-Grundkonzept der **einen** abgeschlossenen Projektdatei, an der verschiedene Personen simultan arbeiten, wird sich in der Praxis jedoch kaum durchgängig realisieren lassen.

3.1.1. Die Projektlandschaft

Auf Basis der vorausgegangenen Überlegungen wurde nun für das konkrete Projekt eine passende Projektumgebung angelegt.

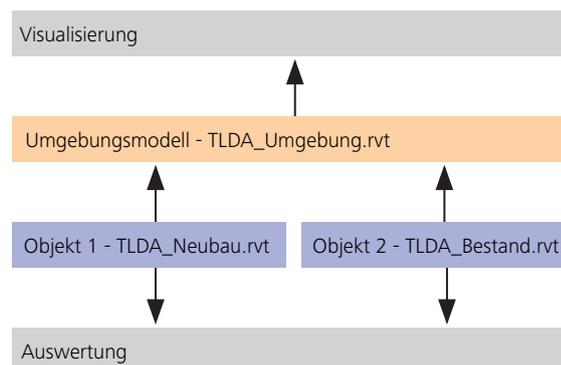
Die Ausgangslage umfasst folgende Elemente:

- Haus 5 (Bestandsgebäude, Umbauplanung)
- Neubau im Innenhof (zwei Varianten)
- Umgebung (Topografie, Gebäude, Bäume)

Der ersten Ansatz sah vor, alle Elemente in eine Datei zu integrieren. Unabhängig von der späteren Kostenauswertung der relevanten Bauelemente haben sich dabei jedoch bereits bei der Modellierung in Revit verschiedene Probleme ergeben.

- Die Verwaltung der (Konstruktions-) Ebenen lässt sich nicht nach Bauabschnitten trennen.
- Der Projektbrowser lässt sich nicht in Bauabschnitte gruppieren (sehr viele Einträge auf der selben Ebene)
- Durch das Integrieren der Umgebungsgebäude wuchs die Projektdatei stark an (Speicherbelastung)

Ausschlaggebend für die Entscheidung, das Projekt in drei Teile aufzugliedern, waren aber die Konsequenzen, die sich für eine getrennte Auswertung (vgl. DIN 276) von Bestand und Neubau ergeben hätten. Die zusätzliche Markierung jedes einzelnen Bauteiles nach Bauabschnitt wäre nötig gewesen. Über benutzerdefinierte Parameter wäre dies zwar möglich, hätte jedoch enormen Mehraufwand und eine zusätzliche Fehlerquelle dargestellt.



Graf.13 Realisierte Projekt-Datenumgebung

Die Projektdateien zu den beiden Bauabschnitten (TLDA_Bestand.rvt, TLDA_Nebau.rvt) werden physisch getrennt in der Kostenermittlung ausgewertet und für die Visualisierung mit der gemeinsamen Umgebungsdatei (TLDA_Umgebung.rvt) verknüpft (Graf.13).

Lageplanmodell

Ausgehend von den Unterlagen, die einem Architekten zu Beginn seiner Planung zu Verfügung stehen, wurde untersucht, wie ein Lageplanmodell im 3D-Raum effektiv herzustellen ist.

Als Grundlage für das Umgebungsmodell diente ein Gesamtplan von Weimar M 1: 5.000 und zwei Katasterpläne M 1:1.000. Die Pläne wurden auf den selben Maßstab skaliert und zu einem Gesamtplan vereint. Dieser diente als Unterlage für das Landschaftsmodell. Der Zweck hierfür sollte sein, die Umgebung für Modellperspektiven in einem Umkreis von ca. 100 m nachzubilden. In diesem Bereich weist das reale Gelände einen Höhenunterschied von ca. 6m auf, welcher nicht vernachlässigt werden sollte.

Für die Erstellung von Topografie stehen in Revit2008 ausreichend Werkzeuge zu Verfügung. Auf Basis von bekannten Höhenpunkten (als Höhenlinien oder als Vermessungspunkte) kann leicht die passende topografische Umgebung erstellt werden. Lediglich die Markierung von Straßen über einen Höhenversatz (Bordstein) ist nicht gelöst.¹⁶

Für die umgebenden Gebäude existierten bereits grobe Modelle im dxf-Format. Leider waren diese alle auf einer Grundebene ausgerichtet und konnten nicht einzeln in ihrer Lage verändert werden. Auch das Neuerstellen der umgebenden Gebäude in einer dafür als geeignet erachteten Anwendung (SketchUp) erwies sich für die weitere Bearbeitung als zu unflexibel.¹⁷ Die Entscheidung fiel daher auf die direkte Erstellung aller Umgebungsgebäude in Revit2008.

Der Bestand - Haus 5

Bei der Bearbeitung von Haus 5 (Material- und Prüfanstalt) stand bereits ein in Revit erstelltes Gebäudemodell zur Verfügung.¹⁸ Für die Umbauplanung waren ebenfalls schon Vorlagen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie¹⁹ vorhanden, welche als Grundlage für die in dieser Arbeit dargestellten Lösungen dienten.

Die Bearbeitung von Haus 5 soll in dieser Untersuchung nur eine untergeordnete Rolle spielen. Der Schwerpunkt lag hierbei auf den Möglichkeiten, Umbauplanungen im Gebäudedatenmodell zu realisieren und das überarbeitete Modell im Rahmen der Visualisierung zu beurteilen.

Für die Umbauplanung in Revit waren u.a. folgende Maßgaben zu erfüllen:

- Alle entfernten Bauteile müssen in der Modelldatenbank verbleiben um den Vergleich mit den Neubaukosten zu ermöglichen
- Das Entfernen von Bauteilen sollte reversibel geschehen um Änderungen (auch nach längerer Zeit) zurückverfolgen zu können.
- Alle Umbaumaßnahmen müssen sich dokumentieren lassen

Interessant für Umbauplanungen ist die Möglichkeit, Elementen über deren Exemplarparameter eine Phase für deren Erstellung oder eben deren Abriss zuzuordnen. Die entsprechenden Bauelemente verbleiben somit in der Objekt-

¹⁶ Die Möglichkeit, Straßenverläufe mithilfe von Unterregionen sichtbar zu machen beschränkt sich auf die Oberfläche der Überregion.

¹⁷ Ähnlich dem dxf-Import sind skp-Formate nur über eine Verknüpfung mit der Revit Datei weiter bearbeitbar, was eine zusätzliche Datei für die Umgebung bedeuten würde.

¹⁸ Erstellt von Dipl.-Ing Arch. Danny Lobos

¹⁹ Architekturbüro Nitschke+Donath, Weimar

datenbank und werden lediglich als abgerissen markiert. Das spätere Wiederherstellen durch eine geänderte Markierung ist möglich, jedoch mit Einschränkungen: Sobald z.B. nur Teile eines homogenen Bauteiles abgerissen wurden (z.B. Wanddurchbrüche) muss nach dem Wiederherstellen des abgerissenen Bauteiles die Einheit mit dem Basisbauteil explizit festgelegt werden. Die Dokumentation der entfernten Elemente ist über grafische Überschreibungen möglich. Bauelemente abzureißen stellt grundsätzlich keine Schwierigkeit dar. Die Probleme liegen im Detail. Nur einige seien hier erwähnt:

- Bauelemente müssen oft für Teilabriss (z.B. Öffnung in Wänden oder Geschossdecken) getrennt werden. Diese Trennung bleibt auch nach dem Zurücknehmen des Abrisses erhalten oder muss manuell wieder bereinigt werden.
- Elemente, die Teil eines übergeordneten Bauelementes sind (z.B. Außenwandverkleidung von Wänden) können nicht getrennt als abgerissen markiert werden.

Grundsätzlich sind Umbauplanungen mit Revit2008 wesentlich schwieriger zu dokumentieren als Neubauten. Es stehen zwar zahlreiche Hilfsmittel und Strukturen zu Verfügung (Abriss-Phase, Darstellung durch grafische Überschreibung, ggf. Optionen), jedoch müssen sich diese an ihrem praktischen Nutzen und der Arbeitsweise des Architekten während der Umbauplanung messen lassen. Dies gelingt nicht uneingeschränkt.

3.2. Revit2008 und das Gebäudedatenmodell

Das Gebäudedatenmodell ist ein duales System aus grafischer Repräsentation von Bauelementen im Modellbereich und Verwaltung von parametrischen Daten in einer internen Datenbank. Das Verständnis der Zusammenhänge von Datenverwaltung und grafischer Repräsentation ist für die Verwendung des Gebäudedatenmodells im Rahmen von Kostenermittlungen grundlegend. Im folgenden Kapitel werden zusammenfassend die Strukturen, wie sie in Revit2008 vorkommen, erklärt, und beschrieben, wie sie für eine Kostenermittlung genutzt werden können.

3.2.1. Bauelemente und Parameterdaten

Jedes Element in Revit2008 besitzt Parameter, welche seine Eigenschaften beschreiben und steuern. Über Parameter können Eigenschaften zusammengefasst und Elemente projektübergreifend manipuliert werden. Dabei ist das Vorhandensein von Parametern davon abhängig, um welches (Bau-) Element²⁰ es sich handelt. Bauelemente werden in Kategorien (z.B. Wände) entsprechend ihrer Verwendung in der realen Welt eingeteilt. Ein Element Außenwand (Kategorie Wände) besitzt z.B. keinen Parameter für den Durchmesser (wie ihn etwa eine runde Stütze der Kategorie Stützen besitzen würde).

- Parameter sind kategorieabhängig

Kategorien sind wiederum in Typen unterteilt (z.B. Außenwand Stahlbeton) um der Tatsache gerecht zu werden, dass es z.B. verschiedene Ausführungstypen von Wänden gibt, welche aber alle die Funktion von Wänden besitzen. Das einzelne Element, das in Revit erstellt wird, repräsentiert schließlich ein Exemplar eines Typs einer Kategorie.

²⁰ Es existieren ebenfalls Parameter für Beschriftungsobjekte und andere zweidimensionale Elemente.

- Das Exemplar bildet die unterste Gliederungsebene von Bauelementen

Parameter steuern entweder die Eigenschaften aller Typen einer Kategorie (Typparameter) oder nur die der einzelnen Exemplare, ohne Auswirkungen auf die übrigen im Modellbereich vorhandenen Exemplare des Typs Bauelement zu haben (Exemplarparameter). Diese Unterscheidung macht es möglich, sehr flexibel die einzelnen Bauelemente anzupassen und trotzdem schnellen Zugriff auf das Bauelement als Typ (auf alle Exemplare) zu haben.

- Typ- und Exemplarparameter steuern die Eigenschaften aller Bauelemente

Parameter können neu definiert werden. Oft ist es nötig, Bauelemente mit einer zusätzlichen Information auszustatten (z.B. eine bürointerne Identifikationsnummer). Diese Parameter können wiederum Eigenschaften besitzen, nach denen sie gegliedert und verknüpft werden können.

- Parameter können neu definiert werden

Parameter sind nicht einfach nur Informationen, die an Bauteile angehängt werden, sondern sie definieren die Eigenschaften des betreffenden Bauteils. Dies wird z.B. deutlich, wenn Parameter in einer Revit Tabelle abgefragt und dort überschrieben werden, wenn sozusagen der Datenbankeintrag des betreffenden Bauelementes direkt manipuliert wird. Diese Überschreibung (sofern sie zulässig ist) wirkt sich direkt auf die Repräsentation des Bauelementes im Modellbereich aus.

3.2.2. Möglichkeiten der Daten-Verwaltung in Revit

Das Gebäudedatenmodell bietet auf Basis parametrischer Gebäudemodellierung und der zentralen Projektdatenbank²¹ umfangreiche Möglichkeiten der Verwaltung und Auswertung aller Projektdaten. Der größte Teil aller Daten wird im Modellbereich generiert und grafisch repräsentiert. Ein kleiner Teil der Revitdatenbank wird für Informationen zu Stilen (Darstellung von Objekten), Projekteinstellungen (Einheiten, geografische Lage...) oder auch Informationen zu Ebenen und Schnitten etc. verwendet.

Interessant für eine spätere (Kosten-) Auswertung sind vor allem Informationen zu Bauelementparametern, die Daten zu Mengen und Maßen enthalten. Einige Möglichkeiten zur Mengen- und Massenauswertung sind interner Bestandteil von Revit2008, andere ergeben sich aus Schnittstellen zu externen Anwendungen.

Es gibt somit zahlreiche Möglichkeiten zur Aufbereitung und Auswertung von Daten des Gebäudedatenmodells. Für die Datenauswertung im Rahmen einer Kostenermittlung kommen hier jedoch nur die Revit- internen Bauteillisten/ Mengen und die Schnittstelle zu externen Datenbanken in Betracht. Die übrigen Vorgänge sind speziell für andere Anforderungen ausgelegt und sollen hier nicht weiter betrachtet werden.

Tabelle 07 (Seite 37) gibt einen Überblick über die wichtigsten Möglichkeiten der Datenverwaltung und Auswertung mit Revit2008

²¹ Projekt bezeichnet hier die einzelne Datei oder den Bauabschnitt. Eine Datenbank für ein auf mehrere Dateien verteiltes Gesamtprojekt ist mit Revit2008 nicht möglich.

Vorgang	Bemerkung	Typ
Bauteillisten/ Mengen/ Materiallisten	Anlegen von Tabellen mit Informationen zu Bauelementen und verwendeten Materialien, Selektion über Filter, Gruppen, eingeschränkte Kalkulationsmöglichkeiten	A
Legenden	Erstellen selbstaktualisierender Legenden für versch. Planinhalte, kaum Möglichkeiten zur Anpassung	A
IFC-Export	Modelldaten werden als IFC-Datei (XML) exportiert, vorwiegend zum Austausch der grafischen Modellinformationen und deren Abhängigkeiten	S
ODBC-Export	Daten werden in eine externe relationale Datenbank geschrieben, repräsentiert Informationen zu den Bauelementen	S
dxf/ dwg-Export	Standard Austauschformate im Konstruktionsbereich, vorwiegend 2D	S
Raum- und Flächenauswertung	Zusammenstellung aller Räume und Fläche in einer HTML-Datei, Sonderfall externer Auswertung	S
gbXML-Export	XML-Datei für thermische Gebäudeanalysen in externen Anwendungen	S

Tab.07 Möglichkeiten der Datenauswertung in Revit2008

Typ A = interne Auswertung von Daten in Revit

Typ S = Schnittstelle zu externen Anwendungen

Interne Bauteillisten/ Mengenauswertung

Über die in Revit2008 angebotene tabellarische Auswertung von Bauelementen eröffnen sich bereits zahlreiche Möglichkeiten Daten für eine Kostenauswertung zu organisieren. Es können z.B. Tür und Fensterlisten erstellt werden, Auflistungen vorhandener Wände oder Listen, die nur die verwendeten Materialien²² anzeigen. Mithilfe umfangreicher Werkzeuge wie Filter, Gruppen, Parameterauswahl können Tabellen umfangreich auf die entsprechenden Bedürfnisse zugeschnitten werden. Die Möglichkeit, verschiedene Angaben mithilfe von Formeln zu neuen Werten zu berechnen (z.B. die Fensterfläche aus Höhe und Breite des Fensters), macht Bauteillisten noch flexibler. (Abb.07)

Fensterliste					
Familie und Typ	Ebene	Breite	Höhe	Fläche	Bauelement
Neubau EG					
Fenster 3-flg:	Neubau EG	3,00 m	1,51 m	4,53 m ²	344.52.81
TLDA_Neubau	Neubau EG	1,00 m	1,80 m	18,00 m ²	334.66.81
Neubau OG1					
TLDA_Neubau	Neubau OG1	1,50 m	1,80 m	2,70 m ²	334.62.01
TLDA_Neubau	Neubau OG1	1,00 m	1,80 m	28,80 m ²	334.66.81
TLDA_Neubau	Neubau OG1	2,50 m	1,80 m	13,50 m ²	334.66.81
Neubau OG2					
TLDA_Neubau	Neubau OG2	1,50 m	1,80 m	2,70 m ²	334.62.01
TLDA_Neubau	Neubau OG2	1,00 m	1,80 m	28,80 m ²	334.66.81
TLDA_Neubau	Neubau OG2	2,50 m	1,80 m	13,50 m ²	334.66.81
Gesamt: 51				112,53 m ²	

Die angelegte Liste kann Bestandteil einer Plangrafik sein oder als txt-Datei exportiert und in Office-Anwendungen weiter verarbeitet werden. Einige Einschränkungen lassen jedoch diesen komfortablen Weg der Datenauswertung als ungeeignet für eine umfangreiche Kostenermittlung erscheinen:

Abb.07 Bauteillisten in Revit2008

- Es besteht nur eingeschränkt die Möglichkeit der Auflistung von Bauteilen verschiedener Kategorien²³
- Die Formatierung und Ergänzung der Auswertung durch

²² Mithilfe von Materiallisten wäre es auch möglich Wände in ihre einzelnen Schichten entsprechend der 3. Gliederungsebene DIN 276 aufzugliedern. Im später vorgestellten ODBC-Export wird diese Möglichkeit für die Kostenberechnung genutzt.

²³ Mithilfe von Bauteillisten für mehrere Kategorien können Listen von Bauteilen mit mindestens einem gemeinsamen Parameter erstellt werden.

entsprechende Felder ist nicht möglich

- Es besteht keine Möglichkeit, die Werte grafisch auszuwerten (Diagramme)

Die Auswertung von Bauelementen und Materialien in Listen ist dennoch eine schnelle und einfache Möglichkeit, die Elemente des Modellbereichs (mit Einschränkungen) in Tabellen aufzulisten. Besonders bei der Überprüfung bestimmter Kategorien (Türliste, Wandliste) und für die Integration im Planbereich bieten sich Listen an. Für eine umfangreiche und flexible Auswertung der Modelldaten im Rahmen einer Kostenermittlung kommt die Revit- interne Auswertung schnell an ihre Grenzen. Grundsätzlich muss allerdings die Frage gestellt werden, ob die vollständige Integration normierter Kostenermittlungen in das Gebäudedatenmodell überhaupt zweckmäßig ist. Daten sind nur für einen Teil der Baukosten im Gebäudedatenmodell vorhanden. Ob sich an dieser Situation in Zukunft etwas ändert, wird sich zeigen. Die gegenwärtige Anwendung von BIM-Applikationen lässt die externe Kostenauswertung als besser geeignet erscheinen.

ODBC-Schnittstelle

Über die ODBC-Schnittstelle wird die Möglichkeit geboten, Daten aus der internen Datenbank des Gebäudemodells in eine externe relationale Datenbank zu übertragen.

Der ODBC-Export in Revit2008 setzt voraus, dass bereits eine externe Datenbank vorhanden ist, welche Revit nach einem vorgegebenen Schema mit (fast) allen Daten der Revit- internen Datenbank füllt. So gesehen ist diese externe DB ein kleines Abbild der Revit- internen Datenbank.

Die externe DB darf allerdings nicht als Gebäude(daten)modell verstanden werden. Es ist nicht möglich aus den exportierten Daten ein räumliches Modell (entsp. dem Original im Revit-Projekt) zu erstellen. Im ODBC-Export werden einzig Parameterdaten übertragen, die aus dem Modellbereich extrahiert werden.²⁴ Dabei werden die Daten getrennt nach Elementtypen und Exemplaren auf Tabellen (Relationen) verteilt. Die in den einzelnen Tabellen enthaltenen Spalten (Attribut) repräsentieren die in Revit2008 definierten Parameter. Mithilfe von definierten Zellwerten (Schlüsseln) stehen die einzelnen Tabellen in Beziehung (Relation) zueinander.

Diese externe Datenbank beinhaltet somit die Rohdaten, die für verschiedene Auswertungen verwendet werden können. Entsprechend der Art der Auswertung werden die Daten abgefragt (Query) und aufbereitet.

3.2.3. Externe Datenbanken - Bauelement-DB und Kosten-DB

Die Kostenermittlung in der prototypischen Versuchsumgebung wird zum einen auf Basis der externen Revit Bauelementdatenbank (ODBC-Export) und zum anderen auf einer eigens angelegten Datenbank zu Baukosten erfolgen. Durch die Verknüpfung beider Datenbanken stehen damit alle Daten zu Verfügung, die im Rahmen der Kostenermittlung nötig sind.

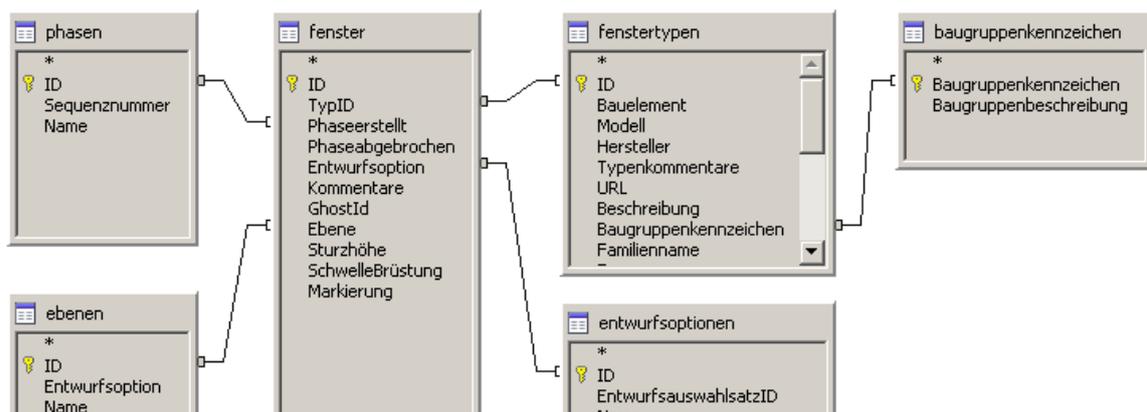
Bauelement-DB für den RevitODBC Export

Wie schon beschrieben, benötigt Revit2008 für den ODBC-Export eine bestehende relationale Datenbank, in welche die Daten des Gebäudemodells exportiert werden. Dabei werden 144 Tabellen mit den Parameterwerten der

²⁴ Der Export des Gebäudemodells wird über die IFC-Schnittstelle realisiert.

Bauelemente und weiteren Projektinformationen angelegt. Beim erneuten Export (Aktualisierung nach Projektänderung) werden die Daten entsprechend dem Planstand in Revit aktualisiert. Im Modellbereich entfernte Elemente werden auch in der externen DB gelöscht, neue entsprechend eingefügt. Die externe Datenbank kann auch durch eigene Tabellen ergänzt werden. Diese bleiben vom ODBC-Export unberücksichtigt. Mit jedem ODBC-Export wird das externe Schema auf Vollständigkeit und Integrität überprüft.

ID	TypID	Phaseerstellt	Phaseabgebr...	Entwurfsoption	Kommentare	GhostId	Ebene	Sturzhöhe	SchwelleBrüst...	Markierung
143641	55664	15645	NULL	37115	NULL	135469	6494	3.103020...	1.5930200908...	134
135804	121854	15645	NULL	37115	NULL	135250	6596	2.6	0.7999999999...	76
135812	124810	15645	NULL	37115	NULL	135250	6596	2.6	0.7999999999...	82
135814	129014	15645	NULL	37115	NULL	135155	6577	2.6	0.7999999999...	85



Ein Beispielschema, wie es von Revit im ODBC-Export angelegt wird, ist in Abbildung 08 zu sehen. Hier wird gezeigt, wie die Daten der Fensterexemplare des Gebäudemodells auf mehrere Tabellen verteilt werden.²⁵ Das Entity-Relationship Diagram beschreibt den Zusammenhang (die Relationen) der einzelnen Tabellen untereinander.

Abb.08 Datenbank und ER-Diagramm

Kosten-DB für die Kostenermittlung

Für die Kostenkennwerte wurde eine MySQL-Datenbank manuell erstellt. Dazu wurde eine Datenbank „DB-Kosten“ eingerichtet und zwei Tabellen „Objekte“ und „Kkw-Lb“ angelegt. Die verwendeten Daten wurden dem BKI2007 für Gebäude und Bauelemente entnommen.

TypID	TypName	BRI	BGF	NF	200m	300m	310m	320m	330m	340m	350m	360m	370m	390m	400m	410m
1100	Bürogebäude, Durchschnitt alle Standards	370	1290	1990	22	987	22	246	476	241	282	311	25	48	306	48
1110	Bürogebäude einfacher Standard	250	850	1230	10	695	14	193	342	175	235	225	8	29	155	36
1120	Bürogebäude mittlerer Standard	410	1390	2190	32	1064	23	238	481	261	268	287	29	55	326	52
1130	Bürogebäude hoher Standard	475	1820	2790	27	1313	28	304	594	282	336	416	35	58	509	54
2000	Instituts- und Laborgebäude	435	1680	2900	12	1089	24	281	409	229	279	252	141	42	587	69
3100	Krankenhäuser	535	2010	3660	NULL	1251	28	289	385	311	311	360	92	50	762	107
3200	Pflegeheime	356	1210	1990	20	868	18	192	277	176	217	196	15	50	346	84
4100	Allgemeinbildende Schulen	335	1310	2110	20	1061	17	239	430	258	276	298	41	42	252	45
4200	Berufliche Schulen	305	1270	1840	11	987	23	176	485	275	295	338	35	36	279	52
4300	Sonderschulen	345	1350	2080	17	1095	15	220	375	215	285	337	34	29	256	72

Die Tabelle „Objekte“ (Abb.09) beinhaltet Datensätze zu Objekttypen und den entsprechenden Kostenkennwerten der 2. Ebene DIN 276. Der Sekundärschlüssel „TypID“ regelt die spätere Auswahl des Objekttypes innerhalb der Kostenermittlung. Im Beispiel sind jeweils nur die Mittelwerte der Kostengruppen aufgeführt. Für eine differenziertere Auswertung wären hier aber auch min. und max. Werte möglich.

Abb.09 Datenbank Bauwerkskosten verschiedener Gebäudetypen

25 Eine ausführlicherer Darstellung des Revit Exportschemas ist im Anhang B zu finden.

Die Tabelle „Kkw-Lb“ (Abb.10) beinhaltet Datensätze zu Kostenkennwerten von Feinelementen (3. Ebene DIN 276) und Leistungsbereichen.²⁶ Über den Primärschlüssel „ID“ werden die Kostenkennwerte der Feinelemente den Mengenangaben aus dem Gebäudemodell zugeordnet.

ID	Datum	von	mittel	bis	Einheit	Text_kurz	000	023	024	025	026	027	028	03
334.62.01	2007-10-10	310	370	510	Euro/m2	Fenster aus Holz, Isoliervergl., Innen- und Außensims, gestrichen	0	0	0	0	82	0	0	
334.64.81	2007-10-10	600	730	940	Euro/m2	Einfachfenster, Metall, überwiegend offenbar, Isolierverglast	0	0	0	0	100	0	0	
334.66.81	2007-10-10	390	520	700	Euro/m2	Einfachfenster, Leichtmetall, überwiegend offenbar, Isolierglas	0	0	0	0	85	0	0	
335.17.03	2007-10-10	20	27	35	Euro/m2	Perimeterdämmung XPS, WLG 040, d=40-70mm	0	0	0	0	0	0	0	
335.37.01	2007-10-10	68	75	87	Euro/m2	Vollwärmeschutz Polystyrol Hartschaum d=50cm	0	100	0	0	0	0	0	
335.54.01	2007-10-10	140	160	180	Euro/m2	Bekleidung mit Verblendmauerwerk, Luftschicht, Dämmung	0	0	0	0	0	0	0	
336.32.01	2007-10-10	22	27	33	Euro/m2	Maschinenputz, 2-lagig mit Anstrich	0	83	0	0	0	0	0	
336.35.01	2007-10-10	22	25	29	Euro/m2	Gipsputz d=15mm, Raufasertapete, Dispersionsanstrich	0	52	0	0	0	0	0	
337.41.01	2007-10-10	500	580	930	Euro/m2	Fassadenelement als Pfosten-Riegel-Konstr. mit Brüstung und Fensterband...	0	0	0	0	0	0	0	
342.62.01	2007-10-10	52	63	74	Euro/m2	Metallständerwand Gipskarton doppelt beplankt	0	0	0	0	0	0	0	

Abb.10 Datenbank mit Feinelementen

In diesem Beispiel ist nur ein Kurztext zur Beschreibung des Feinelementes in die DB aufgenommen worden. Für eine differenziertere Zuordnung wäre hier auch ein Langtext (vgl. Langtext in Ausschreibungen) denkbar.

3.2.4. Datenbankabfrage per OOBasic-Makro

Der Zugriff auf die Datenbanken erfolgt aus der Tabellenkalkulation über Makroabfragen. In Abbildung 11 ist der Programmcode abgebildet, über den eine SQL-Abfrage zu allen, im Gebäudemodell vorkommenden elementierten Außen- und Innenwände (Kgr. 337 und 346) gestartet wird. Dabei werden nur die Bauelemente aus der Datenbank „TLDA_Neubau“ ermittelt, die der Entwurfsoption (Variable „EO“) entsprechen und mit einer 7-stelligen ID (Variable „KGr“) markiert sind. Die nötigen Tabellen der externen Revit- Datenbank werden verknüpft und nach der Spalte „Bauelement“ gruppiert. Die ermittelten IDs dienen dann in weiteren Abfragen zur Ermittlung der entsprechenden Kostenkennwerte aus der Kosten-DB.

Abb.11 Datenbankabfrage per OO-Basic Makro

```

' Welche Fassaden-ElementIDs sind für die KKWs relevant, nachsehen in NeubauDB
Case "337", "346"

DB = DB_connect("TLDA_Neubau")
objStatement = DB.createStatement()
objResultSet = createUnoService("com.sun.star.sdb.RowSet")
objResultSet.activeConnection = DB
objResultSet.Command = _
("SELECT wt.bauelement FROM wände wa, entwurfsoptionen e, wandtypen wt " & _
"WHERE wa.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name ='" & EO & "'" & _
"AND wa.TypeID=wt.ID AND wt.Bauelement LIKE '" & KGr & "'" & _
"GROUP BY wt.bauelement")
objResultSet.execute
' Anlegen des dynamischen Arrays mit allen relevanten ElementIDs
Preis = 0
Gesamtflaeche = 0

```

3.3. Bearbeitung des Erweiterungsbaus

Kapitel 3.3. behandelt den eigentlichen praktischen Teil der Untersuchung. Im folgenden soll geklärt werden, welche Potentiale und Risiken mit der Verknüpfung von Gebäudedatenmodell und externer Kostenauswertung verbunden sind.

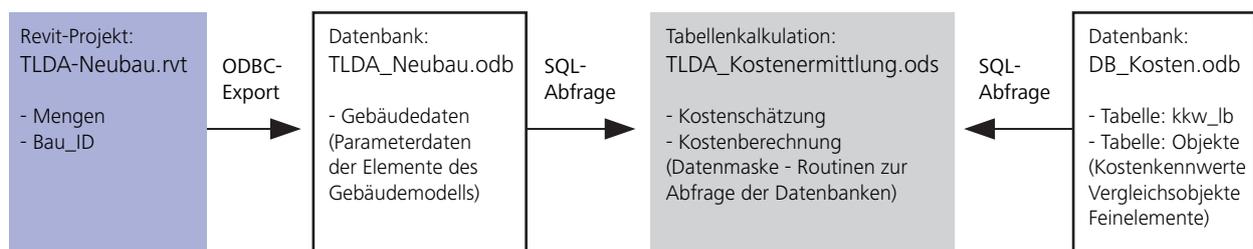
²⁶ Ursprünglich wurde auch der Ziel verfolgt, Daten zu ausführungsorientierten Kosten zu integrieren. Die prozentuale Aufgliederung von elementorientierten Kosten in deren Anteile an den verschiedenen Leistungsbereichen war hier der Ansatz. In der weiteren Bearbeitung wurde dieses Ziel aber nicht länger verfolgt.

Der Ablauf der praktischen Untersuchung ist in Vor- und Entwurfsplanung gegliedert. Dies entspricht der Arbeit im architektonischen Entwurf und trägt der Tatsache Rechnung, dass sich die Arbeitsabläufe und der Umgang mit der angewendeten Software in beiden Leistungsphasen deutlich unterscheiden können.

Die Analyse wird in beiden Leistungsphasen jeweils im ersten Teil auf die Arbeit im Revit-Modellbereich eingehen und hier versuchen, die vorhandenen Methoden und Routinen auf ihren praktischen Wert für die Arbeit im Entwurfsprozess zu untersuchen. Die Bewertung ist dabei (unvermeidlich) subjektiv geprägt, daher offen für eine kritischen Auseinandersetzung mit dem Entwurf im 3D-Raum.

Im zweiten Teil der Analyse werden die Möglichkeiten der externen Auswertung der Elemente des Modellbereichs erörtert. Im Vorentwurf kommt dabei die Kostenschätzung bis zur 2. Gliederungsebene DIN 276, in der Entwurfsplanung die Kostenberechnung bis zur 3. Gliederungsebene DIN 276 zur Anwendung. In der Praxis ist diese Zuordnung weniger scharf abgegrenzt, im Rahmen dieser Untersuchung erscheint sie jedoch als sinnvoll.

Die prinzipiellen Vorgänge der Elementauswertung durch Datenbankabfrage (SQL-Query) werden im Rahmen der Entwurfsplanung vorgestellt. Diese Methoden sind grundsätzlich auch auf die Vorplanung anzuwenden. Wo sich Unterschiede der beiden Kostenermittlungen ergeben, wird darauf aufmerksam gemacht. Die technische Umsetzung ist bei beiden Varianten jedoch gleich.



Grafik 14 bildet zum besseren Verständnis der Zusammenhänge die konkrete Dateilandschaft ab, wie sie für die Kostenermittlungen des Neubaus verwendet wird.

Graf.14 Datenverknüpfung für externe Kostenermittlung

Vorentwurf und Kostenschätzung

Die Leistungsphase 2 HOAI Vorplanung dient zum Festlegen der grundsätzlichen Gestalt des Entwurfsobjektes. Hier wird der zur Verfügung stehende Raum (Baugrundstück, angrenzende Gebäude) analysiert. Bei dem Ziel, ein architektonisch ansprechendes Gebäude zu erstellen, sind zum einen die Vorgaben des Bauherren, zum anderen die durch gesetzliche Bestimmungen (BauNvo) gegebenen Einschränkungen in Einklang zu bringen.

Aufgabe des Planers ist es dabei, eine dem Bearbeitungsstand entsprechende Aussage zu den voraussichtlichen Kosten des Bauvorhabens zu machen. Diese in der DIN 276 genormte Kostenschätzung dient dabei als Basis für kalkulatorische Entscheidungen des Bauherren.

Mit Abschluss der Vorplanung stehen somit Informationen über die grundsätzliche Gestalt des Gebäudes mit grundlegenden Kennwerten (BRI, BGF, NF) und den voraussichtlichen Kosten zu Verfügung.

3.3.1. Der Vorentwurf im Modellbereich

Ausgangslage ist die Projektdatei „TLDA_Nebau.rvt“, mit welcher die Dateien des Bestandes (TLDA_Bestand.rvt) und der Umgebung (TLDA_Umgebung.rvt) verknüpft sind. Auf dem Gelände des geplanten Neubaus befindet sich ein abzureißendes Gebäude. Dieses ist Bestandteil des Umgebungsmodells und wurde bereits als Abbruch markiert. Der entsprechende Filter (Phasenfilter) blendet es automatisch aus.

Das bereinigte Baugelände dient nun als Ausgangsbasis für die ersten Körperstudien im Rahmen der Vorplanung (Abb.12).

Abb.12 Massenstudie im leeren Bebauungsraum



Körper- Volumenstudien

Die ersten Entwurfsstudien beschäftigen sich mit dem vorhandenen Raum und dessen optimaler Ausnutzung, gestalterisch wie ökonomisch. Es darf nicht nur die Baufläche (Gründungsfläche) betrachtet werden, vielmehr muss das Gebäude im Kontext seiner Umgebung betrachtet werden. Fragen wie Abstand zur Randbebauung, Sonnenstand, Zugänglichkeit (Anbindung) und Präsenz im Stadtbild spielen bei der Findung der optimalen Gebäudekubatur eine wesentliche Rolle. In der konventionellen Arbeitsweise werden hierfür haptische Modelle verwendet. Ein Lageplanmodell wird erstellt um die Entwurfsoptionen auf ihre Wirkung im Umfeld zu testen. Diese Studien beschränken sich allerdings auf die reine Gestalt. Informationen, die für die Bewertung der ökonomischen Eigenschaften der Option verwendet werden können, sind nicht vorhanden. Oft findet hier ein Prozess des wechselseitigen Annäherns statt: Eine Option findet gestalterisch Gefallen, trifft aber nach rechnerischem Überschlag nicht die ökonomischen Erwartungen, wird überarbeitet und erneut im Modell getestet. Bis zum Schluss eine Variante als optimal angesehen und in die weitere Bearbeitung übernommen wird.

Bei der Arbeit im Gebäudedatenmodell wird das gleiche Ziel verfolgt: Findung des optimalen Entwurfes hinsichtlich Form und Funktion. Jedoch ergeben sich jetzt Möglichkeiten der Auswertung, die der 2-dimensionale, durch Modelle unterstützte Entwurf nicht bieten.

- Überprüfen der Sonnen- und Schattensituation
- Direkte Ermittlung von Volumen und Flächen
- Interaktive Verwaltung mehrerer Entwurfsoptionen

Mithilfe von Körperelementen (Körpermodell) kann die Kubatur in das Entwurfsumfeld gesetzt und auf seine räumliche Wirkung getestet werden. Zum Modellieren stehen dabei die bekannten Booleschen Operationen (Addition, Subtraktion, Schnittmenge) zu Verfügung. Darüber hinaus können nahezu alle denkbaren Volumen über verschiedene Erstellungsmethoden (Rotation, Extrusion, ...) modelliert werden. Diese Körper repräsentieren nun nicht nur die Entwurfsabsicht, sie können auch weiter analysiert werden: Es können Sonnenstudien sowie Volumen- und Flächenberechnungen²⁷ durchgeführt und Studien mithilfe verschiedener Entwurfsoptionen verglichen werden. Die zugrundeliegende Datenbank garantiert, dass die ermittelten Werte (in der tabellarischen Auswertung) immer dem Modellbereich entsprechen. Der interaktive Charakter dieser Prozesse macht es leicht, am Entwurf im 3D-Raum mit parametrischen Objekten Gefallen zu finden. Die gefühlte Zeitersparnis ist enorm.

Detailtiefe im Vorentwurf

Die zu diesem Zeitpunkt auf Basis von Körpermodellen zur Verfügung stehenden Informationen zu BRI und BGF²⁸ könnten bereits zum Abstecken eines Kostenrahmens nach der Einwertmethode verwendet werden. Für eine Kostenschätzung entsprechend der 2. Gliederungsebene DIN 276²⁹ müssen allerdings noch Grobelemente wie Wände, Decken und Dächer festgelegt werden. Das Definieren von Grobelementen dient im Fall von Revit2008 auch dazu, entsprechende Informationen, die über die bisher vorhandenen (BRI, BGF) hinausgehen und für die Kostenschätzung erforderlich sind (Außenwandfläche, Dachfläche), zu ermitteln.³⁰

In Revit2008 besteht die Möglichkeit, mithilfe von Körperformen Bauelemente zu erstellen (Element über Körperfläche). Damit wird das Definieren von (Grob)Bauelementen nicht nur stark vereinfacht, sondern durch die bestehende Verknüpfung von Element und Basiskubatur können spätere Änderungen an der Kubatur auf das betroffene Element übertragen werden.

Für den Vorentwurf bis zur Definition von Grobelementen ergeben sich somit in Revit2008 sehr nützliche Abläufe, die die Entwurfsarbeit im Vergleich mit der herkömmlichen 2D Arbeitsweise stark vereinfachen.

Markierung und Zuordnung der Bauelemente

Für eine Kostenschätzung nach DIN 276 müssen Grobelemente vorhanden sein. Die Gliederung der 2. Ebene fasst verschiedene Bauelemente zusammen. Aussentüren und Außenwände werden z.B. gemeinsam in der Kostengruppe 330 Außenwände repräsentiert. Die Kostenschätzung stellt somit eine Vergrößerung der Entwurfsinformationen dar, die im allgemeinen dem Stand des Vorentwurfes entspricht. Es gilt nun, die Bauelemente mit Markierungen zu versehen, die es ermöglichen, diese in der späteren externen Auswertung entsprechend zu selektieren (vgl. Kap.2.2.1.).

Zuerst kann die grundsätzliche Frage gestellt werden, ob nicht schon Parame-

²⁷ Revit-Volumenkörper bieten die Möglichkeit über vorher festgelegte Ebenen die BGF (des Körpermodells) zu ermitteln.

²⁸ Die Berechnungsmethoden auf Basis von Volumenkörpern sind nicht DIN 277- konform, für einen ersten Anhaltspunkt jedoch ausreichend.

²⁹ Eine Kostenschätzung wäre durchaus auch auf der 1. Gliederungsebene möglich, für eine solidere Basis wird jedoch die Ausarbeitung bis zur 2. Ebene empfohlen [Seifert/Preussner 2003, S.262]-

³⁰ Für eine Kostenschätzung nach der Einwertmethode könnte auf das Ermitteln der „realen“ Wand- und Dachflächen verzichtet werden und auch hier ein Vergleichswert zur Anwendung kommen.

ter in Revit2008 vorhanden sind, die eine Zuordnung von Bauteilen entsprechend den Anforderungen einer Kostenermittlung ermöglichen.

Das Gebäudedatenmodell, wie es in Revit verwendet wird, ist nicht auf eine Kostenermittlung nach DIN 276 ausgelegt, sondern orientiert sich an konstruktiven Zielstellungen. Eine Struktur, die eine unmittelbare Kostenauswertung nach Kostengruppen ermöglicht, würde erfordern, dass die Bauelemente in Revit nicht nur nach Kategorien und Typen, sondern auch nach ihrer Einordnung in die entsprechende Kostengruppe gegliedert sind (dann müsste auf unterschiedliche Standards weltweit Rücksicht genommen werden). Das Anbieten dieser zusätzlichen Gliederungsebene würde die Arbeit im Modellbereich deutlich komplexer gestalten. Für die spätere Kostenauswertung müssen die Bauelemente demnach extra markiert werden, und dafür ist ihre parametrische Natur gut geeignet. Die Frage ist nur: Wie geschieht diese Markierung?

Wie schon erwähnt gibt es zwei große Gruppen von Exemplar und Typenparametern. Für eine entsprechende Markierung kommen beide in Frage, da sie beim ODBC-Export in der externen DB abgebildet und gleichermaßen abgefragt werden können. Der Unterschied besteht jedoch in der Verwaltung der Parameter in Revit.

Exemplarparameter sind für jedes einzelne Exemplar editierbar und nur für dieses gültig. Eine beabsichtigte Veränderung der Markierung würde erfordern, dass alle Exemplare selektiert werden müssen - mit der Gefahr, dass einige Exemplare vergessen werden.

Die Methode der Markierung von Bauelementen über ihre Typenparameter hat dagegen deutliche Vorteile. Die Gliederung aller Bauelemente entsprechend ihren Kostengruppen geschieht hier über ihren Typ. Eine Markierung gilt für alle Exemplare des Typs, ohne dabei Exemplare auszulassen. Allerdings bedeutet dies, dass für jede benötigte Markierung auch ein separater Typ vorhanden sein muss. Zu beachten ist dies z.B. wenn Türen nur als „Dummies“ gedacht sind und die gleichen Typen für Außen- wie Innentüren verwendet werden.

- Die Markierung der Bauelemente erfolgt über Typenparameter

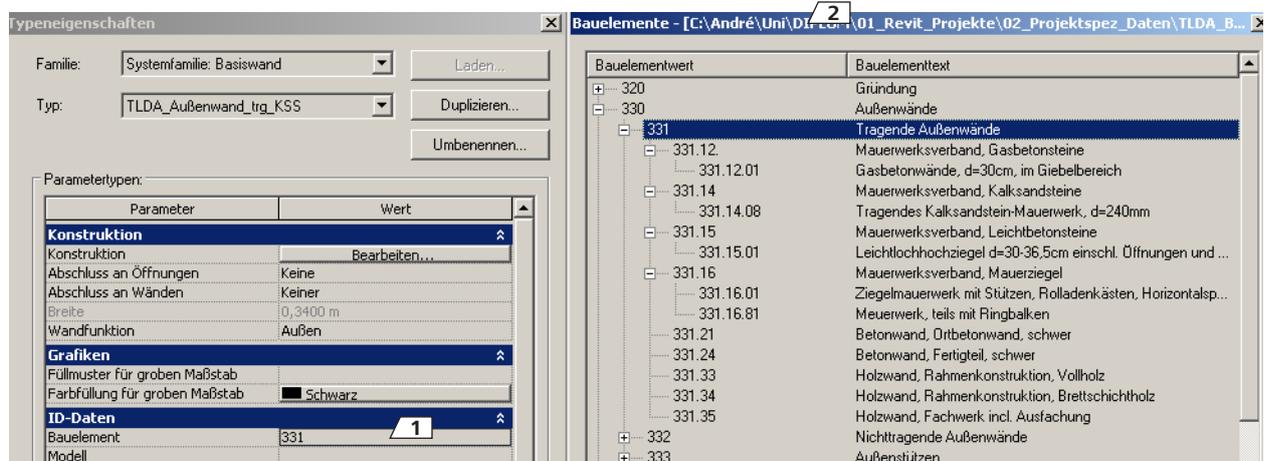
Nun bleibt noch zu klären, welcher Typparameter für die Markierung in Frage kommt (Tab.08), ob ein bestehender genutzt werden kann oder ein neuer Parameter definiert werden muss.³¹ Der gewählte Parameter muss in allen Bauelementen verfügbar sein und seine Verwendung als Kostengruppenmarkierung darf nicht mit anderen Verwendungen kollidieren.

Tab.08 Auswahl Typparameter in Revit2008

Typparameter	Bemerkung
Bauelement	Standardmäßig mit einer Textdatei (Bauelementschlüssel) zur Einordnung in einen Bauelementkatalog verknüpft
Baugruppenkennzeichen	Standardmäßig mit einer Textdatei zur Zuweisung eines Baugruppenkennzeichens verknüpft
Beschreibung	Frei zuweisbarer Parameter (Text oder Nummer)
Typenmarkierung	Frei zuweisbarer Parameter (Text oder Nummern)

³¹ Der erste Ansatz war, einen eigenen Parameter (gemeinsam genutzter Parameter) „Kostengruppe“ als Typparameter zu erstellen. Im entsprechenden Bauelement müsste dann der gewünschte Wert eingetragen werden. Für dreistellige Markierungen für die 3. Gliederungsebene wäre dieser Weg auch denkbar gewesen. Im Hinblick auf die spätere Weiterverwendung dieser Struktur und der damit verbundenen mehrstelligen Markierung erschien diese Methode aber als ungeeignet.

In der praktischen Anwendung erwies sich der Bauelement-Typenparameter **1** als am besten geeignet, da dieser mit einer editierbaren externen Textdatei **2** verknüpft ist, und sich damit passende Markierungen leicht auswählen lassen. Die externe Datei kann erweitert oder angepasst werden und steht immer aktuell allen Bauelementparametern zu Verfügung (Abb.13).



Für die Markierung selbst wurde die 7-stellige Nummer aus dem BKI-Baukostenindex für Elemente übernommen. Mithilfe dieser Nummer können Bauelemente entsprechend den Anforderungen an eine Kostenberechnung markiert werden. Für die Kostenschätzung genügt die Verwendung der ersten drei Stellen entsprechend der 2. Gliederungsebene DIN 276, in der Kostenberechnung werden alle sieben Stellen für die eindeutige Zuordnung des Bauelementes verwendet. Zudem ist diese Nummerierung flexibel genug, um eigene Kostenkennwerte aus der Büropraxis in die Kostendatenbank einzufügen.

Abb.13 Auswahl Bauelement-ID über verknüpfte Textdatei

Für Kostenschätzung berechnete Bauteile im Vorentwurf

Im Rahmen der prototypischen Umsetzung der Verknüpfung von Gebäudedatenmodell und externer Kostenermittlung war es aus zeitlichen Gründen nötig, sich auf eine Auswahl geeigneter Bauelemente für die externe Auswertung zu beschränken.

In Tabelle 09 sind die Kostengruppen der 2. Ebene aufgeführt, die bei der Kostenschätzung auf Basis des Gebäudedatenmodells berechnet werden. Die Revit-Bauelemente werden hier ausschließlich über den Typenparameter „Bauelement“ mit einer 3-stelligen Nummer (entsprechend der 2. Gliederungsebene) markiert.

Kostenruppe	nach DIN 276	Revit-Objekte	Bemerkung
330 Außenwände	Alle Elemente, die den BRI horizontal nach außen abschließen	Wandfamilien (Systemfam.), Fenster-Türfam., Fassadensysteme	Stützen werden nicht berücksichtigt
340 Innenwände	Alle Elemente, die den BRI intern horizontal gliedern	Wandfamilien (Systemfam.), Türfamilien	
350 Decken	Geschossdecken zwischen den Grundrissebenen inkl. Treppen und Rampen	Geschossdeckenfamilien (Systemfam.)	Treppen und Rampen werden nicht berücksichtigt
360 Dächer	Elemente, die den BRI nach oben abschließen, inkl. Dachfenster	Dachfamilien (Systemfam.)	auch Dachverglasungen

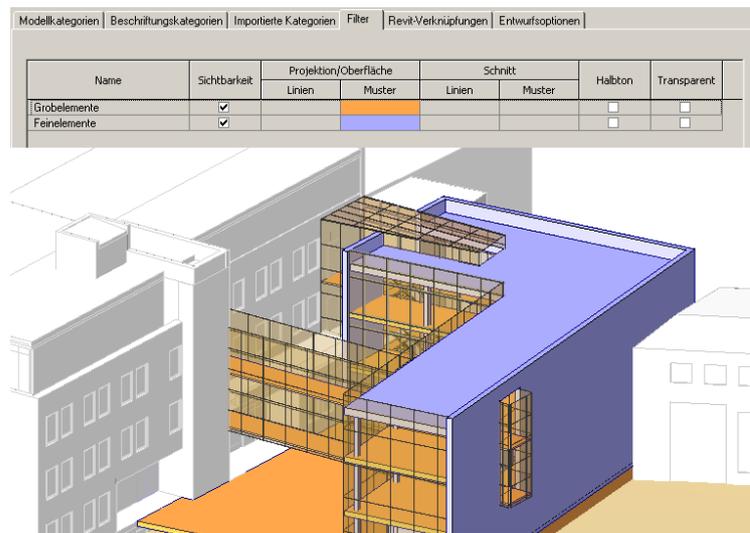
Tab.09 Bauelemente für automatisierte Mengenermittlung Kostenschätzung

Kontrolle der Markierung im Modellbereich

Die Grundlage für eine transparente Kostenermittlung ist der Überblick über die in die Kalkulation einfließenden Bauelemente. Im Sinne einer belastbaren Aussage zu Baukosten dürfen nicht Äpfel mit Birnen, das heißt: nicht Feinelemente mit Grobelementen verglichen werden. Die grafische Überprüfung der Bauelemente auf ihren Markierungsstatus im Modellbereich hin bietet sich dabei besonders an.

In Revit2008 besteht die Möglichkeit, über Bauelementfilter in Verbindung mit grafischen Überschreibungen Parameterwerte der einzelnen Bauelemente abzufragen und grafisch sichtbar zu machen. Mithilfe dieser Filter kann der Detaillierungsgrad der Planung auf verschiedene Weise dargestellt werden: Es ist z.B. möglich alle Feinelemente auszublenden, transparent zu schalten oder farbig hervorzuheben.

Abb. 14 Grafische Kontrolle Markierung Bauelemente



In Abbildung 14 sind alle Bauteile, zu denen noch keine genaueren Aussagen getroffen wurden (Grobelemente), orange markiert. Für die blau eingefärbten Elemente liegen schon präzisere Informationen vor. Eine externe Mengenauswertung würde in diesem Stadium noch keine verwertbaren Ergebnisse liefern.

Die externe Kostenschätzung

Sofern alle Bauteile entsprechend markiert und per ODBC-Export die externe Datenbank aktualisiert wurden, kann mit der Auswertung der Daten in der Tabellenkalkulation begonnen werden.

Als Formatierung für die Kostenermittlung dient eine Maske, die das BKI für Kostenschätzungen nach der Einwertmethode vorschlägt. Die Tabelle wurde an die Bedürfnisse dieser Untersuchung angepasst. Im Mittelpunkt stehen die Bauwerkskosten bis zur 2. Gliederungsebene. Die übrigen Kostengruppen (100, 200, 500, 600 und 700) besitzen keine Verbindung zum Gebäudedatenmodell und werden manuell eingetragen. Als Vergleich dienen hier Referenzwerte aus der Kosten-DB.

Auf Grundlage des gewählten Objekttyps und der Bruttogeschossfläche des realen Objektes wird die gesamte Tabelle mit Referenzwerten ausgefüllt (Abb.15, Seite 47, blaue Zellen) ¹. Bereits hier können erste Prognosen zu Baukosten getroffen werden. Die Verknüpfung mit dem Gebäudedatenmodell präzisiert die Kostenprognose zusätzlich und lässt erste Rückschlüsse auf die

Wirtschaftlichkeit des Entwurfes zu. Die aus dem Gebäudemodell ermittelten Mengen (in diesem Fall die Kostengruppen 330, 340, 350, 360) werden in die Tabelle in hellgraue Zellen [2] geschrieben und durch die entsprechenden Kostenkennwerte aus der Kosten-DB ergänzt. Die übrige Kalkulation geschieht in der Tabelle selbst.

Die Gegenüberstellung der statistischen Referenzwerte und der eigenen Angaben aus dem Gebäudemodell dient hier in hohem Maße der Plausibilitätsprüfung. Ergeben sich deutliche Abweichungen zwischen statistischen Mittelwerten und den aus Revit extrahierten Werten, ohne dass sich dafür eine Erklärung bietet, ist Skepsis angebracht.

Kostenschätzung:		Bauwerkskosten TLDA_Neubau Option 1/		Einstellungen		Kalk.	
Entwurfsoption:		Massivbau		Zurücksetzen			
Referenzgebäude:		Bürogebäude mittlerer Standard					
			Planungskennwerte		Kostenkennwerte		
Planungsgrößen			Einheit		Eigene	Ref. €	Eigene €
Bruttogeschossfläche (BGF)			m²		1.300	1.390	1.217
Bruttorauminhalt (BRI)			m²		4.300	410	368
Grundstücksfläche (FBG)			m²		1.500		
Aussenanlagenfläche (AUF)			m²		1.200		
			Planungskennwerte		Kostenkennwerte		
KG	Kostengruppen der 1. Ebene	Einheit			Eigene	Ref. €	Eigene €
100	Grundstück	m² FBG			1.500		60.000
200	Herrichten und Erschließen	m² FBG			1.500	32	48.000
500	Außenanlagen	m² AUF			1.200	90	108.000
600	Ausstattung und Kunstwerke	m² BGF			1.300	36	13.000
700	Baunebenkosten	m² BGF			1.300	222	180
234.000							
KG	Kostengruppen Bauwerk 2. Ebene	Einheit	Faktor	Referenz	Eigene	Ref. €	Eigene €
310	Baugrube	m² BGI	1,20	1560	23	25	39.000
320	Gründung	m² GRF	0,36	468	238		111.384
330	Außenwände	m² AWF	0,65	845	1.100	481	400
340	Innenwände	m² IWF	0,79	1027	700	261	200
350	Decken	m² DEF	0,71	927	900	268	280
360	Dächer	m² DAF	0,41	533	350	287	252
370	Baukonstruktive Einbauten	m² BGF	1,00	1300		29	50
390	Sonst. Maßnahmen für Baukonstr.	m² BGF	1,00	1300		55	43
65.000							
55.900							
300	Bauwerk - Baukonstruktionen						1.191.484
410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	m² BGF	1,00	1300		52	40
420	Wärmeversorgungsanlagen	m² BGF	1,00	1300		58	40
430	Lufttechnische Anlagen	m² BGF	1,00	1300		53	50
440	Starkstromanlagen	m² BGF	1,00	1300		100	70
450	Fermelde- und info.techn. Anlagen	m² BGF	1,00	1300		36	20
460	Förderanlagen	m² BGF	1,00	1300		21	
470	Nutzungsspezifische Anlagen	m² BGF	1,00	1300		19	
480	Gebäudeautomation	m² BGF	1,00	1300		40	30
490	Sonst. Maßn. Für Techn. Anlagen	m² BGF	1,00	1300		10	
39.000							
13.000							
400	Bauwerk - Technische Anlagen						390.000
1.581.484							
Summe Bauwerkskosten KG 300+400						€300+400:	1.581.484
Summe Gesamtkosten							2.044.484

Abb.15 Datenmaske für Kostenschätzung

Kritik Kostenschätzung mit BIM

Im Vergleich mit der Kalkulation ausschließlich auf Basis von Vergleichswerten ergab sich eine Abweichung von ca.12%, bezogen auf die Bauwerkskosten. Diese Abweichung allein lässt den Mehrwert dieser Methode der Kostenermittlung nur ungenügend abschätzen. Dass sich mit der Aufnahme von Mengen aus der konkreten Entwurfsabsicht Optionen innerhalb kürzester Zeit vergleichen lassen, macht die Vorteile der Verknüpfung von Gebäudemodell und Kostendatenbank in einer Tabellenkalkulation schon deutlicher. Die Zeiterparnis gegenüber der konventionellen Arbeitsweise ist groß und ermöglicht in hohem Maße, Varianten von Entwurfsoptionen zu überprüfen und diese für den Bauherren zu dokumentieren.

3.3.2. Entwurfsplanung und Kostenberechnung

Grundlage für die Entscheidungsfindung des architektonischen Entwurfs ist die Entwurfsplanung. Hier werden neben der grundsätzlichen Gestalt des Gebäudes und neben den Gebäudekennwerten auch Aussagen zu Konstruktion und Materialität getroffen. Aufbauend auf der Vorplanung wird auch die innere Struktur des Gebäudes festgelegt. Räume werden angeordnet, die horizontale und vertikale Erschließung wird festgelegt. Da in der Vorplanung die Informationsdichte noch sehr gering ist und eher generelle Aussagen zum Gebäude gemacht werden, kann eigentlich erst mit der Entwurfsplanung von der Konstruktion des Gebäudes gesprochen werden.

Für die Arbeit im BIM stellt sich nun die Frage: Soll ein neues Gebäudemodell angelegt oder können die bereits angelegten Elemente für die Entwurfsplanung genutzt werden?

Die bereits vorgestellte Interaktivität zwischen Volumenkörpern und damit verknüpften Bauelementen (z.B. Wand über Fläche) könnte dazu verleiten, eine fortlaufende Interaktivität zwischen den ursprünglichen Massenstudien und allen darauf folgenden Ausarbeitungen zu vermuten. Diese Annahme ist nur sehr bedingt realistisch. Theoretisch ist es durchaus möglich, komplexe Gebäude in Abhängigkeit zu primitiven Grundformen zu setzen und diese Interaktivität für die grundlegende Änderung der gesamten Gebäudekubatur auch im fortgeschrittenen Entwurfsstadium zu nutzen. Um jedoch die Problematik, die sich mit diesem Gedanken verbindet, deutlich zu machen, sei noch einmal das grundsätzliche Prinzip von BIM erklärt: Das Gebäude besteht aus parametrischen Objekten, die sich in ihren Eigenschaften und in ihrer Art der Interaktion an realen Vorbildern orientieren. Wesentliches Element des Gebäudedatenmodells ist die Interaktion der (Bau-) Elemente untereinander. Es bestehen vordefinierte Abhängigkeiten (ein Fenster kann z.B. nicht ohne Wand existieren). Es können aber auch Abhängigkeiten „künstlich“ festgelegt werden. Eine Wand über einer Körperfläche (im Baumassenmodell) ist z.B. eine „künstlich“ festgelegte Abhängigkeit. In der unmittelbaren zeitlichen Nähe ihrer Erstellung sind solche Abhängigkeiten oft sehr hilfreich. Mit zunehmender Komplexität des Gebäudes kann jedoch durch Abhängigkeiten bedingtes Verhalten von Bauelementen dazu führen, dass der Planer den Überblick verliert und in seiner Gestaltungsfreiheit zunehmend eingeschränkt wird.

Für die weitere Bearbeitung des Vorentwurfes ist es also wichtig zu hinterfragen, ob Abhängigkeiten aus dem Vorentwurf übernommen werden sollen oder ob die Baumassenstudie als abgeschlossen betrachtet wird. Der praktische Versuch hat gezeigt, dass die Interaktivität von Volumenkörpern und verknüpften Bauelementen im Rahmen der Vorplanung sehr sinnvoll, für die Detailtiefe der Entwurfsplanung jedoch ungeeignet ist.

Detailtiefe in der Entwurfsplanung

Im Rahmen der Entwurfsplanung ist die Kostenschätzung bis zur 3. Gliederungsebene nach DIN 276 vorgesehen. Dies bedeutet, dass für eine normgerechte Kostenermittlung Feinelemente zur Verfügung stehen müssen. Von Aussenwänden muss z.B. die äußere und innere Wandbekleidung und die Kernschicht bekannt sein. War es in der Vorplanung und Kostenschätzung noch unerheblich, wie viele Fenster (und von welcher Art) verwendet wurden, so muss dies nun festgelegt werden. Andererseits muss auch nicht mehr bekannt sein als diejenigen Bauelemente, die in ihrem Detaillierungsgrad Feinelemen-

ten entsprechen. Das konsequente Durchhalten eines Detaillierungsgrades innerhalb logisch verbundener Kostengruppen (z.B. alle Kostengruppen im Zusammenhang mit Wandelementen) ist für die Kostenermittlung von großer Wichtigkeit. Nicht nur, dass durch das Zusammenfassen geeigneter Elemente Zeit bei der Kostenermittlung gespart werden kann. Durch das Überprüfen des Detaillierungsgrades können auch Doppelungen von Kosten vermieden werden. Als Beispiel sollen hier nur kurz Rampen angeführt werden. Diese sind grundsätzlich Teil der Kostengruppe 351 Deckenkonstruktionen. Wird für die Deckenkonstruktion ein Kostenkennwert verwendet, der bereits einen Prozentsatz an Rampen berücksichtigt, so dürfen diese nicht erneut in der Mengenermittlung aufgeführt werden.

Markierung von Feinelementen

Die größere Detailtiefe der Entwurfsplanung wirft die Frage auf, ob alle Bauelemente detailliert genug markiert werden können. In der Vorplanung genügte eine Markierung über den entsprechenden Typenparameter „Bauelement“. Es wurden keine Bauelementtypen benötigt, die zu grob für die Kostenschätzung gewesen wären. In der Kostenberechnung mit Feinelementen wird es nun erforderlich, z.B. Geschossdecken in feinere Elemente zu zerlegen.

Es wird deutlich, dass Revit nicht für eine DIN-gerechte Kostenermittlung konzipiert ist. In Einzelfällen müssen Umwege für eine sinnvolle Bearbeitung gefunden werden (vgl. Kap.2.2.1.). So können einzelne Schichten heterogener Wände als getrennte Wandtypen erstellt und danach zu einer Wand verbunden werden. Abgesehen vom erheblichen Mehraufwand bei der Erstellung und im Umgang mit den separaten Schichten, ist diese Möglichkeit für horizontale Bauelemente, z.B. Gründungsplatten, Geschossdecken und Dächer, in Revit2008 nicht gegeben.

Als geeignetste Lösung erscheint das Ausnutzen des strukturellen Aufbaus von Revit Wänden³². Wände wie auch Geschossdecken, Dächer und Grundplatten besitzen frei definierbare Schichten, mit denen ihr Schichtaufbau simuliert werden kann. Jeder Schicht ist dabei ein Material zugeordnet, welches wiederum mit einer Bauelementnummer markiert werden kann. Die Auswahl dieses Bauelement-Parameters erfolgt wieder über die schon in der Vorplanung beschriebene Auswahldatei (vgl. Abb.13, Seite 45). Bei der späteren Auswertung der externen Datenbank müssen diese Markierungen jetzt allerdings aus der Tabelle für die verwendeten Materialien selektiert und mit den entsprechenden Wandtypen verknüpft werden.

Zuordnung der Bauelemente

In Tabelle 10 (Seite 50) sind die Kostengruppen der 3. Ebene aufgeführt, bei denen die Mengenermittlung auf Basis des Gebäudemodells durchgeführt wird. Die Revit-Bauelemente werden hier entsprechend ihrer Einordnung in der späteren Kostenberechnung über Typenparameter oder über die Materialidentifikation ihres schichtweisen Aufbaus mit einer 7-stelligen Nummer (entsprechend der 3. Gliederungsebene) markiert.

Die hier nicht aufgeführten Kostengruppen werden in der späteren Kostenermittlung durch statistische Werte nach dem Elementverfahren ausgefüllt und ggf. durch Erfahrungs- bzw. Schätzwerte ergänzt.

³² Die Beschreibung bezieht sich auf Wand-Systemfamilien. Für Wände als generische Systeme trifft dies nicht zu.

Die in der Spalte „verwendete Revit Modellobjekte“ aufgeführten Elemente repräsentieren nicht alle Möglichkeiten zum Erstellen des entsprechenden Bauelements. Aus Gründen der Vereinfachung wurden in dieser prototypischen Umsetzung nur die am besten geeigneten Erstellungsroutinen untersucht.

Tab.10 Bauelement für automatisierte Mengenermittlung Kostenberechnung

Kostengruppe	DIN 276	Verwendete Revit Modellobjekte	Markierung	Bemerkung
320 Gründung				
322 Flachgründung	Einzel- Streifenfundamente und Fundamentplatten	Fundamente als Tragwerke (Wand Familie, Isoliert als Familie, Platte Systemfamilie) oder als generisches Modell	Vorwiegend Material_ID	
323 Tiefgründungen	Pfahlgründungen einschl. Roste, Verankerungen	Als generisches Modell oder als Tragwerksfamilie	Typparameter	
324 Unterböden und Bodenplatten	Unterböden und Bodenplatten, die nicht der Fundamentierung dienen	Geschossdecke (architektonisch oder generisch)	Material_ID	
325 Bodenbeläge	Beläge auf Boden- und Fundamentplatten z.B. Estriche, Trenn- und Schutzschichten	idR. als Konstruktionschichten von Bodenplatten (Geschossdecken)	Material_ID	
326 Bauwerksabdichtungen	Abdichtung des Bauwerks einschl. Filter-, Trenn- und Schutzschichten	idR. als Konstruktionschichten von erdbeurührten Wänden (entspr. Wandobjekte)	Material_ID	
330 Außenw.				
331 Tragende Außenwände	Tragende Außenwände ohne Bekleidungen	Wandobjekt Systemfamilien (nur Kernschicht),	Typparameter einschichtig oder Material_ID	generische Wände als Standardwände ohne Schichten
332 Nichttragenden Außenwände	Nichttragende Außenwände (ohne Bekleidungen), Büstungen, Ausfachungen	Wandobjekte (auch generisch), Geländerobjekte	Typparameter o. Material_ID	
333 Außenstützen	Stützen und Pfeiler mit Querschnitt \leq 1:5	Stütze als Familie (architektonisch, Tragwerk) oder als generisches Modell	als Typ- oder Material_ID	Die Kosten werden direkt der Kgr. 330 zugerechnet
334 Außentüren und -fenster	Fenster (fest oder beweglich), Türen, Tore einschl. Beschläge und eingebauten Elementen	Türen und Fensternfamilien, idR als externe Familien eingefügt	Typparameter	Dimensionen von variablen Fenstertypen werden nicht exportiert
335 Außenwandbekleidung außen	Äußere Bekleidung von 331,332,333 einschließlich Putz-, Dichtungs-, Dämm- und Schutzschichten	als einzelne Wandobjekte möglich vorwiegend jedoch als Einzelschicht von Wandobjekten	Material_ID Typpar. 335	
336 Außenwandbekleidung innen		wie 335		
337 Elementierte Außenwände	Außenwandssysteme bestehend aus Außenwand, Fenster, Türen, Bekleidungen	Fassadensysteme, Wandobjekt Fassade (Systemfamilie)	Typparameter	

Kostengruppe	DIN 276	Verwendete Revit Modellobjekte	Markierung	Bemerkung
340 Innenw.				
341 Tragende Innenwände	Tragende Innenwände einschl. horizontaler Abdichtung	Wandobjekte, generische Wände		
342 nichttragenden Innenwände	wie 341			
343 Innentützen	Stützen und Pfeiler mit Querschnitt <= 1:5	Stützen (Architekt oder Tragend), generische Stützen	idR. Typparameter	Die Kosten werden direkt der Kgr. 330 zugerechnet
344 Innentüren und -fenster	wie 334	wie 334	Typparameter	
345 Innenwandbekleidung	Bekleidungen an Innenwänden	Schicht in Wandobjekt ggf. auch als separate Wand (Verbindung)	Material_ID	Zuweisung von Oberflächeneigenschaften auch über Raumobjekte. Im Einzelfall zu prüfen
346 Elementierte Innenwände	Außenwandssysteme bestehend aus Außenwand, Fenster, Türen, Bekleidungen	Fassadensysteme, Wandobjekte Fassaden (Systemfamilie)	Typparamter	
350 Decken				
351 Deckenkonstruktionen	Rohkonstruktion von Decken, Treppen, Rampen, Balkonen, Loggien einschl. Über- und Unterzüge (ohne Bekleidungen)	Geschossdecken (Tragwerk, generisch, architektonisch), Balkensysteme, Platten, Träger Treppen (architektonisch) Rampen (architektonisch)	Decken als Material_ID Treppen und Rampen idR. Typparameter	Die Frage steht inwieweit Treppen in die Kostenermittlung mit einfließen
352 Deckenbeläge	Beläge auf Deckenkonstruktionen einschl. Schutzschichten und Doppelböden	idR. als Konstruktionsschicht von Deckenelementen	Material_ID	
353 Deckenbekleidung	Bekleidungen unterhalb der Deckenkonstr. auch abgeh. Decken	idR. als Konstruktionsschicht von Deckenelementen Revit Deckenelement	Material_ID Deckenelement Typparamter	
360 Dächer				
361 Dachkonstruktionen	Konstruktionen von Dächern, Dachstühlen, Raumtragwerken und Kuppeln (ohne Beläge)	idR. Dachobjekte (arch. oder Tragwerk) verschiedene Erstellungsmodi ggf. aus einzelnen Tragwerkselementen (Dachstuhl)	Material_ID ggf. als Bauteilgruppe mit Typparameter	
362 Dachfenster, Dachöffnungen	Fenster, Ausstiege, Lüftungselemente einschl. Beschläge	Fenster (Dachfenster)	Typparameter	
363 Dachbeläge	Beläge auf Dachkonstr. einschl. Schalung, Lattung, Dämmschichten	idR. als Konstruktionsschicht von Dachobjekten	Material_ID	
364 Dachbekleidungen	Dachbekleidungen unter Dachkonstruktionen einschl. Dämm- und Schutzschichten	idR. als Konstruktionsschicht von Dächern ggf. auch als eigenes Objekt (Decken)	Material_ID Typparameter bei Deckenobjekten	

3.3.3. Entwurfsoptionen

Wesentliches Merkmal des Building Information Modeling ist neben der Interaktivität zwischen grafischer Repräsentation des Gebäudes im Modellbereich und dem zugrunde liegenden Gebäudedatenmodell auch die umfangreiche Möglichkeit zur Verwaltung verschiedener Planungshasen oder Entwurfsoptionen innerhalb eines Projektes. Untersuchungsgegenstand soll hier deshalb auch der Vergleich von Entwurfsoptionen im Rahmen der Kostenberechnung sein.

Für Bauherren und Architekten bieten Optionen einen spürbare Erleichterung bei der Findung des optimalen Entwurfes (gestalterisch wie ökonomisch). Das Ausarbeiten von Optionen stellte bisher jedoch einen Mehraufwand dar, der von vielen Büros nicht getragen werden konnte. Mit BIM soll dies nun anders sein?

Revit2008 steuert die Verwaltung mehrerer Optionen mit einer eigenen Routine. Über das Werkzeug „Optionen“ können - vom Basismodellbereich getrennt - separat verwaltete Entwurfsoptionen angelegt werden. Diese Entwurfsmodellbereiche sind nur getrennt bearbeitbar und gelten für das gesamte Projekt. Das Vermischen der Elemente der jeweiligen Optionen ist somit nicht möglich. Solange nicht eine bevorzugte Option festgelegt wurde, existieren alle Optionen parallel im Projekt. Mit dem Festlegen auf eine Option werden alle Informationen zu den anderen Optionen gelöscht.

In der externen Datenbank werden alle Bauelemente mit einer Schlüsselnummer versehen, die sie einer Entwurfsoption zuordnen. Es ist daher möglich, die externe Auswertung für die vorhandenen Optionen getrennt durchzuführen. In dieser Untersuchung wurden 2 Entwürfe für die Entwurfsplanung ausgearbeitet.

Entwurf 1 Massivbau

Die erste Option wurde in einer konventionellen Massivbauweise entworfen. Diese soll einen möglichst ökonomischen Entwurf darstellen und orientiert sich stark an der vorgesehenen Verwendung als Archivgebäude. Die Wände bestehen aus Hochlochziegeln mit äußerem WDVS, die Geschossdecken in Ortbeton haben keinen besonderen Aufbau, das Flachdach ist mit Schweißbahn abgedichtet. Das Gebäude ist unterkellert.

Entwurf 2 Skelettbau

Hier soll eine wesentlich aufwendigere Entwurfsoption vorgestellt werden. Das Gebäude ist als Skelettbau mit einer massiv natursteinverkleideten Wand konstruiert. Zum Innenhof orientiert kommen Pfosten-Riegel Fassaden zum Einsatz. Die nichttragende Natursteinverblendung der zum Hinterhof gewandten Fassade kontrastiert mit der Leichtigkeit der Glaselemente. Der Innenhof ist unterkellert und kompensiert den fehlenden Archivbereich im EG und OG.

3.3.4. Die externe Auswertung/ Kostenberechnung

In Form und Umfang unterscheidet sich die Kostenberechnung deutlich von der Kostenschätzung. Nicht nur, dass deutlich mehr Kostengruppen zu berücksichtigen sind, es werden auch weit komplexere Anforderungen an die Abfrage der externen Bauelementdatei und die Verknüpfung mit der Kostendatenbank gestellt.

Die Datenmaske für die Kostenberechnung (Abb. 16) orientiert sich an der üblichen Formatierung für Kostenberechnungen. Prinzipiell könnte diese Tabelle auch eigenständig ohne externe Anbindung an eine Revit- oder Kostendatenbank genutzt werden.

Kostenermittlung:		Bauwerkskosten TLDA_Nebau		Einstellungen		Berechnen	
Entwurfsoption:		Option 1/ Massivbau		Zurücksetzen			
Referenzgebäude:		Bürogebäude mittlerer Standard					
3	BRl= 2.460 m3	BGF= 820 m2	NF= 760 m2				
4	Kostengruppe DIN 276			Menge	Kkw	Kosten €	
5							
6	310	Baugrube	Euro	0			22.960 €
23	320	Gründung	Euro	0			249.280 €
60	330	Außenwände	Euro	-35			315.949 €
119	340	Innenwände	Euro	14			264.611 €
171	350	Decken	Euro	-6			258.100 €
200	360	Dächer	Euro	-32			231.280 €
235	370	Baukonstr. Einbauten	Euro	6			30.700 €
249	390	Sonst. Maßnahmen Baukonstr.	Euro	0			47.560 €
281	300	Summe Bauwerk – Baukonstr.	Euro	31			1.420.440 €
282	410	Abw.-, Wasser-, Gasanlagen	Euro	0			44.280 €
288	420	Wärmeversorgung	Euro	0			59.040 €
294	430	Lufttechnische Anlagen	Euro	0			77.080 €
300	440	Starkstromanlagen	Euro	0			124.640 €
306	450	Femm.- u. info.techn.Anlagen	Euro	0			38.540 €
312	460	Förderanlagen	Euro	0			22.140 €
318	470	Nutzungsspez. Anlagen	Euro	0			23.780 €
324	480	Gebäudeautomation	Euro	0			45.100 €
330	490	Sonst. Maßnm. Techn. Anlagen	Euro	0			12.300 €
336	400	Summe Bauwerk – Tech. Anlg.		7			446.900 €
337	Gesamtsumme Bauwerkskosten						1.867.340 €

Abb.16 Datenmaske für Kostenberechnung

2. Gliederungsebene DIN 276

Im Gegensatz zu Kostenschätzung sind jetzt keine getrennten Spalten für statistische Referenzwerte und eigene Werte vorhanden. Die Herkunft der Werte wird durch die Schriftfarbe der betreffenden Einträge deutlich (Abb.18 Seite 54). Es werden für die Kostenberechnung hier exemplarisch nur die Bauwerkskosten (Kostengruppen300+400) berechnet. Wie schon erläutert, kommen nur Kosten dieser Kostengruppen für eine automatische Ermittlung aus Revit in Frage. Für eine komplette Kostenberechnung unter manueller Ermittlung aller übrigen Kostengruppen wäre die Maske leicht erweiterbar.

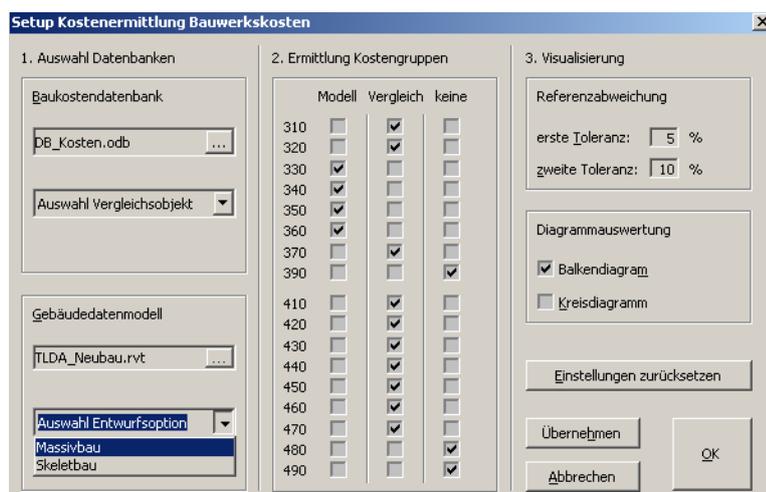


Abb.17 Dialogfeld Kostenberechnung

Über „Einstellungen“ wird das Dialogfeld³³ (Abb.17) zur Steuerung der Kostenermittlung aufgerufen. Im ersten Schritt werden die Quellen der Datenbanken angegeben, eventuell Vergleichsobjekt und Entwurfsoption ausgewählt.

33 Auf die Programmierung des Dialogs wurde aus Zeitgründen verzichtet.

Im zweiten Schritt wird festgelegt, welche Kostengruppen aus dem Gebäudedatenmodell ermittelt werden sollen und welche auf Basis eines Referenzobjektes. Zum Schluss können für die Visualisierung der Ermittlungsergebnisse noch zwei Toleranzstufen zum Mittelwert des Vergleichsobjektes eingestellt und für die automatische Erstellung ein passendes Diagramm ausgewählt werden.

Sobald alle Einstellungen festgelegt sind, kann der Dialog geschlossen werden und die Berechnung der Kosten beginnen. Mithilfe von SQL-Queries (ausgelöst durch den Berechnen Button **1**) werden dann die externe Revitdatenbank und die Kostendatenbank nach allen relevanten Bauelementen abgefragt (Abb.18).

Aus der externen Revit Datenbank werden die Bezeichnungen und die Mengen der vorhandenen Feinelemente abgefragt. Sind im Gebäudedatenmodell Bauelemente in der für die automatische Abfrage bestimmten Kategorie vorhanden, so wird über deren Bauelement-ID der Kostenkennwerte aus der Baukostendatenbank zugeordnet und die Daten in die passenden Zellen geschrieben. Es werden die Mengen aus dem Gebäudemodell, die Kurztexte (Bauelementbeschreibung) und die Kostenkennwerte aus der Baukostendatenbank ermittelt. Die automatischen Einträge werden in farbiger Schrift **3** erstellt, um sie von manuellen Einträgen **4** zu unterscheiden. Sind keine Bauelemente im Modellbereich vorhanden, bleibt die Zeile leer.

Abb.18 Datenmaske für Kostenberechnung

3. Gliederungsebene
DIN 276

Kostenermittlung:		Bauwerkskosten TLDA_Neubau	Einstellungen	1		
2	Entwurfsoption:	Option 1/ Massivbau	Zurücksetzen	Berechnen		
	Referenzgebäude:	Bürogebäude mittlerer Standard				
3	BRI= 2.460 m3	BGF= 820 m2	NF= 760 m2			
4	Kostengruppe DIN 276			Menge	Kkw	Kosten €
5						
6	310 Baugrube	Euro	0		22.960 €	
23	320 Gründung	Euro	0		249.280 €	
24	Referenz: Bürogebäude mittlerer Standard		820	304	249.280 €	
25						
26	321 Baugrundverbesserung				0 €	
30	322 Flachgründung				0 €	
34	323 Tiefgründungen				0 €	
38	324 Unterböden und Bodenplatten				0 €	
42	325 Bodenbeläge				0 €	
46	326 Bauwerksabdichtungen				0 €	
50	327 Dränagen				0 €	
54	329 Gründungen, sonstiges				0 €	
58	330 Außenwände	Euro	-37		303.749 €	
59	keine Übermessung Fenster <2qm				0 €	
60						
61	331 tragende Außenwände		1.253	74,82	93.749 €	
67	332 nichttragende Außenwände		50	120	6.000 €	
73	333 Außenstützen		10	80	800 €	
79	334 Außentüren- und Fenster		95	660,53	62.750 €	
80	Fenster aus Holz, Isoliervergl., Innen- und Außensims gestrichen		16	370	5.920 €	
81	Einfachfenster, Metall, überwiegend offenbar, Isoliervergl.		75	730	54.750 €	
82	Metalltür, teilweise Leichtmetall, Oberfl. endbehandelt		4	520	2.080 €	
83						
84						
85	335 Außenwandbekleidung außen		1.173	64,07	75.159 €	
91	336 Außenwandbekleidung innen		1.173	27	31.671 €	
97	337 Elementierte Außenwände		39	580	22.620 €	
103	338 Sonnenschutz		120	50	6.000 €	
109	339 Außenwände sonstiges		100	50	5.000 €	
115	340 Innenwände	Euro	14		264.611 €	
167	350 Decken	Euro	6		258.100 €	

In Kostengruppen, die ausschließlich über Referenzwerte ausgefüllt werden sollen, wird in die Zeile mit der Kostengruppe ein Vermerk mit dem zugrunde liegenden Referenzobjekt **2** geschrieben. Die Kosten werden dann auf Basis

des entsprechenden Kostenkennwertes und der Bezugsmenge (vorzugsweise BGF) nach der Einwertmethode ermittelt. Die Einträge nach der Einwertmethode werden gesondert farbig markiert, um sie zusätzlich von den übrigen Einträgen zu unterscheiden. In Abbildung 18 (Seite 54) ist der Mengeneintrag  blau markiert, da er auf Werten aus dem Gebäudemodell beruht. Die übrigen Einträge sind dunkelbraun als Referenzwerte markiert.

Alle automatisch ermittelten Einträge können überschrieben oder gelöscht werden. Dies sollte jedoch vermieden werden, da sonst angenommen werden würde, es gäbe keine entsprechenden Werte. Wie schon erwähnt, bildet die automatische Abfrage von Mengen und Kostenkennwerten nur das Gerüst für die weiter zu ergänzende Kostenberechnung. Die Mengen aus dem Gebäudemodell können nie als vollständig angesehen werden, die Werte nach der Einwertmethode sollen nur einen groben Rahmen bieten für die Gesamtkalkulation. Die Kostenermittlung muss durch den Architekten vervollständigt und gegebenenfalls korrigiert werden.

Für diese manuellen Einträge existieren weiter Zeilen, die entsprechend der herkömmlichen Kostenermittlung ausgefüllt werden. Es können auch zusätzliche Zeilen eingefügt werden³⁴ so dass die gesamte Kalkulation beliebig erweitert werden kann. Im übrigen können mit den automatisch generierten Werten alle möglichen Berechnungen und Auswertungen - wie aus Tabellenkalkulationen bekannt - durchgeführt werden. Unterhalb der Kostengruppe der 2. Ebene sind zusätzlich Zeilen für Erläuterungen vorgesehen.

Sind mehrere Entwurfsoptionen vorhanden oder soll ein Entwurf auf Basis mehrerer Referenzobjekte (z.B. verschiedene Standards innerhalb der gleichen Gebäudeart) kalkuliert werden, so können einfach mehrere Blätter in der Tabellenkalkulation erstellt werden.

3.3.5. Kritik Kostenberechnung mit BIM

Die bisherige Praxis der Kostenberechnung geht von einem leeren Blatt aus, das zunehmend mit Daten gefüllt wird. Dabei werden erst mit voranschreitender Planung Aussagen zu Kosten möglich. Auch besteht die Gefahr, dass das Maß der Detaillierung falsch oder zu hoch angesetzt wird. Die hier vorgestellte Methode der Kostenermittlung verfolgt einen anderen Ansatz. Es soll auf Basis von statistischen Referenzwerten von Beginn an eine vollständige Kostenermittlung vorhanden sein, wobei die Mengenermittlung aus dem Gebäudedatenmodell den Bezug zum realen Projekt herstellt und gleichzeitig die größten Kostenpositionen abdeckt. Mit zunehmender Planung steigt die Qualität der Kostenermittlung. Nach anfänglicher Unschärfe der Berechnung wird zunehmend auf die realen Gegebenheiten fokussiert. Referenzwerte werden zunehmend durch reale Werte ersetzt.

Die Kostenberechnung mithilfe des Gebäudedatenmodells muss vor dem Hintergrund der akzeptablen Kostenabweichung (ca. 10%) und der enormen Beschleunigung der Kostenermittlung gesehen werden. Was die Präzision der Kostenermittlung betrifft, bedeutet die Verknüpfung mit dem Gebäudedatenmodell nicht unbedingt eine Qualitätssteigerung. Die manuelle Ermittlung ist potentiell besser geeignet, präzise Aussagen zu Baukosten zu machen. Die

³⁴ Die Formatierung des Prototyps in OO-Calc wurde dynamisch angelegt. Referenzzeilen werden automatisch anhand der eingetragenen Kostengruppe erkannt. Hierbei ist auf den Unterschied zwischen durch Formeln in Zellen abgefragten Werten und Werten, die durch Makros in eine entsprechende Zelle geschrieben werden hinzuweisen. Der erste Ansatz mit Datenabfrage durch Formeln musste mit Blick auf die dynamische Formatierung der Datenmaske verworfen werden.

Fragen sind jedoch: Was ist genau genug?, und in welchem Verhältnis steht die erreichte Genauigkeit zur Zeit, die für ihre Ermittlung benötigt wird?

Wird die Präzision der Kostenermittlung³⁵ mit ihrem Ermittlungsaufwand ins Verhältnis gesetzt (gerade wenn sich Änderungen am Entwurf ergeben) so ist die Einbindung des Gebäudedatenmodells unschlagbar.

Wichtigste Momente sind aber auch bei der BIM-unterstützten Kostenermittlung die Nachvollziehbarkeit der Mengenermittlung. Die prototypische Umsetzung gewährleistet diese ansatzweise über die Auflistung der Kurztexte³⁶, und die Anzeige der Herkunft der Werte (farbiger Text). Berücksichtigt man diese Sicherheiten, bleibt zum Schluss noch die Frage, wie verlässlich die automatischen Mengenermittlungen aus dem Gebäudemodell sind.

Hier muss die Grundsatzfrage nach der Vereinbarkeit von gültigen Standards (DIN, VOB) mit den Merkmalen der Gebäudemodellierung im Computer gestellt werden. Einem Rechner fällt es ungleich schwerer, logische Zusammenhänge zu erkennen (z.B. umbauter Raum b), dagegen ist er schnell im Kalkulieren auch von komplexen Formen. Gegenwärtig werden Baumassen im Rahmen von Kostenermittlungen manuell von intelligenten Menschen berechnet, die in ihren kognitiven Fähigkeiten noch lange Zeit künstlichen Systemen überlegen sein werden. Zukünftig werden dennoch Computer Kalkulationen auch in Bereichen übernehmen, für die sie momentan noch nicht geeignet sind.

Im Rahmen der Kostenberechnung können im Gegensatz zum späteren Kostenanschlag noch viele Ungenauigkeiten vernachlässigt³⁷ oder manuell nachgebessert werden. Mit der Einschränkung auf die hier vorgestellte Kostenberechnung kann davon ausgegangen werden, dass der Zeitfaktor auf jeden Fall den Ausschlag für die Kostenermittlung unter Verwendung des Gebäudedatenmodells geben wird.

3.4. Datenaufbereitung für Präsentationen

Die Potentiale des Gebäudedatenmodells im Rahmen von Kostenermittlungen wurden bisher deutlich gemacht. Darüber hinaus bietet die Arbeit mit BIM aber auch die Möglichkeit, Entwurfsdaten z.B. für Bauherrenpräsentationen effizient aufzubereiten. Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll aber nur am Rande darauf eingegangen werden.

Die Untersuchung zur Verknüpfung von Gebäudedatenmodell und Kostenermittlung wurde immer auch mit Blick auf den zusätzlichen Service für Bauherren (zeitnaher Vergleich von Optionen, grafische Aufbereitung) geführt. Die folgende Zusammenstellung von Auswertungen, Plangrafiken und Renderings ist dabei nur ein kleiner Ausschnitt dessen, was im Rahmen dieser Untersuchung mit geringem Aufwand möglich gewesen wäre.

Die Inhalte der Kurzdokumentation im Anschluss erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ebenso sind Angaben zu Baukosten nicht uneingeschränkt belastbar. Die Modellierung der beiden Entwürfe diene vorrangig der prinzipiellen Überprüfung der automatisierten Mengenermittlung und ist daher

³⁵ Hier wird davon ausgegangen, dass die Präzision der Kostenermittlung nicht vom Ausführungsstand der Planung, sondern von der Genauigkeit der ermittelten Mengen abhängt.

³⁶ Zusätzlich wäre auch die Abfrage von Stückzahlen und Ebenen denkbar, welche aber hier im Prototyp nicht umgesetzt wurde.

³⁷ Beispielsweise ist die saubere Ermittlung der Aussenwandfläche in Revit nur möglich, wenn sich die Wände auf Gehung treffen. Andernfalls wird jeweils eine Wandstärke von der angrenzenden Fläche abgezogen.

inhaltlich nicht mit einer Ausarbeitung unter realen Entwurfsbedingungen gleichzusetzen.

Plangrafiken

Die Möglichkeit, aus dem Gebäudedatenmodell direkt Plangrafiken zu erstellen, beschleunigt auch hier die Arbeit des Architekten deutlich. Mit gewissen Einschränkungen kann tatsächlich vom Plan auf Knopfdruck gesprochen werden. In der Praxis gilt es jedoch umfangreiche Einstellungen zu Grafikstilen, Überschreibungen, Sichtbarkeit von Modellelementen und Beschriftungen einzustellen. Zum Teil kann es auch zu Schwierigkeiten kommen, die Schnittebenen so festzulegen, dass alle notwendigen Informationen abgebildet werden (Schnittversatz).

Die auf den Seiten 60 und 62 abgebildeten Grundrisspläne wurden als jpg-Dateien direkt aus Revit exportiert und ohne Nachbearbeitung verwendet.

Visualisierung

Das Thema Visualisierung im architektonischen Entwurf soll hier nur im Rahmen der allgemeinen Dokumentation vorkommen, dennoch muss auf das besondere Potential hingewiesen werden, das sich mit der Arbeit im Gebäudedatenmodell für die Erstellung von räumlichen Gebäudedarstellungen ergibt.



Abb.19 3D-Schnittebenen im Gebäudemodell

Die Verknüpfung von Building Information Modeling und Architekturvisualisierung ist geradezu zwingend, da das Gebäude bereits dreidimensional im Modellbereich existiert. Es bedarf nur noch einiger Einstellungen zur Umgebung (Sonne, Himmel), und schon können ansprechende Renderings in kürzester Zeit aus jeder Perspektive erstellt werden. Zusätzlich ergeben sich noch vielfältig Möglichkeiten, die Konstruktion und Struktur des Gebäudes in 3D-Schnitten oder Explosionszeichnungen sichtbar zu machen. Was bisher aufwendig erstellt werden musste (meist von spezialisierten Büros), fällt im Gebäudedatenmodell fast nebenbei ab (Abb.19).

Grundsätzlich muss jedoch die Frage beantwortet werden, was ansprechende Visualisierungen sind.

Moderne Computertechnik macht fotorealistische Renderings möglich. Die Frage kann also nicht sein, was machbar ist, sondern wo das erreichbare Optimum zwischen Aufwand und Ergebnis liegt.

Gegenwärtige Praxis ist es, die Visualisierung vom Entwurf im Modellbereich zu trennen. Sobald sich die Notwendigkeit ergibt Renderings zu erstellen werden ausgewählte Szenen in speziellen Anwendungen nachmodelliert, wobei nur wichtig ist, was später sichtbar sein wird. Möglichkeiten zur späteren Anpassung der Visualisierung an geänderte Entwurfsmerkmale beschränken sich meist auf den grafischen Bereich. Ändert sich der Entwurf grundlegend, beginnt der Visualisierungsvorgang von vorn.

Auf Basis des virtuellen Modells werden nun Visualisierungen in „Echtzeit“ möglich. Die potentielle Möglichkeit, zu jeder Zeit ansprechende Perspektive zu allen Blickpunkten zu generieren ist der größte Vorteil der Visualisierung im BIM. Im Rahmen dieser Untersuchung sollten diese Vorteile so weit wie möglich ausgenutzt werden.

Die wichtigste Voraussetzung für das effektive erstellen von Renderings ist dabei die Verwendung geeigneter Materialien. Die gezeigten Beispiele enthalten lediglich drei Materialien (Stahl, Glas und Grautöne). Sind neben der Materialität noch alle Einstellungen zum Hintergrund und Beleuchtung festgelegt, so beschränkt sich das Erstellen weiterer Visualisierungen allein auf die Suche nach aussagekräftigen Kamerapositionen.³⁸

Die Ausstattung der Szene mit Bäumen und Menschen wurde hier im Gebäudemodell vorgenommen, damit das Prinzip „Bild auf Knopfdruck“ direkt vorgestellt werden kann. Die nachträgliche Ausstattung des Renderings kann aber im Sinne der grafischen Flexibilität durchaus als die bessere Option betrachtet werden.

Die auf den Seiten 59, 61 und 63 abgebildeten Visualisierungen wurden als jpg-Dateien direkt aus Revit exportiert und ohne Nachbearbeitung verwendet.

Auswertung/ Tabellen/ Diagramme

Die grafische Aufbereitung von Kostenkennwerten ist für die Dokumentation des Entwurfes von großer Bedeutung. Ziel ist es, die wesentlichen Merkmale (gerade im Vergleich verschiedener Optionen) schnell zu erfassen. Das Erstellen von Diagrammen ist dabei nicht erst seit der Arbeit im Gebäudedatenmodell möglich. Nur wird jetzt durch die Beschleunigung des Auswertungsvorganges Standard, was bisher als Zusatzleistung angesehen werden musste.

Die auf den Seiten 64, 65 und 66 abgebildeten Kostenermittlungen und Diagramme wurden in der Tabellenkalkulation der prototypischen Softwareumgebung automatisch auf Basis der verknüpften Bauelement-DB und Kosten-DB erstellt und ohne weitere Aufbereitung als pdf-Dateien verwendet.

³⁸ Wobei ggf. die Einstellungen für Sonnenstand und Hintergrund angepasst werden müssen.



Kurzdokumentation Umbau- und Erweiterungsplanung Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie

Umbauplanung Haus 5 - Beschreibung und Flächenvergleich

Die wesentlichen Baumaßnahmen bestehen in der Neugestaltung des 3. Obergeschosses, der Neugestaltung und Öffnung des Foyerbereiches im Erdgeschoss zum Innenhof sowie der Aufhellung der Flure in den Obergeschossen durch Öffnung im Verbindungsbereich zur Amalienstraße. Die im Zwischenbereich der beiden Gebäudetrakte vorgehängte Pfosten-Riegel Fassade wird ebenfalls für das komplett neu gestaltete 3.OG verwendet. Der ursprünglich monolithische Baukörper wird in zwei Einzelkubaturen aufgebrochen. Die Vorkangfassade stellt die Verbindung wieder her und kontrastiert zugleich mit der Massigkeit der beiden Kuben.

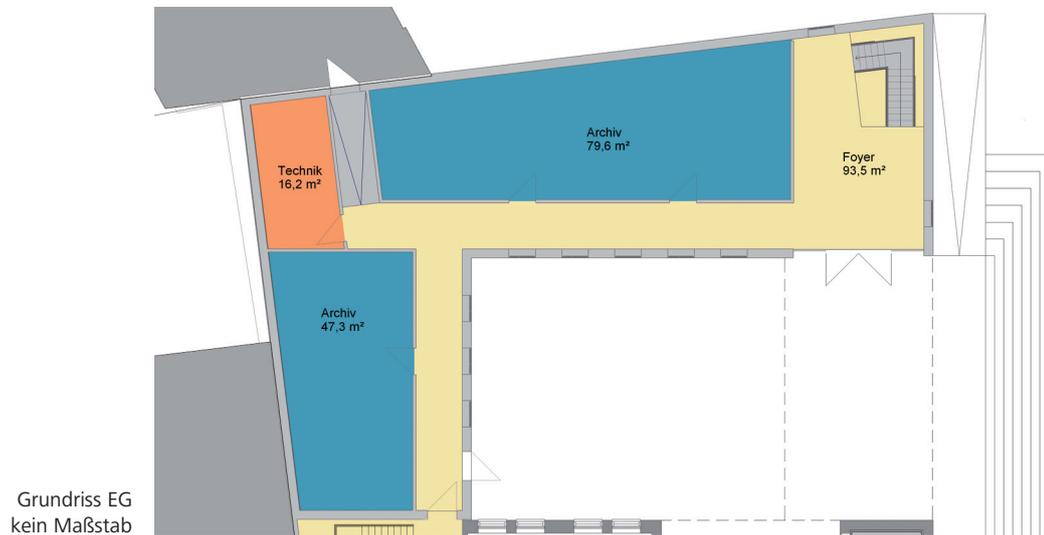
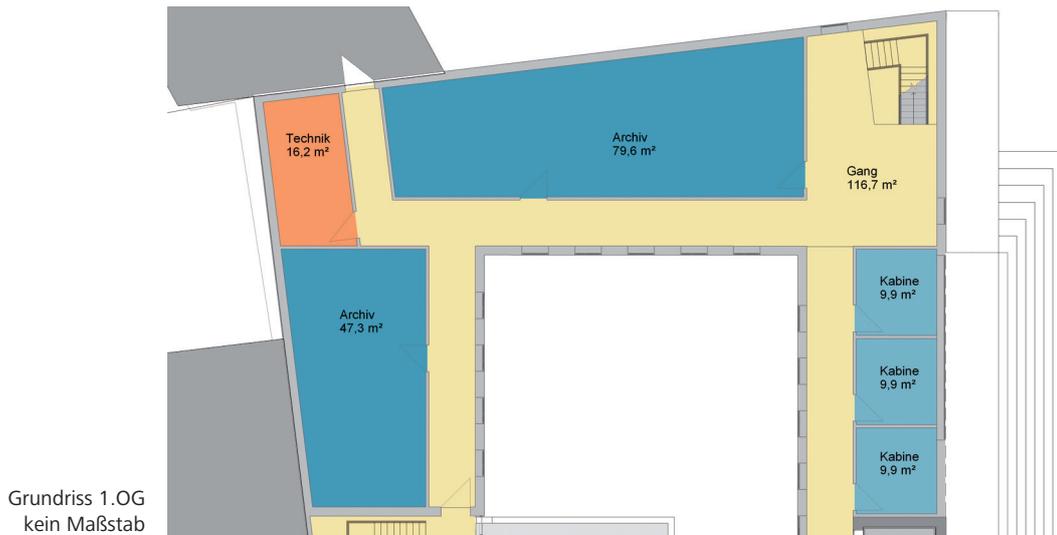
Gebäudekennzahlen

Bruttorauminhalt (BRI) in m³	7.860
Bruttogeschossfläche (BGF) in m²	2.620
Nutzfläche (NF) in m²	2.250
Techn. Funktionsfläche (TF) in m²	122
Verkehrsfläche (VF) in m²	570

Überblick Nettoflächen (nach DIN 277-2:2005-02)

Ge- schoss	NF 1	NF 2	NF 4	NF 7	TF 8	VF 9
UG	-	-	325	-	98	72
EG	-	283	-	14	6	170
1.OG	24	282	-	12	6	111
2.OG	23	267	-	11	6	113
3.OG	-	254	17	16	6	104
Summe	47	1.086	342	53	122	570

Erweiterungsbau (Option Massivbau) - Auswahl Raumbelegung



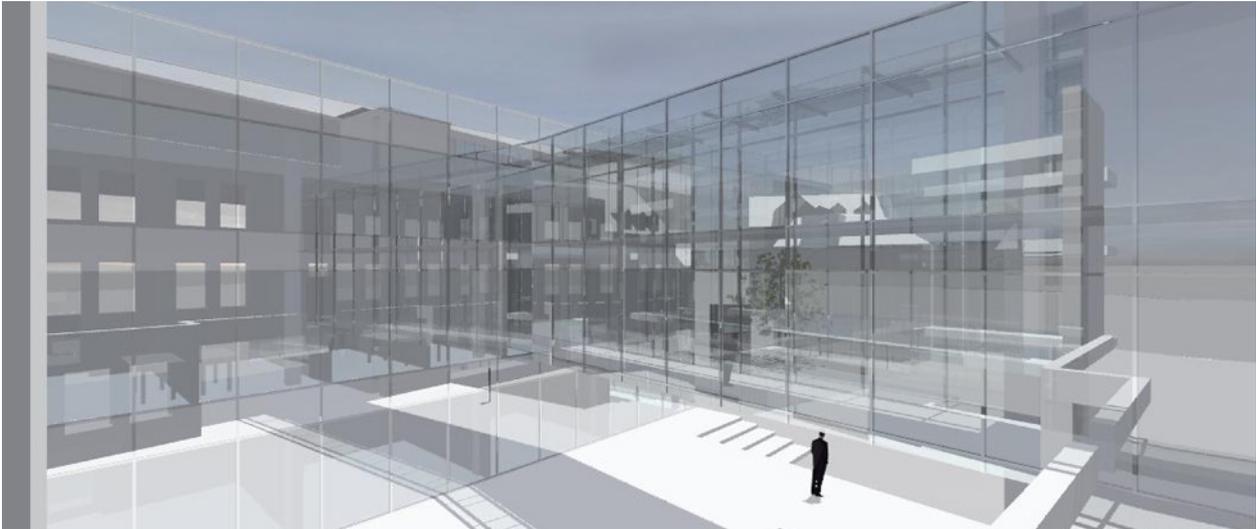
Perspektiven



Erweiterungsbau (Option Skelettbau) - Auswahl Raumbelegung



Perspektiven



Kostermittlung:		Bauwerkskosten TLDA_Neubau	Einstellungen	Berechnen	
Entwurfsoption:		Option 1/ Massivbau	Zurücksetzen		
Referenzgebäude:		Lagergeb., < 25% Mischnutzung			
BRI= 4.300 m3 BGF= 1.300 m2 NF= 580 m2					
Kostengruppe DIN 276		±%	Menge	Kkw	Kosten €
310 Baugrube	Euro	0			22.100 €
320 Gründung	Euro	0			178.100 €
330 Außenwände	Euro	-18			291.897 €
331 tragende Außenwände			1.232	75	92.195 €
Tragendes Kalksandstein-Mauerwerk d=24cm			1.153	74	85.322 €
Leichtlochhochziegel d=30-36,5cm			79	87	6.873 €
332 nichttragende Außenwände					0 €
333 Außenstützen					0 €
334 Außentüren- und Fenster			116	623	72.250 €
Fenster aus Holz, Isoliervergl., Innen- und Außensims, gestrichen			25	370	9.250 €
Einfachfenster, Metall, überwiegend offenbar, Isolierverglast			75	730	54.750 €
Metalltür, teilweise Leichtmetall, Oberfl. endbehandelt			9	520	4.680 €
Leichtmetall, Isolierverglasung			7	510	3.570 €
335 Außenwandbekleidung außen			1.152	64	73.728 €
Perimeterdämmung XPS, WLG 040, d=40-70mm			264	27	7.128 €
Vollwärmeschutz Polystyrol Hartschaum d=50cm			888	75	66.600 €
336 Außenwandbekleidung innen			1.152	27	31.104 €
Maschinenputz, 2-lagig mit Anstrich			1.152	27	31.104 €
337 Elementierte Außenwände			39	580	22.620 €
Fassadenelement als Pfosten-Riegel-Konstr. mit Brüstung und Fensterband,			39	580	22.620 €
338 Sonnenschutz					0 €
339 Außenwände sonstiges					0 €
340 Innenwände	Euro	-76			66.128 €
341 tragende Innenwände					0 €
342 nichttragenden Innenwände			656	63	41.328 €
Metallständerwand Gipskarton doppelt beplankt			656	63	41.328 €
343 Innenstützen					0 €
344 Innentüren und -fenster			47	400	18.800 €
Türelement, Holz und Metall, Sicherheitsverglasung, Beschläge			47	400	18.800 €
345 Innenwandbekleidung			600	10	6.000 €
Tapete und Dispersionsanstrich (Zwischen- und Deckanstrich)			600	10	6.000 €
346 Elementierte Innenwände					0 €
349 Innenwände sonstiges					0 €
350 Decken	Euro	-40			196.870 €
351 Deckenkonstruktionen			844	130	109.772 €
Deckenplatte Ortbeton B 25, d=18-20cm			814	98	79.772 €
Stahlterrace freitragend, Wangenkonstruktion und Podeste			30	1000	30.000 €
352 Deckenbeläge			814	89	72.446 €
353 Deckenbekleidung			814	18	14.652 €
359 Decken sonstiges					0 €
360 Dächer	Euro	-66			91.080 €
361 Dachkonstruktionen			319	164	52.470 €
Stahlbetondach Ortbeton d=18-20cm, Unter/ Überzüge			297	110	32.670 €
Dachverglasung VSG auf Stahlkonstruktion			22	900	19.800 €
362 Dachfenster, Dachöffnungen					0 €
363 Dachbeläge			297	100	29.700 €
Holz oder Betonbelag, Schweißbahn, Dampfsperre, Voranstrich			297	100	29.700 €
364 Dachbekleidungen			297	30	8.910 €
Beschichtung, Putz, Anstrich, Farbe			297	30	8.910 €
369 Dächer sonstiges					0 €
370 Baukonstr. Einbauten	Euro	0			102.700 €
390 Sonst. Maßnahmen Baukonstr.	Euro	0			27.300 €
300 Summe Bauwerk – Baukonstr.	Euro	3			976.175 €
410 Abw., Wasser-, Gasanlagen	Euro	0			32.500 €
420 Wärmeversorgung	Euro	0			40.300 €
430 Lufttechnische Anlagen	Euro	0			1.300 €
440 Starkstromanlagen	Euro	0			66.300 €
450 Fernm.- u. info.techn.Anlagen	Euro	0			9.100 €
460 Förderanlagen	Euro	0			k. A.
470 Nutzungsspez. Anlagen	Euro	0			1.300 €
480 Gebäudeautomation	Euro	0			k. A.
490 Sonst. Maßnm. Techn. Anlagen	Euro	0			k. A.
400 Summe Bauwerk – Tech. Anlg.	Euro	0			150.800 €
Gesamtsumme Bauwerkskosten					1.126.975 €

hellgraue Zeilen
Kostengruppen der
2. Gliederungsebene

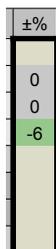
mittelgraue Zeilen
Kostengruppen der
3. Gliederungsebene

dunkelgraue Zeilen
Einträge zu Feinelementen

blaue Einträge
automatisch aus dem
Gebäudemodell ermittelt

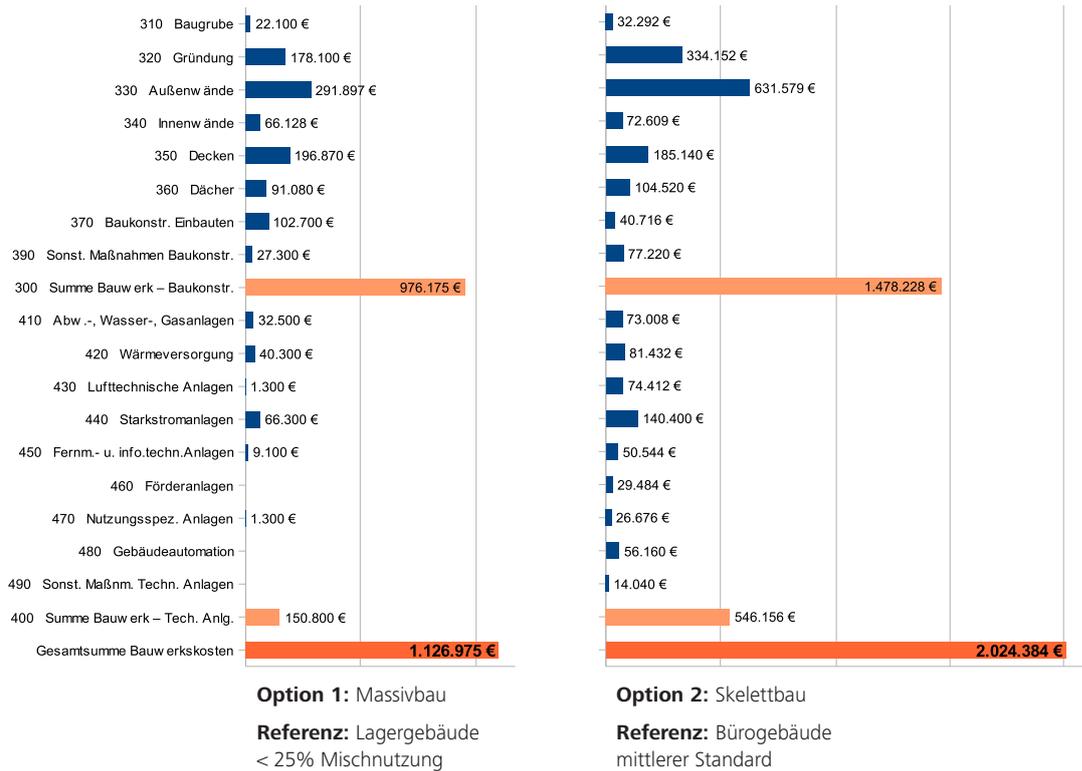
schwarze Einträge
manuell ergänzt

Abweichung vom
statistischen
Mittelwert des
Referenzobjektes
(2. Gliederungsebene)



Kostenermittlung:		Bauwerkskosten TLDA_Neubau	Einstellungen	Berechnen	
Entwurfsoption:		Option 2/ Skelettbau	Zurücksetzen		
Referenzgebäude:		Bürogebäude mittlerer Standard			
BRI= 4.530 m3		BGF= 1.404 m2	NF= 796 m2		
Kostengruppe DIN 276		±%	Menge	Kkw	Kosten €
310 Baugrube	Euro	0			32.292 €
320 Gründung	Euro	0			334.152 €
330 Außenwände	Euro	-6			631.579 €
331 tragende Außenwände			806	104	84.070 €
Tragendes Kalksandstein-Mauerwerk d=24cm			275	74	20.350 €
Stahlbeton, Ortbeton schwer B25, d=20cm, Aussparungen			531	120	63.720 €
332 nichttragende Außenwände					0 €
333 Außenstützen					0 €
334 Außentüren- und Fenster			11	516	5.680 €
Metalltür, teilweise Leichtmetall, Oberfl. endbehandelt			7	520	3.640 €
Leichtmetall, Isolierverglasung			4	510	2.040 €
335 Außenwandbekleidung außen			1.332	76	101.144 €
Perimeterdämmung XPS, WLG 040, d=40-70mm			271	27	7.317 €
Mineral. Faserdämmstoffplatten, WLG 040, d=60-120mm			531	17	9.027 €
Bekleidung mit Verblendmauerwerk, Luftschicht, Dämmung			530	160	84.800 €
336 Außenwandbekleidung innen			275	27	7.425 €
Maschinenputz, 2-lagig mit Anstrich			275	27	7.425 €
337 Elementierte Außenwände			747	580	433.260 €
Fassadenelement als Pfosten-Riegel-Konstr. mit Brüstung und Fensterband,			747	580	433.260 €
338 Sonnenschutz					0 €
339 Außenwände sonstiges					0 €
340 Innenwände	Euro	-80			72.609 €
341 tragende Innenwände					0 €
342 nichttragenden Innenwände			533	63	33.579 €
Metallständerwand Gipskarton doppelt beplankt			533	63	33.579 €
343 Innenstützen			77	190	14.630 €
Betonstützen, Fertigteil schwer, B35			77	190	14.630 €
344 Innentüren und -fenster			43	400	17.200 €
Türelement, Holz und Metall, Sicherheitsverglasung, Beschläge			43	400	17.200 €
345 Innenwandbekleidung			400	18	7.200 €
Innenputz Kalkgips, einlagig, gefilzt, Dispersionsanstrich			400	18	7.200 €
346 Elementierte Innenwände					0 €
349 Innenwände sonstiges					0 €
350 Decken	Euro	-50			185.140 €
351 Deckenkonstruktionen			919	114	104.890 €
Deckenplatte unspezifisch			139	10	1.390 €
Deckenplatte Ortbeton B 25, d=18-20cm			750	98	73.500 €
Stahlterasse freitragend, Wangenkonstruktion und Podeste			30	1000	30.000 €
352 Deckenbeläge			750	89	66.750 €
353 Deckenbekleidung			750	18	13.500 €
359 Decken sonstiges					0 €
360 Dächer	Euro	-74			104.520 €
361 Dachkonstruktionen			298	243	72.280 €
Stahlbetondach Ortbeton d=18-20cm, Unter/ Überzüge			248	110	27.280 €
Dachverglasung VSG auf Stahlkonstruktion			50	900	45.000 €
362 Dachfenster, Dachöffnungen					0 €
363 Dachbeläge			248	100	24.800 €
Holz oder Betonbelag, Schweißbahn, Dampfsperre, Voranstrich			248	100	24.800 €
364 Dachbekleidungen			248	30	7.440 €
Beschichtung, Putz, Anstrich, Farbe			248	30	7.440 €
369 Dächer sonstiges					0 €
370 Baukonstr. Einbauten	Euro	0			40.716 €
390 Sonst. Maßnahmen Baukonstr.	Euro	0			77.220 €
300 Summe Bauwerk – Baukonstr.	Euro	-12			1.478.228 €
410 Abw.-, Wasser-, Gasanlagen	Euro	0			73.008 €
420 Wärmeversorgung	Euro	0			81.432 €
430 Lufttechnische Anlagen	Euro	0			74.412 €
440 Starkstromanlagen	Euro	0			140.400 €
460 Förderanlagen	Euro	0			29.484 €
470 Nutzungsspez. Anlagen	Euro	0			26.676 €
480 Gebäudeautomation	Euro	0			56.160 €
490 Sonst. Maßm. Techn. Anlagen	Euro	0			14.040 €
400 Summe Bauwerk – Tech. Anlg.	Euro	0			546.156 €
Gesamtsumme Bauwerkskosten					2.024.384 €

Vergleich Kostenverteilung Bauwerkskosten



Vergleich Gebäudekennzahlen

	Option 1: Massivbau	Option 2: Skelettbau
Bruttorauminhalt (BRI) in m³	4.296	4.530
Bruttogeschossfläche (BGF) in m²	1.300	1.404
Nutzfläche (NF) in m²	581	796
Techn. Funktionsfläche (TF) in m²	71	58
Verkehrsfläche (VF) in m²	488	495

Vergleich Nettoflächen in m²

	NF 1	NF 2	NF 4	TF 8	VF 9
Option 1					
UG	-	-	134	23	100
EG	-	-	127	16	116
1.OG	-	30	127	16	139
2.OG	-	30	133	16	133
Summe	-	60	521	71	488
Option 2					
UG	-	-	307	23	71
EG	-	97	-	21	144
1.OG	28	66	60	13	140
2.OG	28	66	60	13	140
Summe	56	229	427	70	495

4. Schlussbetrachtung - aus der Distanz

Zum Abschluss der Untersuchung soll wieder etwas Abstand gewonnen werden zur prototypischen Umsetzung der Diplomarbeit. Nachdem in den vergangenen Kapiteln tief in die praktische Realisierung der Verknüpfung von Kostenermittlung und Gebäudedatenmodell eingetaucht wurde, ist es jetzt nötig, die gewonnenen Erkenntnisse aus der Distanz zu beurteilen.

- Welchen Mehrwert bietet die (teil-) automatisierte Kostenermittlung für den Architekten tatsächlich?
- Wie können die vorgestellten Prozesse mit der Arbeitsweise des Architekten verbunden werden?
- Wo liegen die Grenzen von Automatisierung und Vernetzung im Building Information Modeling?

Die folgenden Überlegungen haben spekulativen Charakter. Die Kürze der Bearbeitungszeit hat es leider nicht möglich gemacht, die prototypische Versuchsumgebung eingehender auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen. Es konnten auch keine umfangreicheren Recherchen im Umfeld praktizierender Architekturbüros gemacht werden. Daher stützen sich die folgenden Aussagen auf die bisherige Praxiserfahrung des Autors und die Erkenntnisse, die im Verlauf dieser knapp 4-monatigen Diplomarbeit gewonnen wurden. Dennoch kann der Blick aus der Distanz dazu beitragen Fehler im System zu erkennen und Wege aufzuzeigen, die bei zu großer Nähe zur Problemstellung nicht gesehen werden. Auch sollte es möglich sein, über das derzeit Realisierbare hinauszudenken und Visionen für die zukünftige Arbeitsweise von Architekten und Ingenieuren zu entwickeln.

Automatisierte Kostenermittlung

Die automatisierte Kostenermittlung (im Grunde ist damit die Ermittlung von Mengen und Bauteilinformationen aus dem Gebäudedatenmodell gemeint) ist ein reizvoller Gedanke. Im Laufe meiner Recherchen verwendete ich im Gespräch mit Architekten oft das Bild vom Planer, der auf einen Knopf drückt und sofort einen Preis zu seinem Haus hat. Die Reaktionen waren durchweg „amüsiert“ bis „wehmütig gerührt“. Dieses utopische Szenario konnte natürlich nicht das angestrebte Ziel dieser Diplomarbeit sein. Es war die Zielvorstellung, das Ideal, von dem alle unüberwindbaren Fakten abgezogen wurden, bis zum Schluss das Erreichbare übrig blieb.

Das erste Faktum ist, dass Kostenermittlungen auch Positionen enthalten, die sich nicht oder nur uneffektiv im Gebäudedatenmodell abbilden lassen (Nebenkosten, sonstige Kosten). Für die automatisierte Ermittlung von Mengen oder Bezugsgrößen kann das Gebäudedatenmodell nicht zur Verfügung stehen. Sie müssen manuell ergänzt werden.

Der zweite Fakt ist, dass die momentanen Normen zur Mengenermittlung (VOB, DIN 276 und 277) aus einer Zeit stammen, in der noch nicht an computergenerierte Mengenermittlung gedacht wurde. Es gelten Richtlinien, deren Komplexität einem Rechner nur schwer beizubringen ist. Als Beispiele seien hier nur das korrekte Ermitteln von Wandoberflächen bei unterschiedlichen Eckverbindungen oder die Kalkulation von Rauminhalten in Räumen mit Höhenversätzen und offenen Grundrissen genannt. Viele dieser Probleme bestehen auch für die manuelle Mengenermittlung, jedoch müssen für die Automatisierung Routinen gefunden werden, die die Art der Ermittlung klar definieren

und standardisieren. Möglicherweise müssen auch die entsprechenden Normen stärker auf die Bedingungen der rechnerunterstützten Mengenermittlung ausgerichtet werden.

Als dritter Fakt soll hier die Standardisierung allgemein angeführt werden. Architektur ist ein hochkomplexer Bereich. Oftmals bewegt sie sich im Grenzbereich zur Kunst (welche sich jeglicher Standardisierung entzieht). Sobald Automatismen eingeführt werden, die die Arbeitsweise des Architekten erleichtern sollen und wiederkehrende Aufgaben weitestgehend selbstständig ausführen, müssen Standards definiert werden, die dafür die Grundlage bilden. Es ist allerdings kaum möglich, für alle denkbaren Fälle im Planungsverlauf Routinen zur Rechnerunterstützung anzubieten. Daher wird der Einsatz von Automatisierung und die damit erstrebte Effizienzsteigerung auf der einen Seite immer mit Einschränkungen in der Freiheit der Arbeitsweise des Architekten auf der anderen Seite erkaufte. Ein einfaches Beispiel macht dies deutlich: Die Automatisierung von Berechnungen in einer Tabellenkalkulation durch Formeln erleichtert die Arbeit mit großen Datenmengen enorm. Es wird eine Datenmaske programmiert, die die Art und Weise der Dateneingabe und Verarbeitung festlegt. Der Nutzer muss die Zusammenhänge der Tabellenformatierung verstehen und entsprechend berücksichtigen. Im besten Fall wird alles mögliche Fehlverhalten des Nutzers abgefangen, ohne dass Daten falsch berechnet werden. An der Notwendigkeit, sich an die Regeln der Datenmaske zu halten ändert dies allerdings nichts. Hinzu kommt, dass Strukturen zur Automatisierung von wiederkehrenden Vorgängen meist speziell auf konkrete Probleme zugeschnitten sind und nur in diesem Fall optimal funktionieren. Die Anpassung der Struktur, selbst an leicht veränderte Problemstellungen, bedingt häufig umfangreiche Restrukturierungsmaßnahmen.

Die Frage wird sein, ab welcher Projektgröße hochkomplexe Strukturen zur Automatisierung effektiv sind und welche Einschränkungen der Planer dabei bereit ist hinzunehmen.

Was bleibt übrig vom Preis auf Knopfdruck?

Die prototypische Umsetzung dieser Diplomarbeit stellt im Rahmen einer Kostenermittlung Mengenangaben zu speziell ausgewählten Bauelementen aus dem Gebäudedatenmodell zur Verfügung. Der große Vorteil liegt hierbei in der Aktualität der Daten im Falle von Änderungen am Entwurf. Diese Änderungen können Mengen oder Ausführungsarten betreffen. Ein Beispiel um dies zu verdeutlichen können Innenwände sein: Angenommen in einem größeren Projekt werden sämtliche Innenwände überarbeitet. Es kommen neue hinzu, andere fallen weg und die verschiedenen Wandtypen ändern sich ebenfalls. Mit der herkömmlichen manuellen Ermittlung würde es sicher einige Stunden benötigen, eine neue Kostenzusammenstellung zu erarbeiten. Die hier vorgestellte Umgebung könnte dies ohne Zeitverlust direkt in eine Kostenermittlung integrieren. Als Teil der gesamten Kostenermittlung stellt die automatisierte Extraktion von Daten aus dem Gebäudemodell einen vertvollen Beitrag dar. Nicht unbeachtet darf aber die Tatsache bleiben, dass die Arbeit im Gebäudedatenmodell an sich schon Vor- und Nachteile für den Architekten bietet, die im Praxisteil dieser Arbeit nur am Rande vorgestellt werden konnten. Die grundsätzliche Frage nach der Umstellung der Gebäudeplanung von der herkömmlichen 2D-Arbeitsweise auf die Arbeit im 3D-Gebäudemodell müsste separat erörtert werden. Diese Arbeit geht davon aus, dass der Umstieg bereits erfolgt ist. Vor diesem Hintergrund erscheint die Nutzung des Gebäudedatenmodells für die Unterstützung von Kostenermittlungen als zwingend.

Zukünftige Entwicklungen werden zeigen, bis zu welchem Grad die Automatisierung von Kostenermittlungen realisierbar ist. Gegenwärtig bestehen die bereits erwähnten Einschränkungen. Unabhängig von der Kostenermittlung, die nur einen, wenn auch wesentlichen Teil, der Planungsarbeit darstellt, wird jedoch die Arbeit im Gebäudedatenmodell für die Mehrzahl der Architekten ihre Vorteile ausspielen.

Die Arbeit im Rahmen dieser Studie hat gezeigt, dass das Gebäudedatenmodell einen deutlichen Mehrwert für den Architekten sowohl bei der Kostenermittlung als auch bei der generellen Beurteilung des Entwurfs, der Datenauswertung und Visualisierung bietet.

Quellenverzeichnis:

Printmedien:

- [AU 2006] AutodeskUniversity2006, Phil Read, Advanced Autodesk Revit Building Techniques- BD41-3, 2006
- [BKI 2007] Baukosteninformationszentrum Hrsg., Teil 1 Statistische Kostenkennwerte für Gebäude, Teil 2 Statistische Kostenkennwerte für Bauelemente, BKI, Stuttgart 2007
- [DIN 276] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 276-1: 2006-11, Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau, Beuth Verlag, Berlin, 2006
- [DIN 277] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., DIN 277-1-3: 2005-2, Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau Teil 1-3, Beuth Verlag, Berlin, 2006
- [NIST 2004] National Institute of Standards and Technologie Hrsg., Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industrie, 2004
- [Seifert/ Preussner 2003] Werner Seifert/ Mathias Preussner, Praxis des Baukostenmanagements, 2.Auflage, Werner Verlag, München, 2003

Onlinequellen:

- [abcom 2007] Software und Service für Ingenieure und Architekten
ABC.COM GmbH, Robert-Schneider-Straße 79
64289 Darmstadt, 2007
<http://www.abcom-online.com/>
- [aecbytes 2007] Analysis, Research and Reviews of AEC Technology, Lachmi Khemlani, 2007
<http://www.aecbytes.com/>
- [baupreislex 2007] Onlinedatenbank zu Baupreisen und Bauleistungen,
f:data GmbH, Lisztstr. 35, 99423 Weimar, 2007
<http://www.baupreislexikon.de/>
- [graphisoft 2007] Hersteller von Architektur- und Baumanagementsoftware
<http://www.graphisoft.de/>
- [livesearch 2007] Microsoft Corporation
<http://maps.live.de/LiveSearch.LocalLive>
- [lzpb 2007] Landeszentrale für polit. Bildung Thüringen, Artikel Bauhaus Weimar, 2007
<http://www.thueringen.de/de/lzt/thueringen/blaetter/bauhaus/content.html>
- [TLDA 2007] Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie, 2007
<http://www.thueringen.de/denkmalpflege/>
- [uscost 2007] U.S. COST provides cost management and project control services and software for capital projects
Atlanta, Georgia 30328, 2007
<http://www.uscost.com/>
- [wikipedia 2007] Wikipedia, freie Enzyklopädie, 2007
<http://www.wikipedia.de>

Sonstige Quellen:

- [BKI koplan 2007] BKI Kostenplaner, Software zur schnellen und sicheren Baukostenplanung, 2007
<http://www.baukosten.de/>
- [onetools 2007] BuildingOne for Revit Architektur
OneTools, 2007
<http://www.onetools.de/>

Abbildungen:

	Seite
Abb.01. [BKI koplan 2007] BKI - Baukostendatenbank	16
Abb.02. [baupreislex 2007] Baupreislexikon	16
Abb.03. [livesearch 2007] TLDA-Thüringen	18
Abb.04. Gliederungsebenen in DIN 276 und BIM- Anwendungen	23
Abb.05. [onetools 2007] BuildingOne (OneTools)	29
Abb.06. [us cost 2007] Design Exchange (US Cost)	30
Abb.07. Bauteillisten in Revit2008	37
Abb.08. Datenbank und ER-Diagram	39
Abb.09. Datenbank Bauwerkskosten verschiedener Gebäudetypen	39
Abb.10. Datenbank mit Feinelementen	40
Abb.11. Datenbankabfrage (SQL-Query) in OO-Basic	40
Abb.12. Massenstudie im leeren Bebauungsraum	42
Abb.13. Auswahl Bauelement-ID über verknüpfte Textdatei	45
Abb.14. Grafische Kontrolle Markierung Bauelemente	46
Abb.15. Datenmaske für Kostenschätzung	47
Abb.16. Datenmaske für Kostenberechnung 2. Ebene	53
Abb.17. Dialogfeld Kostenberechnung	53
Abb.18. Datenmaske für Kostenberechnung 3. Ebene	54
Abb.19. 3D-Schnittebenen im Gebäudemodell	57

Grafiken:

	Seite
Graf.01. Schema Building Information Modeling	10
Graf.02. [Seifert/ Preussner 2003] Kostensteuerung und gebundenen Baukosten	12
Graf.03. Gliederung von Baukosten	13
Graf.04. Schema Kostenplanung	14
Graf.05. [BKI 2007] Kostenverteilung Bauwerkskosten versch. Gebäudetypen	17
Graf.06. [BKI 2007] Varianz statistischer Mittelwerte in Kostenverteilung	17
Graf.07. Schema Planungsprozesse in BIM	20
Graf.08. Bauteilgliederung Übergang Element- Positionsebene	24
Graf.09. Lineare Verknüpfung Kostenkennwerte und Datenauswertung	26
Graf.10. Netzartige Verknüpfung und selektiver Datenstrom	27
Graf.11. Modulare Kostenermittlung	28
Graf.12. Mögliche Projekt-Datenumgebungen	32
Graf.13. Realisierte Projekt-Datenumgebung	33
Graf.14. Datenverknüpfung für externe Kostenermittlung	41

Tabellen:

	Seite
Tab.01. BIM-Anwendungen	11
Tab.02. Gliederungsebenen Kostengruppen DIN 276	13
Tab.03. Kostenermittlungen nach DIN 276	14
Tab.04. Kostenkennwerte	15
Tab.05. [Seifert/ Preussner 2003 S.154] Matrix element- und ao. Kostengliederungen	22
Tab.06. Merkmale Szenarien Projekt-Datenumgebung	32
Tab.07. Möglichkeiten der Datenauswertung in Revit2008	37
Tab.08. Auswahl Typparameter in Revit2008	44
Tab.09. Bauelemente für automatisierte Mengenermittlung Kostenschätzung	45
Tab.10. Bauelement für automatisierte Mengenermittlung Kostenberechnung	50

Abbildungen, Grafiken und Tabellen ohne Quellenangabe sowie die Inhalte der Kurzdokumentation (Seiten 59-66) stammen vom Autor.

Anhang A: DIN 276-1:2006-11 (gekürzt)

Im Anhang A sind wichtige Begriffe aus der aktuellen DIN 276 enthalten, insbesondere solche, auf die in der Diplomarbeit Bezug genommen wurde. Zusätzlich sind alle Kostengruppen abgebildet. Kürzungen der Texte wurden deutlich gemacht, die Gliederung wurde aus der DIN 276 übernommen.

Anwendungsbereich (1)

Dieser Teil der Norm gilt für die Kostenplanung im Hochbau, insbesondere für die Ermittlung und die Gliederung von Kosten. Sie erstreckt sich auf die Kosten für den Neubau, den Umbau und die Modernisierung von Bauwerken sowie die damit zusammenhängenden projektbezogenen Kosten; für Nutzungskosten im Hochbau gilt DIN 18960. Die Norm legt Begriffe der Kostenplanung im Bauwesen fest; sie legt Unterscheidungsmerkmale von Kosten fest und schafft damit die Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von Kostenermittlungen. [...] Eine Bewertung der Kosten im Sinne der entsprechenden Vorschriften nimmt die Norm jedoch nicht vor.

Begriffe (2)

Kosten im Bauwesen (2.1)

Aufwendungen für Güter, Leistungen, Steuern und Abgaben, die für die Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten erforderlich sind

Kostenplanung (2.2)

Gesamtheit aller Maßnahmen der Kostenermittlung, der Kostenkontrolle und der Kostensteuerung

Kostenermittlung (2.4)

Vorausberechnung der entstehenden Kosten bzw. Feststellung der tatsächlich entstandenen Kosten

Entsprechend dem Planungsfortschritt werden die folgenden Stufen der Kostenermittlung unterschieden:

Kostenrahmen (2.4.1) Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Bedarfsplanung

Kostenschätzung (2.4.2) Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Vorplanung

Kostenberechnung (2.4.3) Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Entwurfsplanung

Kostenanschlag (2.4.4) Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Ausführungsvorbereitung

Kostenfeststellung (2.4.5) Ermittlung der endgültigen Kosten

Kostenkontrolle (2.5)

Vergleichen aktueller Kostenermittlungen mit Kostenvorgaben und früheren Kostenermittlungen

Kostensteuerung (2.6)

Eingreifen in die Planung zur Einhaltung von Kostenvorgaben

Kostenkennwert (2.7)

Wert, der das Verhältnis von Kosten zu einer Bezugseinheit darstellt

Kostengliederung (2.8)

Ordnungsstruktur, nach der die Gesamtkosten eines Bauprojektes in Kostengruppen unterteilt werden

Kostengruppe (2.9)

Zusammenfassung einzelner, nach den Kriterien der Planung oder des Projektablaufes zusammengehörender Kosten

Gesamtkosten (2.10)

Kosten, die sich als Summe aus allen Kostengruppen ergeben

Bauwerkskosten (2.11)

Kosten, die sich als Summe der Kostengruppen 300 und 400 ergeben

Grundsätze der Kostenplanung (3)

Allgemeines (3.1)

Ziel der Kostenplanung ist es, ein Bauprojekt wirtschaftlich und kostentransparent sowie kostensicher zu realisieren. Die Kostenplanung ist auf der Grundlage von Planungsvorgaben (Quantitäten und Qualitäten) oder von Kostenvorgaben kontinuierlich und systematisch über alle Phasen eines Bauprojekts durchzuführen. Kostenplanung kann gemäß folgender Grundsätze erfolgen:

- Die Kosten sind durch Anpassung von Qualitäten und Quantitäten einzuhalten;
- Die Kosten sind bei definierten Qualitäten und Quantitäten zu minimieren.

Kostenermittlung (3.3) Zweck (3.3.1)

Kostenermittlungen dienen als Grundlagen für Finanzierungsüberlegungen und Kostenvorgaben, für Maßnahmen der Kostenkontrolle und der Kostensteuerung, für Planungs-, Vergabe- und Ausführungsentscheidungen sowie zum Nachweis der entstandenen Kosten.

Darstellung und Vollständigkeit (3.3.2)

Kostenermittlungen sind in der Systematik der Kostengliederung zu ordnen. Die Kosten sind vollständig zu erfassen und zu dokumentieren.

Kostenermittlung bei Bauabschnitten (3.3.4)

Besteht ein Bauprojekt aus mehreren Abschnitten (z. B. funktional, zeitlich, räumlich oder wirtschaftlich), sind für jeden Abschnitt getrennte Kostenermittlungen aufzustellen.

Stufen der Kostenermittlung (3.4)

In 3.4.1 bis 3.4.5 werden die Stufen der Kostenermittlung nach ihrem Zweck, den erforderlichen Grundlagen und dem Detaillierungsgrad festgelegt.

Kostenrahmen (3.4.1)

Der Kostenrahmen dient als eine Grundlage für die Entsch. über die Bedarfsplanung sowie für grundsätzliche Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsüberlegungen und zur Festlegung der Kostenvorgabe. [...]

Kostenschätzung (3.4.2)

Die Kostenschätzung dient als eine Grundlage für die Entscheidung über die Vorplanung. [...] In der Kostenschätzung müssen die Gesamtkosten nach Kostengruppen mindestens bis zur 1. Ebene der Kostengliederung ermittelt werden.

Kostenberechnung (3.4.3)

Die Kostenberechnung dient als eine Grundlage für die Entscheidung über die Entwurfsplanung. [...] In der Kostenberechnung müssen die Gesamtkosten nach Kostengruppen mindestens bis zur 2. Ebene der Kostengliederung ermittelt werden.

Kostenanschlag (3.4.4)

Der Kostenanschlag dient als eine Grundlage für die Entscheidung über die Ausführungsplanung und die Vorbereitung der Vergabe. [...] Im Kostenanschlag müssen die Gesamtkosten nach Kostengruppen mindestens bis zur 3. Ebene der Kostengliederung ermittelt und nach den vorgesehenen Vergabeeinheiten geordnet werden. Der Kostenanschlag kann entsprechend dem Projektablauf in einem oder mehreren Schritten aufgestellt werden.

Kostenfeststellung (3.4.5)

Die Kostenfeststellung dient zum Nachweis der entstandenen Kosten sowie gegebenenfalls zu Vergleichen und Dokumentationen. [...]

Kostenkontrolle und Kostensteuerung (3.5) Zweck (3.5.1)

Kostenkontrolle und Kostensteuerung dienen der Überwachung der Kostenentwicklung und der Einhaltung der Kostenvorgabe.

Grundsatz (3.5.2)

Bei der Kostenkontrolle und Kostensteuerung sind die Planungs- und Ausführungsmaßnahmen eines Bauprojekts hinsichtlich ihrer resultierenden Kosten kontinuierlich zu bewerten. Wenn bei der Kostenkontrolle Abweichungen festgestellt werden insbesondere beim Eintreten von Kostenrisiken, sind diese zu benennen. Es ist dann zu entscheiden, ob die Planung unverändert fortgesetzt wird, oder ob zielgerichtete Maßnahmen der Kostensteuerung ergriffen werden.

Kostengliederung (4)

Ausführungsorientierte Gliederung der Kosten (4.2)

Soweit es die Umstände des Einzelfalls zulassen [...], können die Kosten vorrangig ausführungsorientiert gegliedert werden, indem bereits die Kosten- gruppen der ersten Ebene der Kostengliederung nach ausfüh- rungs- oder gewerkeorientierten Strukturen unterteilt werden. Dies entspricht der 2. Ebene der Ko- stengliederung. [...]

Im Falle einer solchen ausführungsorientierten Gliederung der Kosten ist eine weitere Unterteilung, z. B. in Teilleistungen, erforderlich, damit die Leistungen hinsichtlich Inhalt, Eigenschaften und Menge be- schrieben und erfasst werden können. Dies entspricht der 3. Ebene der Kostengliederung.

Auch bei einer ausführungsorientierten Gliederung sollten die Kosten in Vergabeeinheiten geordnet werden.

Darstellung der Kostengliederung (4.3)

Die Kosten sind möglichst getrennt und eindeutig den einzelnen Kostengruppen zuzuordnen. Beste- hen mehrere Zuordnungsmöglichkeiten und ist eine Aufteilung nicht möglich, sind die Kosten entspre- chend der überwiegenden Verursachung zuzuordnen (z. B. KG 390, KG 490, KG 590).

Nachfolgend sind alle Kostengruppen der DIN 276-1:2006-1 (Tabelle 1) aufgelistet. Für die Kostengruppen 300 Bauwerk-Baukonstruktionen wurden im Anschluss die Anmerkungen aus der DIN mit übernommen.

100 Grundstück	430 Lufttechnische Anlagen	490 Sonst. Maßn. für techn. Anlagen
110 Grundstückswert	431 Lüftungsanlagen	491 Baustelleneinrichtung
120 Grundstücksnebenkosten	432 Teilklimaanlagen	492 Gerüste
121 Vermessungsgebühren	433 Klimaanlagen	493 Sicherungsmaßnahmen
122 Gerichtsgebühren	434 Kälteanlagen	494 Abbruchmaßnahmen
123 Notariatsgebühren	439 Lufttechnische Anlagen, sonstiges	495 Instandsetzungen
124 Maklerprovisionen	440 Starkstromanlagen	496 Materialentsorgung
125 Grunderwerbssteuer	441 Hoch- und Mittelspannungs- anlagen	497 Zusätzliche Maßnahmen
126 Wertermittlungen, Untersuchungen	442 Eigenstromversorgungsanlagen	498 Provisorische technische Anlagen
127 Genehmigungsgebühren	443 Niederspannungsschaltanlagen	499 Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen, sonstiges
128 Bodenordnung, Grenzregulierung	444 Niederspannungsinstallations- anlagen	500 Außenanlagen
129 Grundstücksnebenkosten, sonstiges	445 Beleuchtungsanlagen	510 Geländeflächen
130 Freimachen	446 Blitzschutz- und Erdungsanlagen	511 Oberbodenarbeiten
131 Abfindungen	449 Starkstromanlagen, sonstiges	512 Bodenarbeiten
132 Ablösen dinglicher Rechte	450 Fernmelde- u. info.techn. Anlagen	519 Geländeflächen, sonstiges
139 Freimachen, sonstiges	451 Telekommunikationsanlagen	520 Befestigte Flächen
200 Herrichten und Erschließen	452 Such- und Signalanlagen	521 Wege
210 Herrichten	453 Zeitdienstanlagen	522 Straßen
211 Sicherungsmaßnahmen	454 Elektroakustische Anlagen	523 Plätze, Höfe
212 Abbruchmaßnahmen	455 Fernseh- und Antennenanlagen	524 Stellplätze
213 Altlastenbeseitigung	456 Gefahrenmelde- und Alarm- anlagen	525 Sportplatzflächen
214 Herrichten der Geländeoberfläche	457 Übertragungsnetze	526 Spielplatzflächen
219 Herrichten, sonstiges	459 Fernmelde- und informations- technische Anlagen, sonstiges	527 Gleisanlagen
220 Öffentliche Erschließung	460 Förderanlagen	529 Befestigte Flächen, sonstiges
221 Abwasserentsorgung	461 Aufzugsanlagen	530 Baukonstruktionen in Außenanl.
222 Wasserversorgung	462 Fahrtreppen, Fahrsteige	531 Einfriedungen
223 Gasversorgung	463 Befahranlagen	532 Schutzkonstruktionen
224 Fernwärmeversorgung	464 Transportanlagen	533 Mauern, Wände
225 Stromversorgung	465 Krananlagen	534 Rampen, Treppen, Tribünen
226 Telekommunikation	469 Förderanlagen, sonstiges	535 Überdachungen
227 Verkehrserschließung	470 Nutzungsspezifische Anlagen	536 Brücken, Stege
228 Abfallentsorgung	471 Küchentechnische Anlagen	537 Kanal- und Schachtbauanlagen
229 Öffentliche Erschließung, sonstiges	472 Wäscherei- und Reinigungs- anlagen	538 Wasserbauliche Anlagen
230 Nichtöffentliche Erschließung	473 Medienversorgungsanlagen	539 Baukonstr. in Außenanlagen, sonstiges
240 Ausgleichsabgaben	474 Medizin- und labortechnische Anlagen	540 Techn. Anlagen in Außenanlagen
250 Übergangsmaßnahmen	475 Feuerlöschanlagen	541 Abwasseranlagen
251 Provisorien	476 Badetechnische Anlagen	542 Wasseranlagen
252 Auslagerungen	477 Prozesswärme-, kälte- und -luftanlagen	543 Gasanlagen
300 Bauw.- Bauko. siehe nächste Seite	478 Entsorgungsanlagen	544 Wärmeversorgungsanlagen
400 Bauwerk — Technische Anlagen	479 Nutzungsspezifische Anlagen, sonstiges	545 Lufttechnische Anlagen
410 Abwasser-, Wasser-, Gas- anlagen	480 Gebäudeautomation	546 Starkstromanlagen
411 Abwasseranlagen	481 Automationssysteme	547 Fernmelde- und info.- techn. Anlagen
412 Wasseranlagen	482 Schaltschränke	548 Nutzungsspezifische Anlagen
413 Gasanlagen	483 Management- und Bedieneinrichtungen	549 Technische Anlagen in Außen- anlagen, sonstiges
419 Abw., Wasser-, Gasanlagen, sonstiges	484 Raumautomationssysteme	550 Einbauten in Außenanlagen
420 Wärmeversorgungsanlagen	485 Übertragungsnetze	551 Allgemeine Einbauten
421 Wärmeerzeugungsanlagen	489 Gebäudeautomation, sonstiges	552 Besondere Einbauten
422 Wärmeverteilnetze	600 Ausstattung und Kunstwerke	559 Einbauten in Außenanlagen, sonstiges
423 Raumheizflächen	610 Ausstattung	
429 Wärmeversorgungsanlagen, sonstiges	611 Allgemeine Ausstattung	
	612 Besondere Ausstattung	
	619 Ausstattung, sonstiges	

620 Kunstwerke 621 Kunstobjekte 622 Künstlerisch gestaltete Bauteile des Bauwerks 623 Künstlerisch gestaltete Bauteile der Außenanlagen 629 Kunstwerke, sonstiges	730 Architekten- u. Ingenieurleistungen 731 Gebäudeplanung 732 Freianlagenplanung 733 Planung der raumbildenden Ausbauten 734 Planung der Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen 735 Tragwerksplanung 739 Architekten- und Ingenieurleistungen, sonstiges	750 Künstlerische Leistungen 751 Kunstwettbewerbe 752 Honorare 759 Künstlerische Leistungen, sonstiges
700 Baunebenkosten	740 Gutachten und Beratung 741 Thermische Bauphysik 742 Schallschutz und Raumakustik 743 Bodenmechanik, Erd- und Grundbau 744 Vermessung 745 Lichttechnik, Tageslichttechnik 746 Brandschutz 747 Sicherheits- und Gesundheitsschutz 748 Umweltschutz, Altlasten 749 Gutachten und Beratung, sonstiges	760 Finanzierungskosten 761 Finanzierungsbeschaffung 762 Fremdkapitalzinsen 763 Eigenkapitalzinsen 769 Finanzierungskosten, sonstiges
710 Bauherrenaufgaben 711 Projektleitung 712 Bedarfsplanung 713 Projektsteuerung 719 Bauherrenaufgaben, sonstiges		770 Allgemeine Baunebenkosten 771 Prüfung, Genehmigungen, Abnahmen 772 Bewirtschaftungskosten 773 Bemusterungskosten 774 Betriebskosten während der Bauzeit 775 Versicherungen 779 Allgemeine Baunebenkosten, sonstiges
720 Vorbereitung der Objektplanung 721 Untersuchungen 722 Wertermittlungen 723 Städtebauliche Leistungen 724 Landschaftsplanerische Leistungen 725 Wettbewerbe 729 Vorber. der Objektplanung, sonstiges		790 Sonstige Baunebenkosten

Kostengruppen 300 Bauwerk - Baukonstruktion

Kostengruppen	Anmerkungen
300 Bauwerk - Baukonstruktionen	Kosten von Bauleistungen und Lieferungen zur Herstellung des Bauwerks, jedoch ohne die Technischen Anlagen (KG 400). Dazu gehören auch die mit dem Bauwerk fest verbundenen Einbauten, die der bes. Zweckbestimmung dienen, sowie übergreifende Maßnahmen in Zusammenhang mit den Baukonstruktionen. Bei Umbauten und Modernisierungen zählen hierzu auch die Kosten von Teilabbruch-, Instandsetzungs-, Sicherungs- und Demontgearbeiten. Die Kosten sind bei den betreffenden KG auszuweisen.
310 Baugrube 311 Baugrubenherstellung 312 Baugrubenumschließung 313 Wasserhaltung 319 Baugrube, sonstiges	Bodenabtrag, Aushub einschließlich Arbeitsräumen und Böschungen, Lagern, Hinterfüllen, Ab- und Anfuhr 312 Verbau, z. B. Schlitz-, Pfahl-, Spund-, Trägerbohl-, Injektions- und Spritzbetonwände einschließlich Verankerung, Absteifung 313 Grund- und Schichtenwasserbeseitigung während der Bauzeit
320 Gründung 321 Baugrundverbesserung 322 Flachgründungen 323 Tiefgründungen 324 Unterböden und Bodenplatten 325 Bodenbeläge 326 Bauwerksabdichtungen 327 Dränagen 329 Gründung, sonstiges	Die Kostengruppen enthalten die zugehörigen Erdarbeiten und Sauberkeitsschichten. 321 Bodenaustausch, Verdichtung, Einpressung 322 Einzel-, Streifenfundamente, Fundamentplatten 323 Pfahlgründung einschließlich Roste, Brunnengründungen; Verankerungen 324 Unterböden und Bodenplatten, die nicht der Fundamentierung dienen 325 Beläge auf Boden- und Fundamentplatten, z. B. Estriche, Dichtungs-, Dämm-, Schutz-, Nuttschichten 326 Abdichtungen des Bauwerks einschließlich Filter-, Trenn- und Schutzschichten 327 Leitungen, Schächte, Packungen
330 Außenwände 331 Tragende Außenwände 332 Nichttragende Außenwände 333 Außenstützen 334 Außentüren und -fenster 335 Außenwandbekleidungen, außen 336 Außenwandbekleidungen, innen 337 Elementierte Außenwände 338 Sonnenschutz 339 Außenwände, sonstiges	Wände und Stützen, die dem Außenklima ausgesetzt sind bzw. an das Erdreich oder an andere Bauwerke grenzen 331 Tragende Außenwände einschließlich horizontaler Abdichtungen 332 Außenwände, Brüstungen, Ausfachungen, jedoch ohne Bekleidungen 333 Stützen und Pfeiler mit einem Querschnittsverhältnis 1 : 5 334 Fenster und Schaufenster, Türen und Tore einschließlich Fensterbänken, Umrahmungen, Beschlägen, Antrieben, Lüftungselementen und sonstigen eingebauten Elementen 335 Äußere Bekleidung einschl. Putz-, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten an Außenwänden u. -stützen 336 Raumseitige Bekl., einschl. Putz-, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten an Außenwänden und -stützen 337 Elementierte Wände, bestehend aus Außenwand, -fenster, -türen, -bekleidungen 338 Rollläden, Markisen und Jalousien einschließlich Antrieben 339 Gitter, Geländer, Stoßabweiser und Handläufe

Kostengruppen	Anmerkungen
340 Innenwände 341 Tragende Innenwände 342 Nichttragende Innenwände 343 Innenstützen 344 Innentüren und -fenster 345 Innenwandbekleidungen 346 Elementierte Innenwände 349 Innenwände, sonstiges	Innenwände und Innenstützen 341 Tragende Innenwände einschließlich horizontaler Abdichtungen 342 Innenwände, Ausfachungen, jedoch ohne Bekleidungen 343 Stützen und Pfeiler mit einem Querschnittsverhältnis < 1 : 5 344 Türen und Tore, Fenster und Schaufenster einschließlich Umrahmungen, Beschlägen, Antrieben und sonstigen eingebauten Elementen 345 Bekleidungen einschließlich Putz, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten an Innenwänden und -stützen 346 Elementierte Wände, bestehend aus Innenwänden, -türen, -fenstern, -bekleidungen, z. B. Fall- und Schiebewände, Sanitär-trennwände, Verschlüsse 349 Gitter, Geländer, Stoßabweiser, Handläufe, Rollläden einschließlich Antrieben
350 Decken 351 Deckenkonstruktionen 352 Deckenbeläge 353 Deckenbekleidungen 359 Decken, sonstiges	Decken, Treppen und Rampen oberhalb der Gründung und unterhalb der Dachfläche 351 Konstr. von Decken, Treppen, Rampen, Balkonen, Loggien einschl. Über- und Unterstützen, füllenden Teilen wie Hohlkörpern, Blindböden, Schüttungen, jedoch o. Beläge und Bekleidungen 352 Beläge auf Deckenkonstruktionen einschließlich Estrichen, Dichtungs-, Dämm-, Schutz-, Nuttschichten; Schwing- und Installationsdoppelböden 353 Bekleidungen unter Deckenkonstruktionen einschließlich Putz, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten; Licht- und Kombinationsdecken 359 Abdeckungen, Schachtdeckel, Roste, Geländer, Stoßabweiser., Handläufe, Leitern, Einschubtreppen
360 Dächer 361 Dachkonstruktionen 362 Dachfenster, Dachöffnungen 363 Dachbeläge 364 Dachbekleidungen 369 Dächer, sonstiges	Flache oder geneigte Dächer 361 Konstr. von Dächern, Dachstühlen, Raumtragwerken und Kuppeln einschließlich Über- und Unterzügen, füllenden Teilen wie Hohlkörpern, Blindböden, Schüttungen, jedoch ohne Beläge und Bekleidungen 362 Fenster, Ausstiege einschließlich Umrahmungen, Beschlägen, Antrieben, Lüftungselementen und sonstigen eingebauten Elementen 363 Beläge auf Dachkonstruktionen einschließlich Schalungen, Lattungen, Gefälle-, Dichtungs-, Dämm-, Schutz- und Nuttschichten; Entwässerungen der Dachfläche bis zum Anschluss an die Abwasseranlagen 364 Dachbekleidungen unter Dachkonstruktionen einschließlich Putz, Dichtungs-, Dämm-, Schutzschichten; Licht- und Kombinationsdecken unter Dächern 369 Geländer, Laufbohlen, Schutzgitter, Schneefänge, Dachleitern, Sonnenschutz
370 Baukonstruktive Einbauten 371 Allgemeine Einbauten 372 Besondere Einbauten 379 Baukonstruktive Einbauten, sonstiges	Kosten der mit dem Bauwerk fest verbundenen Einbauten, jedoch ohne die nutzungsspezifischen Anlagen (siehe Kostengruppe 470). Für die Abgrenzung gegenüber der Kostengruppe 610 ist maßgebend, dass die Einbauten durch ihre Beschaffenheit und Befestigung technische und bauplanerische Maßnahmen erforderlich machen, z. B. Anfertigen von Werkplänen, statischen und anderen Berechnungen, Anschließen von Installationen 371 Einbauten, die einer allgemeinen Zweckbestimmung dienen, z. B. Einbaumöbel wie Sitz- und Liegemöbel, Gestühl, Podien, Tische, Theken, Schränke, Garderoben, Regale, Einbauküche 372 Einbauten, die einer besonderen Zweckbestimmung eines Objektes dienen, z. B. Werkbänke in Werkhallen, Labortische in Labors, Bühnenvorhänge in Theatern, Altäre in Kirchen, Einbausportgeräte in Sporthallen, Operationstische in Krankenhäusern 379 z. B. Rauchschutzvorhänge
390 Sonstg. Maßn. für Baukonstr. 391 Baustelleneinrichtung 392 Gerüste 393 Sicherungsmaßnahmen 394 Abbruchmaßnahmen 395 Instandsetzungen 396 Materialentsorgung 397 Zusätzliche Maßnahmen 398 Provisorische Baukonstruktionen 399 S. Maßn. für Baukonstr., sonstiges	Baukonstr. und übergreifende Maßn. im Zusammenhang mit den Baukonstruktionen, die nicht einzelnen Kgr. der Baukonstruktionen zugeordnet werden können oder die nicht unter KG 490 oder KG 590 erfasst sind 391 Einrichten, Vorhalten, Betreiben, Räumen der übergeordneten Baustelleneinrichtung, z. B. Material- und Geräteschuppen, Lager-, Wasch-, Toiletten- und Aufenthaltsräume, Bauwagen, Misch- und Transportanlagen, Energie- und Bauwasseranschlüsse, Baustraßen, Lager- und Arbeitsplätze, Verkehrssicherungen, Abdeckungen, Bauschilder, Bau- und Schutzzäune, Baubeleuchtung, Schuttbeseitigung 392 Auf-, Um-, Abbauen, Vorhalten von Gerüsten 393 Sicherungsmaßnahmen an bestehenden Bauwerken, z. B. Unterfangungen, Abstützungen 394 Abbruch- und Demontearbeiten einschließlich Zwischenlagern wieder verwendbarer Teile, Abfuhr des Abbruchmaterials, soweit nicht in anderen Kostengruppen erfasst 395 Maßnahmen zur Wiederherstellung des zum bestimmungsgemäßen Gebrauch geeigneten Zustandes, soweit nicht in anderen Kostengruppen erfassbar 396 Ents. von Materialien und Stoffen, die bei dem Abbruch, bei der Demontage u. bei dem Ausbau von Bauteilen oder bei der Erstellung einer Bauleistung anfallen z. Zweck des Recyclings oder der Deponierung 397 Zusätzliche Maßnahmen bei der Erstellung von Baukonstruktionen z. B. Schutz von Personen, Sachen; Reinigung vor Inbetriebnahme; Maßnahmen aufgrund von Forderungen des Wasser-, Landschafts-, Lärm- und Erschütterungsschutzes während der Bauzeit; Schlechtwetter und Winterbauschutz, Erwärmung des Bauwerkes, Schneeräumung 398 Kosten für die Erstellung, Beseitigung provisorischer Baukonstruktionen, Anpassung des Bauwerkes bis zur Inbetriebnahme des endgültigen Bauwerkes 399 Baukonstruktionen, die mehrere Kostengruppen betreffen, z. B. Schließanlagen, Schächte, Schornsteine, soweit nicht in anderen Kostengruppen erfasst

Anhang B: Ausschnitt Revit Export-Schema

Auflistung aller im ODBC-Export angelegten Tabellen und exemplarische Darstellung von Tabellen zu Wände, Geschossdecken und Materialien am Beispiel der Datenbank „TLDA_Neubau“.

Nr.	Tabelleninhalt	56	kabel1	112	skelettbautypen1
1	anschlusskanal	57	kommunikationsgeräte	113	sonderausstattung
2	anschlusskanal1	58	kommunikationsgerätetypen	114	spannung
3	anschlussrohr	59	konstruktionen	115	spannungen
4	anschlussrohrtypen	60	konstruktionen1	116	sprinkler
5	baugruppenkennzeichen	61	lichtinstallationen	117	sprinklertypen
6	bedarfsfaktor	62	lichtinstallationstypen	118	steifen
7	bedarfsfaktoren	63	linienlasten	119	steifentypen
8	beleuchtungsgeräte	64	luftauslass	120	stützen
9	beleuchtungsgerätetypen	65	luftauslasstypen	121	stützentypen
10	bepflanzung	66	materialien	122	stützentypen1
11	bepflanzungstypen	67	materialmengen	123	telefongeräte
12	dachrinnentypen	68	mechanischegeräte	124	telefongerätetypen
13	dachtypen	69	möbel	125	topographie
14	datengeräte	70	möbelsysteme	126	tragendebinder
15	datengerätetypen	71	möbelsystemtypen	127	tragendestützen
16	decken	72	möbeltypen	128	tragwerksbewehrung
17	deckenkanten	73	oberflächentypen	129	tragwerksbewehrungstypen
18	deckentypen	74	parkplatz	130	traufen
19	dächer	75	parkplatztypen	131	treppen
20	ebenen	76	phasen	132	treppengeländertypen
21	elektrischerschaltkreis	77	profile	133	treppentypen
22	elektrogeräte	78	profiliertewände	134	typenfürprofiliertewände
23	elektroinstallationen	79	projektinformationen	135	typenvonelektrogeräten
24	elektroinstallationstypen	80	punktlasten	136	typenvonmech.geräten
25	entwurfsauswahlsätze	81	rampen	137	typenvonspezialgeräten
26	entwurfsoptionen	82	rampentypen	138	türen
27	fassadenelemente	83	raumverknüpfungen	139	türtypen
28	fassadenelementtypen	84	raumverknüpfungenausin	140	untersichtstypen
29	fassadenpfosten	85	rinnen	141	verteilersystem
30	fassadenpfostentypen	86	rohr	142	verteilersysteme
31	fassadensysteme	87	rohr1	143	wandtypen
32	fassadensystemtypen	88	rohrsystem	144	wände
33	fenster	89	rohrverkleidung		
34	fenstertypen	90	rohrverkleidungstypen		
35	feuermeldergerätetypen	91	rohrzubehör		
36	feuermeldergeräte	92	rohrzubehörtypen		
37	flächen	93	räume		
38	flächenlasten	94	röhre		
39	flächenschemata	95	röhre1		
40	fundamente	96	röhrensystem		
41	fundamenttypen	97	röhrenverkleidung		
42	geländer	98	röhrenverkleidungstypen		
43	generischemodelltypen	99	röhrenzubehör		
44	generischesmodell	100	röhrenzubehörtypen		
45	geschossdecken	101	sanitärinstallationen		
46	geschossdeckentypen	102	sanitärinstallationstypen		
47	gesimsetypen	103	schaltersystem		
48	grundgrenzen	104	schreinerarbeiten		
49	grundgrenzentypen	105	schreinerarbeitstypen		
50	grundstück	106	schwesternrufgeräte		
51	grundstückstypen	107	schwesternrufgerätetypen		
52	interneflächenlasten	108	sicherheitsgeräte		
53	internelinienlasten	109	sicherheitsgerätetypen		
54	internepunktlasten	110	skelettbau		
55	kabel	111	skelettbautypen		

Wandtypen (Ausschnitt)								
ID	Bauelement	Beschreibung	Baugruppenkennz.	Familienna-me	Typname	Brandschutz-klasse	Kosten	Breite
953	337.41.01			Fassade	TLDA_Fassade Typ-x			
20777	331			Basiswand	TLDA_Außenwand_trg_KSS			0,34
31139	332.16.81			Basiswand	TLDA_Außenwand_ntrg_			0,38
78999	342.62.01			Basiswand	TLDA_Innenwand_ntr			0,12
90469	337.41.01			Fassade	TLDA_Fassade Typ-Lichthof			
171151	337.41.01			Fassade	TLDA_Fassade Typ-y			

Wände (Ausschnitt)										
ID	TypID	Phase-erstellt	Entwurfs-option	Volumen	Fläche	Länge	Oberer Versatz	Basis versatz	Basisab-hängigkeit	Obere Abhäng.
204495	20777	15645	37115	34,82	102,4	25,87	0	0	6494	6615
204496	20777	15645	37115	90,35	265,95	25,87	0	-0,1	6494	6615
204497	20777	15645	37115	55,73	164,12	15,76	0	0	6494	6615
204556	20777	15645	37115	46,27	136,3	18,92	0	-0,1	6494	6615
204572	20777	15645	37115	27,99	82,32	13,69	0	2,98	6494	6615
204607	20777	15645	37115	27,73	81,57	9,88	0	-0,1	6494	6615
204608	20777	15645	37115	19,07	56,3	6,5	0	0	6494	6615
204632	171151	15645	37115		25,05	3,79	10,5	6,8	35967	933
204727	78999	15645	37115	5,02	41,85	15,45	0	0	6494	6577
204972	78999	15645	37115	1,59	13,3	4,38	-0,1	0	6577	6596
204973	78999	15645	37115	2,04	17	6,07	0	0	6577	6596
204976	78999	15645	37115	5,84	48,67	16,98	0	0	6596	6615
204977	78999	15645	37115	1,89	15,75	6,07	0	0	6596	6615
204978	78999	15645	37115	1,83	15,25	6,07	0	0	6596	6615
204979	78999	15645	37115	2	16,73	5,68	0	0	6596	6615
204980	78999	15645	37115	3,24	27,01	9,99	0	0	6596	6615

Geschossdeckentypen (Ausschnitt)						
ID	Bauelement	Hersteller	Beschreibung	Familienna-me	Typname	Typenmarkierung
15130	350			Geschossdecke	TLDA_Geschossdecke_Ortbeton	
40555				Geschossdecke	TLDA_Geschossdecke_unspez	

Geschossdecken (Ausschnitt)									
ID	TypID	Phaseerstellt	Phaseabgebr.	Entwurfs-option	Volumen	Fläche	Ebene	Tragwerk	Umfang
204575	15130	15645		37115	92,82	290,07	6596	0	109,87
204615	15130	15645		37115	72,72	227,26	6494	0	90,75
204640	15130	15645		37115	2,29	7,16	6596	0	11,16
204746	15130	15645		37115	74,64	233,25	6577	0	82,19
204999	15130	15645		37115	18,18	56,82	6577	0	37,54
208669	15130	15645		37129	79,93	249,8	6494	0	101,02
208678	15130	15645		37129	80,01	250,04	6577	0	99,19
208687	15130	15645		37129	80,06	250,19	6596	0	99,07
208791	40555	15645		37129	4,57	45,74	6577	0	49,74
208798	40555	15645		37129	4,57	45,74	6596	0	49,74
208912	40555	15645		37129	1,42	14,18	6596	0	15,09
208935	40555	15645		37129	1,42	14,18	6577	0	15,09
209043	40555	15645		37129	0,86	8,58	6596	0	19,39
209130	40555	15645		37129	1,1	10,96	6577	0	22,03

Materialien (Ausschnitt)				
ID	Bauelement	Name	Hersteller	Kommentare
36		Phasen-Abgebrochen		
37		Phasen-Vorhanden		
31656		Phasen-Neu		
8599	363.13.01	363.13.01_Stein o Holzbelag auf Bitumendachbah		Einheit m² Dachfläche
8608	331.21.02	331.21.02_Stahlbetonwand Ortbeton schwer		Einheit m² Wandfläche
8609	352.75.01	352.75.01_Parkett auf Estrich und Dämmung		Einheit m² Deckenfläche
33274	331.14.08	331.14.08_Mauerwerkswand_KSS 240cm		Einheit m² Wandfläche
33275	335.37.01	335.37.01_Vollwärmeschutz 50cm		Einheit m² Bekleidete Fläche
33276	336.32.01	336.32.01_Innenputz		Einheit m² Bekleidete Fläche
33277	331.15.01	331.15.01_Leichtlochziegel 300-365mmm		Einheit m² Wandfläche
36551	351.15.01	351.15.01_Stahlbetondecke Ortbeton 18-20cm		Einheit m² Deckenfläche
36552	353.31.05	353.31.05_Deckenputz Kalkzement		Einheit m² Deckenfläche
36684	361.15.01	361.15.01_Stahlbetondach Ortbeton 18-20cm		Einheit m² Dachfläche
39168	332.14.01	332.14.01_ntr. Mauerwerkswand_KSS 11,5		Einheit m² Wandfläche
39169	335.54.01	335.54.01_Verblendmauerwerk		Einheit m² Wandfläche
78696	342.62.01	342.62.01_ntr. Innenwände_12cm		Einheit m² Wandfläche
134019	322.21.01	322.21.01_Fundamentplatte 20-30cm		Einheit m² Wandfläche
166422	364.32.81	364.32.81_Beschichtung, Putz, Anstrich, Farbe		Einheit m² Wandfläche
166890	335.17.03	335.17.03_Perimeterdämmung XPS		Einheit m² Bekleidete Fläche

Materialmengen (Ausschnitt)			
ElementID	MaterialID	Fläche	Volumen
204500	8599	298	59,51
209219	8599	249	49,78
208714	8608	302	60,44
208802	8608	168	33,48
208832	8608	25	4,97
208932	8608	37	7,4
204575	8609	290	29,01
204615	8609	227	22,73
204640	8609	7	0,72
204746	8609	233	23,33
204999	8609	57	5,68
208669	8609	250	24,98
208678	8609	250	25
208687	8609	250	25,02
204495	33274	102	24,58
204496	33274	266	63,77
204497	33274	164	39,35
204509	33274	53	12,76
204510	33274	82	19,67
204511	33274	28	6,82
204512	33274	52	12,4
204513	33274	19	4,5
204556	33274	136	32,65
204572	33274	82	19,76
204607	33274	82	19,58
204608	33274	56	13,47
204624	33274	31	7,33
208826	33274	30	7,18

Materialmengen (Ausschnitt)			
ElementID	MaterialID	Fläche	Volumen
208827	33274	52	12,41
208828	33274	18	4,34
208829	33274	65	15,71
208830	33274	49	11,78
208831	33274	27	6,37
211038	33274	34	8,09
204495	33275	102	8,19
204496	33275	266	21,27
204497	33275	164	13,1
204556	33275	136	10,9
204572	33275	82	6,59
204607	33275	82	6,53
204608	33275	56	4,47
204495	33276	102	2,05
204496	33276	266	5,31
204497	33276	164	3,28
204509	33276	53	1,06
204510	33276	82	1,64
208828	33276	19	0,4
208829	33276	65	1,31
208830	33276	49	0,98
208831	33276	27	0,53
211038	33276	34	0,67
204959	33277	30	5,88
204960	33277	50	10,03
204575	36551	290	58,01
204615	36551	227	45,45
204640	36551	7	1,43

Materialmengen (Ausschnitt)			
ElementID	MaterialID	Fläche	Volumen
204746	36551	233	46,65
204999	36551	57	11,36
208669	36551	250	49,96
208678	36551	250	50,01
208687	36551	250	50,04
204575	36552	290	5,8
204615	36552	227	4,55
204640	36552	7	0,14
204746	36552	233	4,67
204999	36552	57	1,14
208669	36552	250	5
208678	36552	250	5
208687	36552	250	5
204500	36684	298	74,39
209219	36684	249	62,22
208714	39169	302	18,13
208802	39169	167	10,02
208832	39169	25	1,47
208932	39169	37	2,22
204742	78696	30	3,64
204743	78696	18	2,16
204967	78696	17	2,04
204968	78696	14	1,64
204972	78696	13	1,59
204973	78696	17	2,04
204976	78696	49	5,84
204977	78696	16	1,89
204978	78696	15	1,83

Anhang C: Programmcode OO-Basic Datenbankabfrage

```
REM ***** BASIC * MODUL 1 * strukturelle Prozeduren *****
Global objDatabaseContext As Object
Global objDataSource AS Object
Global objConnection As Object
Global objResultSet As Object
Global DB AS Object
Global EO AS String
Global objStatement As Object
Global objDatei As Object
Global objBlaetter As Object
Global objBlatt As Object
Global objZelle As Object
Global Array_Kgr() As String
Global Array_ElementID() as String
Global Array_breite() as Double
Global Array_hoehe() as Double
Global Array_menge() AS Double
Global BGFWert As Double

-----
Sub BRI(Datenbank As String)
Fehler abfangen!!! Falls keine Phase Vorplanung vorhanden!!!
  Dim oRowSet as Object: Dim Volumen as Double: Dim Array_F() as Double: Dim Array_H() as Double
  BRI = 0: Volumen = 0
  setupRowset(„TLDA_Nebau“)
  oRowSet.Command = („Select eb.ansicht, ge.fläche, ph.name, eb.name From ebene eb, geschossdecken ge, phasen ph WHERE
  ge.Ebene=eb.ID AND ph.ID=ge.phaseerstellt AND ph.name= 'Entwurfsplanung' ORDER BY eb.ansicht“): oRowSet.execute
  i=0
  While oRowSet.Next: i = i + 1
    Redim Preserve Array_F(i): Redim Preserve Array_H(i)
    Array_H(i) = oRowSet.getDouble(1): Array_F(i) = Int(oRowSet.getDouble(2))
  Wend: i=1
  If Ubound(Array_H())<0 Then: BRI=“Fehler“: Exit Sub
  Else: Do While Array_H(i)<Array_H(Ubound(Array_H()))
    Dim t as Integer: t=1
    If Array_H(i)< Array_H(i+1) Then: Array_H(i)=Array_H(i+1)-Array_H(i)
    Else: Do While Array_H(i)=Array_H(i+t)
      t=t+1
      Loop
      Array_H(i)=Array_H(i+t)-Array_H(i)
    End If
    i=i+1
  Loop
  i=1
  Do While Array_H(i)<Array_H(Ubound(Array_H()))
    Volumen = Volumen+Array_H(i)*Array_F(i): i=i+1
  Loop
  DB_disconnect(DB): BRI=Volumen
End If
End Sub

-----
Sub initzeilen
sucht in spalte „A“ die Tabelle nach Kostengruppen ab, legt ein Array „Array_Kgr(ak)“ mit der KGr und deren Tab.Zeile an
  Dim allekgr As String:Dim content As String: Dim ak as Integer
  Legt die in der Tabelle vorhandenen Kostengruppen fest
  allekgr = „300,310,311,312,313,319,320,321,322,323,324,325,326,327,329, „ & _
  „330,331,332,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,349, „ & _
  „350,351,352,353,359,360,361,362,363,364,369,370,371,372,379, „ & _
  „390,391,392,393,394,395,396,397,398,399,400,410,420,430,440,450,460,470,480,490“
  objDatei = ThisComponent: objBlatt = objDatei.Sheets(1)
  ak = 1
  bei maximal 400 Zeilen
  For i=1 To 400
    objZelle = objBlatt.getCellRangeByName („A“ & i)
    Select Case objZelle.Type
      Case com.sun.star.table.CellContentType.TEXT: content = (Left(objZelle.String,3))
      Case Else: content = „false“
    End Select
  legt das Array mit allen Kostengruppen und deren Zeilen an
  If InStr(allekgr,content)>0Then
    Redim Preserve Array_Kgr(ak): Array_Kgr(ak) = CStr(Val(content & i)): ak =ak+1
  Else: End If
  Next
  i=1:ak=2
  kontrolle ob Kostengruppen doppelt vorhanden sind
```

```

Do While i < Ubound(Array_Kgr())
  Do While ak <= Ubound(Array_Kgr())
    If Left(Array_Kgr(i),3) <> Left(Array_Kgr(ak),3) Then: Else
      Dim bbb
      n1 = Right(Array_Kgr(i),Len(Array_Kgr(i))-3): n2 = Right(Array_Kgr(ak),Len(Array_Kgr(ak))-3)
      MsgBox „Kostengruppen in Zeile „ & n1 & „ und „ & n2 & „ doppelt vorhanden!“
      Redim Array_Kgr(1)
      Exit Sub
    End If
    ak=ak+1
  Loop: i=i+1: ak=i+1
Loop
End sub

```

```

Function kgrzeile(Kgr As Integer)
  liefert beim Angeben einer Kostengruppe deren Tab.Zeile zurück
  For i=1 To Ubound(Array_Kgr())
    If Val(Left(Cstr(Array_Kgr(i)),3)) = Kgr Then
      kgrzeile = Val(Right(Cstr(Array_Kgr(i)),Val(Len(Cstr(Array_Kgr(i)))-3))): Exit Function
    Else:End If
  Next
End Function

```

```

Function kgrnummer(Kgrzeile As Integer)
  liefert beim Angeben einer Zeile deren Kostengruppe zurück (falls vorhanden)
  For k=1 To Ubound(Array_Kgr())
    Dim bbbe: bbbe = Val(Right(Cstr(Array_Kgr(k)),Val(Len(Cstr(Array_Kgr(k)))-3))
    If bbbe = Kgrzeile Then
      kgrnummer = Val(Left(Cstr(Array_Kgr(k)),3)): Exit Function
    Else: End If
  Next
End Function

```

```

liefert beim Angeben einer Kostengruppe die Nummer im Array zurück
Function kgrid(Kgr As Integer)
  For i=1 To Ubound(Array_Kgr())
    If Val(Left(Cstr(Array_Kgr(i)),3)) = Kgr Then
      kgrid=i: Exit Function
    Else: End If
  Next
End Function

```

```

Sub ResetJaNein
  Dim JaNein As Integer
  JaNein = MsgBox(„Wirklich alles löschen?“ , 4+48,„Achtung!“)
  If JaNein = 6 Then: alles_loeschen
  Else:End If
End Sub

```

```

Sub alles_loeschen
  Dim schutzzeile As Integer: Dim zaehler As Integer: Dim bereich As Integer
  initzeilen()
  bereich=0: ak=1
  ThisComponent.sheets(1).getCellbyPosition(1,2).clearContents(31)
  ThisComponent.sheets(1).getCellbyPosition(3,2).clearContents(31)
  ThisComponent.sheets(1).getCellbyPosition(5,2).clearContents(31)
  schutzzeile = kgrzeile(Left(Cstr(Array_Kgr(ak)),3)
  For zaehler = kgrzeile(310) To kgrzeile(400)
    schutzzeile = Val(kgrzeile(Left(Cstr(Array_Kgr(ak)),3))
    If zaehler = schutzzeile Then
      ak=ak+1: BGRColor (220,220,200,7,zaehler)
      ThisComponent.sheets(1).getCellbyPosition(7,zaehler-1).clearContents(31)
      If bereich > 0 Then
        Clear((zaehler-1),(zaehler-bereich))
      Else: End If
      bereich = 0
    Else
      bereich = bereich +1
    End If
  Next
End Sub

```

```

Sub Inhalt(Array_ElementID,Array_menge,Kgr)
  erste = kgrzeile(Kgr) + 1: letzte = Val(kgrzeile(Left((Array_Kgr(kgrid(Kgr) + 1)),3))-1)
  Ermitteln der den ElementIDs entsprechenden Kurztexte
  zeile = kgrzeile(Kgr): ElementKurztext(Array_ElementID,0,zeile): zeile = kgrzeile(Kgr)
  Einschreiben derentsprechenden Wandflächen
  Menge (Array_menge,8,zeile)
  Ermitteln der den ElementIDs entsprechenden Kosten (mittelwert)

```

```

zeile = kgrzeile(Kgr)
Kostenkennwert(Array_ElementID,9,zeile)
End Sub

```

```

Sub ElementKurztext (Array_ElementID() As Array, spalte As Integer, zeile As Integer)
zeile = zeile+1
DB = DB_connect(„DB_Kosten“): objStatement = DB.createStatement()
For i = 1 To UBound(Array_ElementID())
objResultSet = objStatement.executeQuery _
(„SELECT kkw.Text_kurz FROM kkw_lb kkw WHERE kkw.ID= „& Array_ElementID(i) &““)
If Not IsEmpty( objResultSet()) Then
While objResultSet.next
Bautext (objResultSet.getString(1),spalte,zeile): zeile = zeile+1
Wend
Else: Errorhandle (3): End If
Next
End Sub

```

```

Sub Menge (Array_menge() As Array, spalte As Integer, zeile As Integer)
zeile = zeile+1
For i = 1 To UBound(Array_menge())
Bauwert (Array_menge(i),spalte,zeile): zeile=zeile+1
Next
End Sub

```

```

Sub Kostenkennwert (Array_ElementID() As Array, spalte As Integer, zeile As Integer)
DB = DB_connect(„DB_Kosten“): objStatement = DB.createStatement()
zeile = zeile+1
For i = 1 To UBound(Array_ElementID())
objResultSet = objStatement.executeQuery _
(„SELECT kkw.mittel FROM kkw_lb kkw WHERE kkw.ID= „& Array_ElementID(i) &““)
If Not IsEmpty( objResultSet()) Then
While objResultSet.next
Bauwert (objResultSet.getDouble(1),spalte,zeile): zeile=zeile+1
Wend
Else: Errorhandle (3): End If
Next
End Sub

```

```

schreibt Text in Zellen
Sub Bautext (inhalt As String,spalte As Integer,zeile As Integer)
objZelle = objBlatt.getCellByPosition (spalte,zeile-1): objZelle.String = inhalt: objZelle.CharColor = RGB(0,51,204)
End Sub

```

```

schreibt Werte in Zellen
Sub Bauwert (inhalt As Double,spalte As Integer,zeile As Integer)
objZelle = objBlatt.getCellByPosition (spalte,zeile-1): objZelle.Value = int(inhalt)
End Sub

```

```

bestimmt Farbe für den Zellhintergrund
Sub BGRColor (r,g,b,spalte,zeile) As Integer
objDatei = ThisComponent
objBlatt = objDatei.Sheets(1)
objZelle = objBlatt.getCellByPosition (spalte,zeile-1)
objZelle.CellBackColor = RGB(r,g,b)
End Sub

```

```

löscht Inhalte, setzt Schriftfarbe zurück auf schwarz
Sub Clear (erste As Integer, letzte As Integer)
Dim CellRange As String: CellRange = „A“&Cstr(erste)&“.J“&Cstr(letzte)
ThisComponent.sheets(1).getCellRangeByName(CellRange).clearContents(31)
ThisComponent.sheets(1).getCellRangeByName(CellRange).CharColor= RGB(0,0,0)
CharColor = RGB(0,51,204)
End Sub

```

```

setzt Arrays zurück (WICHTIG!!!!)
Sub redimArray
ReDim Array_ElementID():ReDim Array_menge()
End Sub

```

```

bereitet die DB-Abfrage vor
Sub setupRowset(Datenbank As String)
EO = Entwurfsoption_Name(EOpt): DB = DB_connect(Datenbank):objStatement = DB.createStatement()
objResultSet = createUnoService(„com.sun.star.sdb.RowSet“): objResultSet.activeConnection = DB
End Sub

```

```

verbindet mit in OpenOffice angemeldeten Datenbanken
Sub DB_connect (DB as String) as Object
Dim dbContext As Object: Dim oDataSource As Object

```

```

dbContext = createUnoService(„com.sun.star.sdb.DatabaseContext“)
oDataSource=dbContext.getByname(DB)
DB_connect=oDataSource.GetConnection(„“,““)
End Sub
-----
Sub DB_disconnect (DB as Object)
DB.close: DB.dispose()
End Sub
-----
liest die Entwurfsoption aus
Function Entwurfsoption_Name ()
objZelle = objBlatt.getCellRangeByName („J2“)
OptWahl = objZelle.Value
Select Case OptWahl
Case 1: Entwurfsoption_Name = „Massivbau“: Case 2: Entwurfsoption_Name = „Skelettbau“
Case Else: MsgBox „Entwurfsoption „ & OptWahl & „ nicht vorhanden!“, 32: Entwurfsoption_Name = „false“
End Select
End Function
-----

```

```

prüft, ob ein Resultset leer ist oder nicht nicht
Function resultpruef(objResultSet) As Integer
Dim pruef As Integer: pruef = 0
While objResultSet.Next
pruef = pruef + 1
Wend
If pruef = 0 Then
resultpruef = 0
Else: resultpruef = 1
End If
objResultSet.First: objResultSet.previous
End Function
-----

```

```

Sub Errorhandle (Index As Integer)
Select Case Index
Case 2: MsgBox „Keine Elemente im BIM!“: Case 3: MsgBox „Element nicht in BaukostenDB!“
Case Else: MsgBox „Falscher Errorhandle!“
End Select
End Sub
-----

```

REM ***** BASIC ***** MODUL 2 * Abfrage DB-Gebäudemodell **

```

Sub Verteiler
ResetJaNein
initzeilen(): Eo = Entwurfsoption_Name()
If Eo = „false“ Then: Exit Sub: Else: End If
BGF(): Obj_einwert ()
ermittlung („331“): ermittlung („332“): ermittlung („334“): ermittlung („335“): ermittlung („336“): ermittlung („337“)
ermittlung („341“):ermittlung („342“): ermittlung („344“): ermittlung („345“): ermittlung („346“): ermittlung („351“)
ermittlung („352“): ermittlung („353“): ermittlung („361“): ermittlung („363“): ermittlung („364“): objektvergleich
End Sub
-----

```

```

Function BGF()
ermittelt die BGF über die Summe der Flächen einzelner Geschossdecken in der Phase „Entwurfsplanung“
setupRowSet(„TLDA_Neubau“)
objResultSet.Command = („SELECT SUM(g.Fläche) FROM geschossdecken g,geschossdeckentypen gt, entwurfsoptionen e „ & _
„WHERE g.TypeID=gt.ID AND g.entwurfsoption=e.ID AND e.Name=“& EO &“ „): objResultSet.execute
While objResultSet.next
BGFWert = objResultSet.getDouble(1)
Wend
objResultSet.Close():objStatement.Close():DB_disconnect(DB)
ThisComponent.sheets(1).getCellbyPosition(3,3).clearContents(31)
Bauwert (BGFWert,3,3): BGF = BGFWert
End Function
-----

```

```

Sub ermittlung(KGr As String)
i=0
,Überprüft ob und wieviele Elemente der entspr. Kostengruppe vorhanden sind legt ein Array mit den unterschiedlichen KostenIDs an
Select Case Kgr
,Welche Wand-ElementIDs sind für die KKW's relevant, nachsehen in NeubauDB
Case „331“, „332“, „335“, „336“, „341“, „342“, „345“: redimArray(): setupRowset(„TLDA_Neubau“)
Kgrlike = Kgr & „%“
objResultSet.Command = („SELECT mi.baelement FROM materialmengen m, wände w, entwurfsoptionen e, materialien mi, „ & _
wandtypen wa WHERE w.ID=m.ElementID AND w.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name=“& EO &“ AND m.MaterialID=mi.ID „ & _
AND w.TypeID=wa.ID AND mi.Baelement LIKE „& KGrlike & „ GROUP BY mi.baelement“): objResultSet.execute
,Anlegen des dynamischen Arrays mit allen relevanten ElementIDs
While objResultSet.Next
i = i + 1: Redim Preserve Array_ElementID(i): Array_ElementID(i) = objResultSet.getString(1)
Wend
objStatement.Close(): DB_disconnect(DB)
,Auslesen der Wandflächen entspr. der ElementIDs
setupRowset(„TLDA_Neubau“)
-----

```

```

Dim Array_menge() as Double
DB = DB_connect(„TLDA_Neubau“): objStatement = DB.createStatement()
For i = 1 To UBound(Array_ElementID())
    objResultSet.Command = („SELECT SUM(m.fläche)FROM materialmengen m, wände w, entwurfsoptionen e, materialien mi,
    wandtypen wa WHERE w.ID=m.ElementID AND w.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &“ AND m.MaterialID=mi.ID
    AND w.TypeID=wa.ID AND mi.Bauelement= „& Array_ElementID(i) &““): objResultSet.execute
    While objResultSet.next
        Redim Preserve Array_menge(i): Array_menge(i) = objResultSet.getDouble(1)
    Wend
Next
objStatement.Close(): DB_disconnect(DB): Inhalt(Array_ElementID,Array_menge,Kgr)

```

```

,Elementierte Wände (Fassaden)
Case „337“, „346“: redimArray(): setupRowset(„TLDA_Neubau“)
Kgrlike = Kgr & „%“
objResultSet.Command = („SELECT wt.bauelement FROM wände wa, entwurfsoptionen e, wandtypen wt „ & _
„WHERE wa.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &“ AND wa.TypeID=wt.ID AND wt.Bauelement LIKE „& KGrlike &““ & _
„GROUP BY wt.bauelement“): objResultSet.execute
,Anlegen des dynamischen Arrays mit allen relevanten ElementIDs
i=0
While objResultSet.Next
    i = i + 1: Redim Preserve Array_ElementID(i): Array_ElementID(i) = objResultSet.getString(1)
Wend
objStatement.Close(): DB_disconnect(DB)
,Auslesen der Fassadenflächen entspt. der ElementIDs
setupRowset(„TLDA_Neubau“)
For i = 1 To UBound(Array_ElementID())
objResultSet.Command = („SELECT SUM(wa.fläche)FROM wände wa, entwurfsoptionen e, wandtypen wt WHERE “ & _
wa.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &“ AND wa.TypeID=wt.ID AND wt.Bauelement LIKE „& Array_ElementID(i) &“““)
objResultSet.execute
While objResultSet.next
    Redim Preserve Array_menge(i)
    Array_menge(i) = objResultSet.getDouble(1)
Wend
Next
objStatement.Close():DB_disconnect(DB): Inhalt(Array_ElementID,Array_menge,KGr)

```

```

,Welche Tür-und Fenster ElementIDs sind für die Kkws relevant
Case „334“, „344“: redimArray(): setupRowset(„TLDA_Neubau“)
,Holen der Fenster-BauelementIDs
Kgrlike = Kgr & „%“
objResultSet.Command = („SELECT ft.bauelement FROM fenster fe, entwurfsoptionen e, fenstertypen ft „ & _
„WHERE fe.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &“ AND fe.TypeID=ft.ID AND ft.Bauelement LIKE „& KGrlike &““ „ & _
„GROUP BY ft.bauelement“):objResultSet.execute
,Anlegen des dynamischen Arrays mit allen relevanten ElementIDs
i=0
While objResultSet.Next
    i = i + 1: Redim Preserve Array_ElementID(i): Array_ElementID(i) = objResultSet.getString(1)
Wend
objStatement.Close():DB_disconnect(DB)
,Holen der Tür-BauelementIDs
setupRowset(„TLDA_Neubau“)
objResultSet.Command = („SELECT tt.bauelement FROM türen tu, entwurfsoptionen e, türtypen tt „ & _
„WHERE tu.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &“ AND tu.TypeID=tt.ID AND tt.Bauelement LIKE „& KGrlike &““ „ & _
„GROUP BY tt.bauelement“): objResultSet.execute
,Anlegen des dynamischen Arrays mit allen relevanten ElementIDs
While objResultSet.Next
    i = i + 1: Redim Preserve Array_ElementID(i): Array_ElementID(i) = objResultSet.getString(1)
Wend
objStatement.Close():DB_disconnect(DB)
,Auslesen der Fensterflächen entspt. der ElementIDs
setupRowset(„TLDA_Neubau“)
i2=1
For i = 1 To UBound(Array_ElementID())
    objResultSet.Command = („Select ft.breite, ft.höhe From fenstertypen ft, fenster f, entwurfsoptionen e WHERE „ & _
„ft.ID=f.TypeID AND f.entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &“ AND ft.Bauelement LIKE „& Array_ElementID(i) &“““)
    objResultSet.execute
    Redim Preserve Array_menge(i)
    If resultpruef(objResultSet)=1 Then
        While objResultSet.Next
            i2 = i2 + 1: Redim Preserve Array_breite(i2): Redim Preserve Array_hoehe(i2)
            Array_breite(i2) = objResultSet.getDouble(1): Array_hoehe(i2) = objResultSet.getDouble(2)
            Array_menge(i) = Array_menge(i)+Array_breite(i2)*Array_hoehe(i2)
        Wend
    Else: End If
Next
objResultSet.Close():DB_disconnect(DB)
i=i-1
,Auslesen der Türfläche entspt. der ElementIDs

```

```

setupRowset(„TLDA_Nebau“)
i2=1
If Ubound(Array_ElementID()) > -1 Then
  For i = i-1 To Ubound(Array_ElementID())
    objResultSet.Command = („Select tt.breite, tt.höhe From türtypen tt, türen tu, entwurfsoptionen e WHERE „ & _
    „tt.ID=tu.TypID AND tu.entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &““ AND tt.Bauelement LIKE „& Array_ElementID(i) &““)
    objResultSet.execute
    Redim Preserve Array_menge(i)
    If resultpruef(objResultSet)=1 Then
      While objResultSet.Next
        i2 = i2 + 1: Redim Preserve Array_breite(i2):Redim Preserve Array_hoehe(i2)
        Array_breite(i2) = objResultSet.getDouble(1): Array_hoehe(i2) = objResultSet.getDouble(2)
        Array_menge(i) = Array_menge(i)+Array_breite(i2)*Array_hoehe(i2)
      Wend
    Else: End If
  Next
Else : End If
objResultSet.Close(): DB_disconnect(DB): Inhalt(Array_ElementID,Array_menge,KGr)

```

```

Welche Geschossdecken-ElementIDs sind für die KKW's relevant, nachsehen in NebauDB
Case „351“, „352“, „353“: redimArray(): setupRowset(„TLDA_Nebau“)
Kgrlike = Kgr & „%“
objResultSet.Command = („SELECT mi.baelement FROM materialmengen m, geschossdecken g, entwurfsoptionen e, „ & _
„materialien mi, geschossdeckentypen gt WHERE g.ID=m.ElementID AND g.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &““ „ & _
„AND m.MaterialID=mi.ID AND g.TypID=gt.ID AND mi.Bauelement LIKE „& KGrlike &““ „ & _
„GROUP BY mi.baelement“): objResultSet.execute
,Anlegen des dynamischen Arrays mit allen relevanten ElementIDs
i=0
While objResultSet.Next
  i = i + 1: Redim Preserve Array_ElementID(i): Array_ElementID(i) = objResultSet.getString(1)
Wend
objStatement.Close(): DB_disconnect(DB)
,Auslesen der Geschossdeckenflächen entspt. der ElementIDs
setupRowset(„TLDA_Nebau“)
For i = 1 To Ubound(Array_ElementID())
objResultSet.Command = („SELECT SUM(m.fläche)FROM materialmengen m, geschossdecken g, entwurfsoptionen e, „ & _
„materialien mi, geschossdeckentypen gt WHERE g.ID=m.ElementID AND g.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &““ „ & _
„AND m.MaterialID=mi.ID AND g.TypID=gt.ID AND mi.Bauelement= „& Array_ElementID(i) &““): objResultSet.execute
While objResultSet.next
  Redim Preserve Array_menge(i): Array_menge(i) = objResultSet.getDouble(1)
Wend
Next
objStatement.Close(): DB_disconnect(DB): Inhalt(Array_ElementID,Array_menge,KGr)
,Welche Dach-ElementIDs sind für die KKW's relevant, nachsehen in NeubauDB
Case „361“, „363“, „364“: redimArray(): setupRowset(„TLDA_Nebau“)
Kgrlike = Kgr & „%“
objResultSet.Command = („SELECT mi.baelement FROM materialmengen m, dächer da, entwurfsoptionen e, „ & _
„materialien mi, dachtypen dt WHERE da.ID=m.ElementID AND da.Entwurfsoption=e.ID AND e.Name =“& EO &““ AND „ & _
„m.MaterialID=mi.ID AND da.TypID=dt.ID AND mi.Bauelement LIKE „& KGrlike &““ GROUP BY mi.baelement“)
objResultSet.execute
,Anlegen des dynamischen Arrays mit allen relevanten ElementIDs
i=0
While objResultSet.Next
  i = i + 1: Redim Preserve Array_ElementID(i): Array_ElementID(i) = objResultSet.getString(1)
Wend
objStatement.Close():DB_disconnect(DB)
,Auslesen der Dachflächen entspt. der ElementIDs
setupRowset(„TLDA_Nebau“)
For i = 1 To Ubound(Array_ElementID())
objResultSet = objStatement.executeQuery („SELECT SUM(m.fläche)FROM materialmengen m, dächer d, „ & _
„entwurfsoptionen e, materialien mi, dachtypen dt WHERE d.ID=m.ElementID AND d.Entwurfsoption=e.ID AND „ & _
„e.Name =“& EO &““ AND m.MaterialID=mi.ID AND d.TypID=dt.ID AND mi.Bauelement= „& Array_ElementID(i) &““)
While objResultSet.next
  Redim Preserve Array_Wandfl(i): Array_Wandfl(i) = objResultSet.getDouble(1)
Wend
Next
objStatement.Close(): DB_disconnect(DB): Inhalt(Array_ElementID,Array_Wandfl,KGr)
Case Else: MsgBox „Kostengruppe „ & Case3 & „, nicht ermittelbar!“, 48
End Select
End Sub
REM ***** BASIC ***** MODUL 1 * Vergleich Referenzobjekte *****
Sub objektvergleich
  initzeilen(): Dim content As String: Dim Array_Kgr2() As Integer: Dim content2 As Double: Dim Abweichung As Double
,Kontrolle ob Objekttyp in DB vorhanden
  If Objekttyp(„nm“) = „false“ Then: Exit Sub: Else: End If
  For i=1 To Ubound(Array_Kgr())
    If Val(Right(Left(Array_Kgr(i),3),1)) = 0 Then
      Kgr = Val(Left(Array_Kgr(i),3))
      zeile = kgrzeile(Kgr)

```

```

objZelle = objBlatt.getCellRangeByName („K“ & zeile)
content2 = objZelle.Value
If Abfr_vergl(Kgr)<> 0 Then
    Abweichung = ((content2*100)/Abfr_vergl(Kgr))-100
    If Abweichung <=-10 Then: BGRColor (0,204,0,7,zeile)
    Else:If Abweichung <=-5 Then: BGRColor (150,200,140,7,zeile)
    Else:If Abweichung <=5 Then: BGRColor (200,200,200,7,zeile)
    Else:If Abweichung <=10 Then: BGRColor (200,160,160,7,zeile)
    Else:BGRColor (200,30,30,7,zeile)
End If: End If: End If: End If
Else
    ,Falls keine Referenzwerte in Obj.DB vorhanden
    Abweichung=0: BGRColor (100,100,100,7,zeile)
End If: End If
Bauwert(Fix(Abweichung),7,zeile)
Next
End sub

```

```

Function Abfr_vergl(kennwert As String)
    Dim ObjekttypID As Integer: ObjekttypID=Objekttyp(„id“)
    BGFWert = BGF()
    kennwert = „ob.“ & kennwert & „m“
    setupRowset(„DB_Kosten“)
    Abfrage = „ SELECT „& kennwert &“ FROM objekte ob WHERE ob.TypeID= „& ObjekttypID &“ „
    objResultSet = objStatement.executeQuery(Abfrage)
    If Not IsEmpty( objResultSet()) Then
        While objResultSet.next
            Abfrage = objResultSet.getDouble(1): Abfr_vergl = BGFWert*Abfrage
        Wend
    Else: Errorhandle (3)
    End If
End Function

```

,Ergänzt Kostengruppen aus der Objektdatenbank nach der Einwertmethode

```

Sub Obj_einwert ()
    i = 1
    Dim einwert As Double: Dim KgrKW: Dim Abfrage As String: Dim zeile As Integer
    Dim ObjekttypID As Integer: Dim ObjekttypName As String: Dim refzeile (1 To 13)AS Integer
    ObjekttypID=Objekttyp(„id“): ObjekttypName=Objekttyp(„nm“)
    BGFWert = BGF()
    ,folgende KGr werden aus der Referenzobjekt-Db ermittelt
    refzeile(1)= kgrzeile(310): refzeile(2)= kgrzeile(320): refzeile(3)= kgrzeile(370): refzeile(4)= kgrzeile(390)
    refzeile(5)= kgrzeile(410): refzeile(6)= kgrzeile(420): refzeile(7)= kgrzeile(430): refzeile(8)= kgrzeile(440): refzeile(9)= kgrzeile(450)
    refzeile(10)= kgrzeile(460): refzeile(11)= kgrzeile(470): refzeile(12)= kgrzeile(480): refzeile(13)= kgrzeile(490)
    setupRowset(„DB_Kosten“)
    For i = 1 To UBound(refzeile())
        zeile = refzeile(i)+1
        KgrKW = „ob.“ & kgrnummer(refzeile(i)) & „m“
        objResultSet = objStatement.executeQuery(„ SELECT „& KgrKW &“ FROM objekte ob WHERE ob.TypeID= „& ObjekttypID &“ „)
        If Not IsEmpty( objResultSet()) Then
            While objResultSet.next
                ThisComponent.sheets(1).getCellbyPosition(8,zeile).clearContents(31)
                ThisComponent.sheets(1).getCellbyPosition(9,zeile).clearContents(31)
                einwert = objResultSet.getDouble(1)
                Bautext(„Referenz: „ & ObjekttypName),0,zeile)
                Bauwert(BGFWert,8,zeile)
                Bauwert(einwert,9,zeile)
            Wend
        Else: Errorhandle (3)
        End If: Next
    End Sub

```

```

Function Objekttyp (idname As String)
    objZelle = objBlatt.getCellRangeByName („J3“)
    OptIDWahl = objZelle.Value
    setupRowset(„DB_Kosten“)
    objResultSet.Command = („ SELECT ob.TypeName FROM objekte ob WHERE ob.TypeID= „& OptIDWahl &“ „): objResultSet.execute
    If resultpruef(objResultSet)=1 Then
        Select Case idname
            Case „id“: Objekttyp = OptIDWahl
            Case „nm“
                While objResultSet.next
                    Objekttyp = objResultSet.getString(1)
                Wend
        End Select
    Else: Objekttyp = „false“: MsgBox „Objekttyp „ & „“ & OptIDWahl & „“ & „ in Datenbank nicht vorhanden!“,32
    End If
End Function

```


Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit mit dem Thema

„BIM im Planungsprozess - Gebäudedatenmodell und Kostenermittlung“

selbständig angefertigt und mich fremder Hilfe nicht bedient habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß veröffentlichtem oder unveröffentlichtem Schrifttum entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Weimar, 14. Januar 2008

.....

