Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

DIPLOMARBEIT

BIM im Bestand

Building Information Modeling als Inventarisierungswerkzeug

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs unter der Leitung von

Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in techn. Iva Kovacic

Dipl.-Ing. Dr.in techn. Meliha Honic-Eser

E210-01

Institut für Hoch- und Industriebau

Forschungsbereich Integrale Planung und Industriebau

eingereicht an der **Technischen Universität Wien**

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Nikolas Karhan

0825775

Wien, November 2023

Kurzfassung

Die Erfassung von gebautem Bestand über Konsenspläne, Fotodokumentationen und manueller Vermessung ist meist sehr zeitintensiv und mit großem Aufwand verbunden. Durch aktuelle Entwicklungen im Bereich von Building Information Modeling und der digitalen Gebäudevermessung mittels Laserscanning entstehen neue Möglichkeiten bei der Bestandsaufnahme. Ziel dieser Arbeit ist es diese Potentiale von BIM hinsichtlich einer Inventarisierung von Baubestand zu untersuchen.

Durch Literaturrecherche und Interviews mit Experten aus der Praxis soll sowohl ein Überblick über den Stand der Technik, als auch über den Stand der Forschung und kommende Entwicklungen verschafft werden. Im nächsten Schritt soll die BIM Bestandsmodellierung anhand einer Fallstudie an einem realen Gebäude selbst überprüft werden. Die Ergebnisse daraus sollen helfen, die Herangehensweise und Probleme bei der Bestandaufnahme aufzuzeigen. Der Fokus liegt auf der Darstellung der aktuell gängigen Methoden in der Praxis und es wird mittels eines Leitfadens eine Hilfestellung bei der Herangehensweise mit Building Information Modeling im Bestand gegeben.

Abstract

The survey of existing building stock via consensus plans, photo documentations and manual measurements is usually associated with labor-intensive and time consuming workflows. Current developments in the fields of Building Information Modeling and digital building survey using laser scanning create new possibilities for taking stock.

The aim of this diploma thesis is to review the potentials of Building Information Modeling for inventory purposes. Literature research and interviews with experts on the field should provide an overview of the state of the art as well as a state of research and future developments. In the next step, the as-built BIM workflow is to be checked using a case study of a real building. The results should help to show the approach and problems in the survey of existing building stock via BIM. Focus is to point out the currently common methods in practice and a guideline should be given to help with the approach with Building Information Modeling as an inventory tool.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Inhaltsübersicht

Kurzfassung 2
Abstract 2
Inhaltsübersicht 3
Inhaltsverzeichnis 5
1. Einleitung 8
2. Methodik 11
3. Erhebung Stand der Forschung/Stand der Technik 20
4. Qualitative Forschung / Experteninterviews 53
5. Fallstudie – Modellierung 84
6. Ergebnisse 96
7. Conclusio 107
8. Nachtrag Erkenntnisvergleich 108
Literaturverzeichnis 110
Abbildungsverzeichnis 113
Tabellenverzeichnis 115
Anhang 116

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abkürzungsverzeichnis

AEC	Architecture, Engineering, and Construction
BIM	Building Information Modeling
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer-Aided Facility Management
FM	Facility Management
IFC	Industry Foundation Classes
GP	Gebäudepass
GPR	Ground Penetrating Radar
GPS	Global Positioning System
LOD	Level of Detail
MGP	Materieller Gebäudepass
UGS	Umgangssprachlich
RFI	Request for Information
RFID	Radio Frequency Identification
TGA	Technische Gebäudeausrüstung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung **2**

Abstract **2**

Inhaltsübersicht **3**

Inhaltsverzeichnis **5**

1. Einleitung **8**

1.1 Problemstellung, Zielsetzung und Forschungsfragen 9

1.2 Aufbau der Arbeit 10

2. Methodik **11**

2.1 Literaturrecherche 11

2.2 Qualitative Forschung / Experteninterviews 11

Leitfadeninterview 11

Experten-Interview 12

Der Interviewleitfaden 13

Transkription 15

Auswertung 16

2.3 Fallstudie 19

3. Erhebung Stand der Forschung/Stand der Technik **20**

3.1 Building Information Modeling (BIM) 20

Stand der Einführung von BIM 22

BIM Arbeitsumgebungen: little – big – closed – open 24

BIM Level - Entwicklungsstufen der BIM Methode 25

BIM im Bestand 27

3.2 Bauaufnahme 29

Koordinatensystem 30

Handaufmaß 32

Elektronisches Handaufmaß 32

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Tachymetrie 34
Photogrammetrie 36
Videogrammetrie 39
Laserscanning 39
Tagging 42
3.3 Automatisiertes Scan-to-BIM 43
3.4 Materieller Gebäudepass 49
Gebäudepass 49
BIM basierter Gebäudepass 50
4. Qualitative Forschung / Experteninterviews 53
4.1 Vorbereitung und Ablauf der Interviews 53
Der Interviewleitfaden 55
Durchführung der Interviews und Transkription 57
4.2 Interviewauswertung 58
Analyse und Auswertung 59
Zusammenfassung Tabellen 74
Workflows zur Bestandaufnahme in der Praxis 79
5. Fallstudie – Modellierung 84
Kurzübersicht 85
Workflow Fallstudie 86
Datenvorbereitung 87
Modellierung 90
Nachbereitung 93
Modellweitergabe 94
Schwierigkeiten bei der Modellierung 94
Ergänzung materieller Gebäudepass 95
6. Ergebnisse 96
6.1 Stand in der Praxis 96

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Experteninterviews 96
Fallstudie 98
6.2 Forschung und Entwicklung 99
6.3 Leitfaden für Scan-to-BIM 100
Projektplanung 100
Vorbereitung der Vermessung 101
Datenerhebung 102
Aufbereitung 102
Modellierung 103
Nachbearbeitung 104
6.4 Aktualität und Verbesserungsvorschläge 105
Aktualität 105
Verbesserungsvorschläge 106
7. Conclusio 107
8. Nachtrag Erkenntnisvergleich 108
Literaturverzeichnis 110
Abbildungsverzeichnis 113
Tabellenverzeichnis 115
Anhang 116
Interviewauswertung: Extraktionsergebnisse 116
Interviews mit Extraktionsmarker: 133
Interview 1 133
Interview 2 143
Interview 3 162
Interview 4 173

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

1. Einleitung

Der Begriff des Building Information Modeling, kurz BIM genannt, wurde schon vor gut 20 Jahren eingeführt. Darunter zu verstehen ist eine neue Arbeits- bzw. Planungsmethode, welche den Anspruch erhebt, alle sowohl physikalischen als auch funktionalen Eigenschaften eines Bauwerks zu enthalten, und zwar von den ersten Planungsschritten bis hin zum Rückbau. Dies geschieht mit Hilfe von umfassenden digitalen Darstellungen des Bauwerks, deshalb ist neben leistungsfähiger Software auch ein wesentliches Umdenken in den Arbeitsabläufen der Planung, dem Bau und dem Betrieb von Bauwerken erforderlich.(Fellendorf und Heck 2014, 1f) In den letzten Jahren hat BIM eine laufend steigende Aufmerksamkeit von Forschung und Wirtschaft erhalten und mittlerweile die gesamte Bauindustrie verändert, wobei der Hauptaugenmerk und Entwicklungsfokus dabei aber auf Neubauten liegt. Die jährliche Neubaurate ist jedoch im einstelligen Prozentbereich. Eine steigende Nachfrage zur Erhaltung und Modernisierung von Bestandsgebäude, auch hinsichtlich des Energieverbrauchs wird bisher noch nicht ausreichend gedeckt.(Scherer und Katranuschkov 2018, 1). Entwicklungen dazu, wie der Materielle Gebäudepass setzen dort an, aber auch dazu ist auch eine vorhandene Plangrundlage nötig. Entwicklungen im Bereich der digitalen Gebäudevermessung wie immer leistungsfähigere Laserscanner bieten kombiniert mit Building Information Modeling bieten ein großes Potential effektiv nutzerorientierte Bestandsmodelle zu erstellen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

1.1 Problemstellung, Zielsetzung und Forschungsfragen

Die Erfassung von gebautem Bestand über Konsenspläne, Fotodokumentationen und manuellen Vermessungen ist meist mit großem Aufwand verbunden. Durch aktuelle Entwicklungen im Bereich von BIM und der digitalen Gebäudevermessung entstehen neue Möglichkeiten bei der Baubestandsaufnahme, um effektiv zweckorientierte Bestandsmodelle zu erstellen.

Ziel dieser Arbeit ist es Potentiale von Building Information Modeling hinsichtlich einer Inventarisierung von Baubestand zu untersuchen. Dabei soll der derzeitig in der Praxis gängige Stand mithilfe von Experten erhoben, ausgewertet und anhand einer Fallstudie selbst getestet werden. Zusätzlich soll ein Einblick in aktuelle Entwicklungen aus der Forschung auf diesem Gebiet verschafft werden.

Die Forschungsfragen dazu lauten:

Wie ist der aktuelle Stand in der Praxis bei der Verwendung von BIM bei Bestandsgebäuden?

Was wird auf dem Gebiet von BIM im Bestand entwickelt? Wie funktioniert automatisierte Scan-to-BIM-Software und was sind aktuelle Methoden und Anwendungen von Bestandsmodellen.

Die Ergebnisse daraus sollen helfen, die Herangehensweise und Probleme bei der Bestandaufnahme aufzuzeigen und daraus Hilfestellungen abzuleiten, um BIM besser als Inventarisierungswerkzeug nutzen zu können. Daraus soll ein Leitfaden für den Umgang mit Scan-to-BIM entstehen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

1.2 Aufbau der Arbeit

Arbeitsmethodik Diplomarbeit

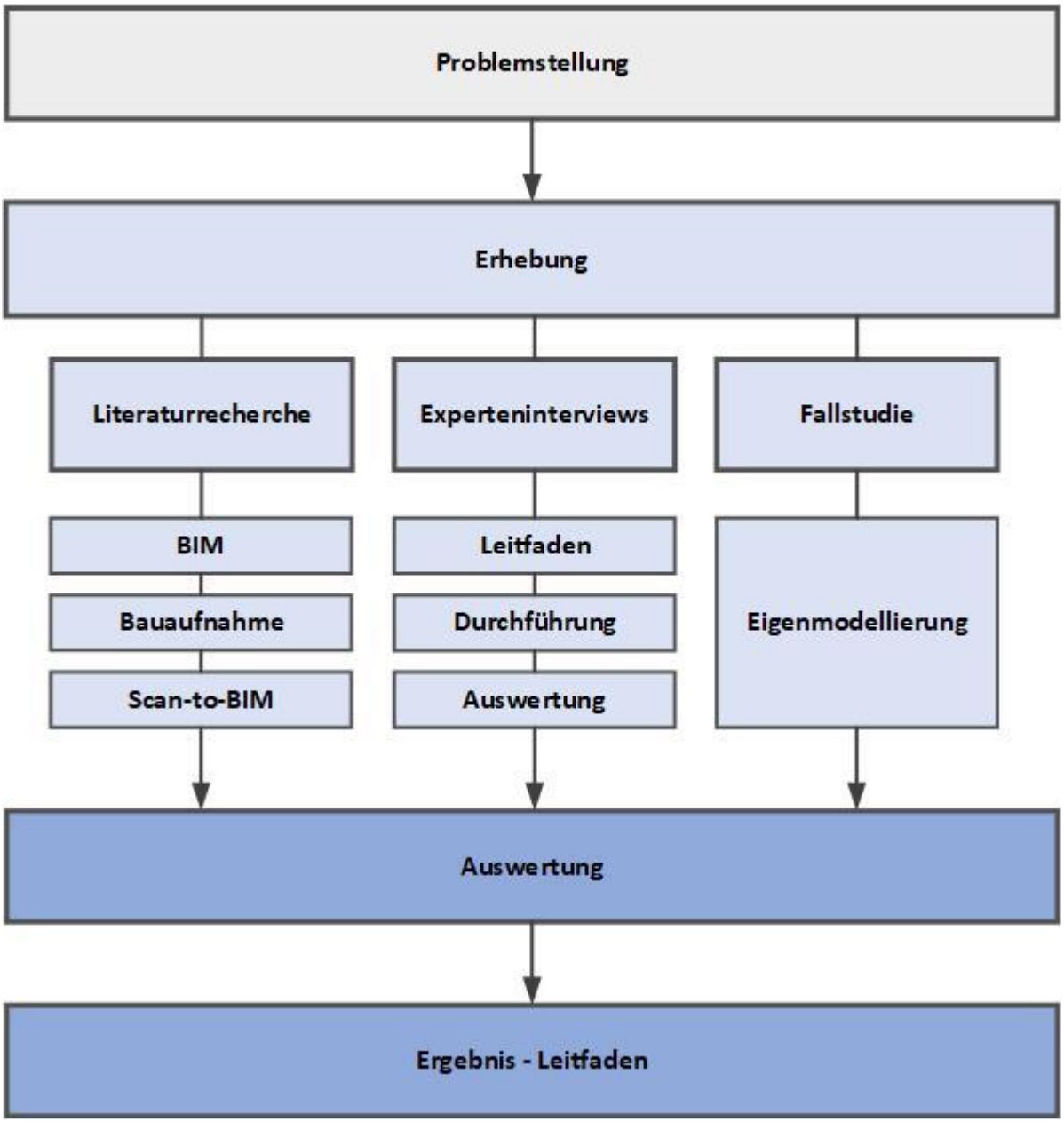


Abbildung 1: Arbeitsmethodik, Vorgehensweise bei der Diplomarbeit, eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2. Methodik

2.1 Literaturrecherche

Im Zuge dieser Arbeit wird mittels Literaturrecherche, der systematischen Suche in Bibliothek und wissenschaftlichen Datenbanken, ein Überblick über aktuelle Entwicklungen und den Stand der Forschung gegeben. Dabei konnte mithilfe der TU Bibliothek und dem dadurch gegebenen Zugriff auf unzählige Onlineressourcen eine Vielzahl an Printmedien und virtueller Literatur herangezogen werden. Speziell wissenschaftliche Forschungsartikel sind oft in englischer Sprache veröffentlicht. Im Zuge dieser Arbeit wurden eigene Vergleiche und Bezüge darauf jedoch frei übersetzt und deutschsprachig verwendet. Eine Ausnahme davon bilden einzelne Fachbegriffe.

2.2 Qualitative Forschung / Experteninterviews

Dieses Kapitel behandelt die Methoden zur Erhebung des aktuellen Standes auf dem Gebiet der Nutzung von BIM im Bestand in Österreich. Da es sich um ein sehr spezielles Thema handelt, wurde die Methode des Experteninterviews aus dem Bereich der qualitativen Interviewforschung gewählt.

Um einen Überblick zu schaffen, wird sowohl das Experteninterview beschrieben, als auch auf den dazugehörigen Interviewleitfaden eingegangen. Des Weiteren wird die Durchführung, Transkription und Auswertung der Interviews behandelt.

Leitfadeninterview

„Die Befragung ist generell die in den empirischen Sozialwissenschaften am häufigsten eingesetzte Datenerhebungsmethode.“(Döring und Bortz 2016, 356)

Das Leitfadeninterview ist eigentlich ein Sammelbegriff für eine bestimmte Art und Weise der qualitativen Interviewführung. Dabei wird die Kommunikation während des Interviews mit einem Interviewleitfaden strukturiert um einem bestimmten Themenweg zu folgen. Diese Strukturierung kann unterschiedlich stark ausfallen. Leitfäden die das Interview sehr wenig strukturieren lassen den Befragten die Möglichkeit den Gesprächsfluss selbst zu steuern. Hierbei ist der Interviewleitfaden nur als Hilfestellung zu sehen um sicherzustellen, dass bestimmte Themen im Interview auch tatsächlich behandelt werden, welche dann anhand von teilweise sehr

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

offenen und vage formulierten Fragen angesprochen werden. Dabei kann der Leitfaden nur Stichworte enthalten. Auf der anderen Seite können Interviewleitfäden auch genau ausgearbeitet werden und eine große Anzahl an dezidierten fragen enthalten, welche den Befragten gestellt werden. Diese Leitfäden steuern das Interview stärker, deshalb muss darauf geachtet werden, dass die vorformulierten Fragen anregend für Erzählungen und nicht zu sehr einschränkend sind.(Kruse 2014, 206f)

> „Leitfadeninterviews haben sich als wohl meist angewendete Interviewmethode in der Praxis qualitativer bzw. auch rekonstruktiver Sozial-/Interviewforschung etabliert. Es zeigt sich sowohl auf methodologischer als auch auf forschungspraktischer Ebene, das Leitfadeninterviews in einem *Spannungsfeld von Offenheit und Strukturierung* stehen.“(Kruse 2014, 213)

Experten-Interview

Das Experten-Interview stellt keine eigene Interviewform da, es ist eigentlich eine anwendungsfeldbezogene Variante eines Leitfadeninterviews. Das Spezielle daran ist weniger die Form der Durchführung als vielmehr die Zielgruppe der Experten. Diese sind nicht an sich im Forschungsinteresse des Interviews, sondern gelten im Rahmen eines informationsorientierten Ansatzes als Repräsentanten für Handlungs- und Sichtweisen sowie Wissenssysteme einer bestimmten Expertengruppe oder eines Fachgebietes. Aufgrund dieses expertiseartigen und informationsorientierten Forschungsinteresses hat ein Interviewleitfaden beim Experteninterview eine stark steuernde und strukturierende Funktion. Es werden dabei sehr konkrete und teilweise auch direktive Fragen gestellt um Einschätzungen der Experten zu einem spezifischen Thema einzuholen. Daher realisieren sich Experten-Interviews oft auch an der Grenze zu einem Fachgespräch.(Vgl. Kruse 2014, 168f)

Ein Experte ist ein Spezialist oder auch Sach- und Fachkundiger genannt. Eine Solche Person hat sich auf einem speziellen Fachgebiet überdurchschnittliches Wissen und Fähigkeiten angeeignet, was sowohl theoretisch als auch praktisch sein kann.(Kultusministerkonferenz 1995) In diesem Fall handelt es sich um Experten die Wissen und Erfahrung auf dem Gebiet von BIM, speziell angewendet auf Bestandsgebäude haben. In diese Gruppe fallen Beispielsweise Personen aus den

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Gebieten von Architektur, Vermessungswesen, Bauingenieurswesen oder auch aus der Softwareentwicklung. Ebenso möglich wären Experten aus der Archäologie oder einer Vielzahl anderer Fachgebiete.

Der Interviewleitfaden

> „Der Interviewleitfaden ist ein Blatt Papier, auf dem die Fragen stehen, die man dem Interviewpartner im Verlauf des Interviews stellen will. Er ist also ein ‚Erhebungsinstrument'. Im Unterschied zum standardisierten Fragebogen bildet der Leitfaden lediglich eine Art Gerüst, das heißt, er belässt dem Interviewer weitgehende Entscheidungsfreiheit darüber, welche Frage wann in welcher Form gestellt wird." (Gläser und Laudel 2004, 138)

Die Vorbereitung des Leitfadens spielt eine große Rolle und hat natürlich direkten Einfluss auf die zu führenden Interviews. Der Leitfaden sollte die einzige schriftliche Unterstützung während des Interviews sein, da man nicht gleichzeitig ein Interview führen kann und durchgehend in Unterlagen suchen sowie Fragen entwickeln kann. Durch den Leitfaden wird auch sichergestellt, dass bei mehreren Interviews immer gleichartige Informationen erhoben werden und alle im Vorhinein überlegten Themengebiete behandelt werden. Es können sich auch Abweichungen vom Interviewleitfaden ergeben, vor allem wenn zu Themen nachgefragt werden muss oder falls durch Antworten des Interviewpartners mehrere Fragen verknüpft werden. Bei der Überlegung der Fragen ist Grundsätzlich darauf zu achten, alle Fragen klar und verständlich zu formulieren. Einfache Fragen sind meist multiplen Fragen vorzuziehen, da diese nur ein Thema behandeln. Fragen sind möglichst neutral zu formulieren und Suggestivfragen sind zu vermeiden, da diese eine bestimmte Antwort nahelegen. (Gläser und Laudel 2004, 136ff) Bei der Erstellung eines Interviewleitfadens ist eine Methodische Herangehensweise gefragt, dabei empfiehlt Jan Kruse die sogenannte SPSS-Methode nach Helfferich. Bei Dieser kommen folgende vier Phasen zum Einsatz. Zuerst werden in einer Art Brainstorming viele Fragen gesammelt. Im nächsten Schritt wird jede Frage auf ihre Tauglichkeit überprüft und gegebenenfalls wieder ausgeschieden. Danach werden alle übrig gebliebenen Fragen sortiert. Im letzten Schritt werden alle geprüften fragen in den Leitfaden eingeordnet. Dieses Phasenmodell ist nicht statisch zu sehen, da die einzelnen Schritte oft miteinander verbunden sind oder wiederholt werden können.(Kruse 2014, 231) Ein Interviewleitfaden kann grundsätzlich eine

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

unbestimmte Anzahl an Fragen enthalten, aber es ist je nach Themengebiet und Offenheit der Fragen damit zu rechnen, 8 bis 15 Fragen in einer Stunde Interviewzeit behandeln zu können. Der Leitfaden sollte übersichtlich sein und nicht mehr als zwei Seiten umfassen. Es ist zu überlegen ob die Fragen ausformuliert sind oder nur aus Stichworten bestehen. Gläser und Laudel plädieren für das Ausformulieren, was den Vorteil bringt, dass alle Interviewpartner die Fragen annähernd gleich gestellt bekommen.(Gläser und Laudel 2004, 140)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Transkription

> „Nach der Durchführung und Aufnahme eines Interviews stellt sich die Frage, wie dieses verschriftlicht – *transkribiert* –werden soll. Ziel der Transkription ist es, Audio-Daten in eine Form zu überführen, die eine zeitlich entlastete sowie methodisch systematische und umfassende Auswertungsarbeit ermöglicht.“(Kruse 2014, 349)

Die aufgezeichneten Interviews sollten möglichst vollständig transkribiert werden. Eine Alternative dazu wäre, dass der Interviewer den Tonmitschnitt abhört und dabei die wesentlichen Aussagen zusammenfasst. Dabei gibt es aber den Einwand, dass dadurch eine methodisch nicht kontrollierte Reduktion von Informationen geschieht. Da es für die Transkription von Interviewprotokollen keine allgemein akzeptierten Regeln gibt müssen diese immer selbst, dem Untersuchungsziel angepasst, aufgestellt werden. Beispiele dafür sind, ob nichtverbale Äußerungen (z.B. Lachen, Räuspern, Stottern) sowie längere Pausen vermerkt werden. Es können auch Betonungen im Transkript gekennzeichnet werden.(Gläser und Laudel 2004, 188f) Ein weiterer wichtiger Punkt ist auch die Anonymisierung. Aus datenschutzrechtlichen Gründen sollten Transkripte anonymisiert werden, um keine Informationen zu enthalten, durch die persönliche Rückschlüsse auf die Interviewpartner möglich werden. Dies ist eine problematische Angelegenheit, da niemals alle Kontextinformationen anonymisiert oder gelöscht werden können. In der Praxis haben sich lt. Jan Kruse aber einige Regeln bewährt. Dazu gehört die Anonymisierung von Namen und teilweise ebenso von Ortsangaben. (Kruse 2014, 366) Oft wird auch die Anonymisierung von Berufsangaben verwendet, was in diesem Fall nicht möglich ist, da das berufliche Expertenwissen Auswahlkriterium der Interviewpartner ist.

Transkription ist eine zeitaufwendige Arbeit, was im Vorhinein zu beachten ist. Gläser & Laudel gehen von einem Verhältnis der Interviewzeit zu Transkriptionszeit von 1 zu 6 aus, also eine Stunde Interview erfordert 6 Stunden Transkription.(Gläser und Laudel 2004, 188) Jan Kruse rechnet für eine qualitativ sehr hochwertige Transkription sogar 10 bis 12 Stunden je Stunde Interviewzeit, wobei dabei auch spezieller Wert auf Betonungen und Notationen gelegt wird.(Kruse 2014, 364)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Auswertung

Zur weiteren Verwendung der erhobenen Interviewdaten sollen die daraus vorliegenden Transkripte mit einer Inhaltsanalyse ausgewertet werden.

> „Die Qualitative Datenanalyse wertet qualitatives – in der Regel verbales/textuelles, aber auch visuelles oder sonstiges nicht-numerisches – Datenmaterial im Hinblick auf das Forschungsproblem einer empirischen Studie interpretierend (hermeneutisch) aus.“ (Döring und Bortz 2016, 599)

Inhaltsanalysen sind als quantifizierende Methoden zur Auswertung von Texten entstanden. Die Idee dahinter war, einer Vielzahl von gleichartigen Texten inhaltliche Informationen zu entnehmen und diese in ein geeignetes Format umzuwandeln. In diesem Format konnten die Informationen dann getrennt vom ursprünglichen Text weiterverarbeitet werden. Diese Idee haben alle inhaltsanalytischen Verfahren gemeinsam. Entstanden sind diese quantitativen Analysen in den Kommunikationswissenschaften und es wurden anfänglich Zeitungsartikel untersucht und Häufigkeitsverteilungen der Informationen daraus in Beziehung gesetzt.(Gläser und Laudel 2004, 191)

Bei allen Verfahren der quantitativen Inhaltsanalysen kommen dieselben Operationen bei der Aufbereitung der Informationen vor. Zuerst wird vor der Analyse ein geschlossenes Kategoriesystem aufgebaut. Danach wird der Text in Analyseeinheiten zerlegt. Diese Einheiten werden dann auf relevante Informationen untersucht und im nächsten Schritt werden die Informationen den Kategorien zugeordnet, was auch als Verkoden des Textes bezeichnet wird. Mit diesen Schritten wird die aufgetretene Häufigkeit der Kategorien untersucht. Diese Häufigkeiten werden dann weiter analysiert. Dieses Verfahren der Inhaltsanalyse wird aber methodologisch kritisiert, da durch die Subsumierung von Textelementen in Kategorien eine erhebliche Komplexitätsreduktion entsteht. Die Bedeutung von Textstellen wird teilweise aus dem Gesamtkontext genommen und darauf reduziert, was die jeweilige Kategorie messen soll. Daraus entstand die Frage nach einem neuen, qualitativem System der Inhaltsanalyse, welches sich mehr an der Komplexität der Informationen und des Verstehens richtet, dabei aber die Vorteile der regelgeleiteten Inhaltsanalyse behält. Dieses wurde anfänglich von Philipp Mayring entwickelt und unterscheidet sich von der quantitativen Analyse dadurch, dass erstens nicht die Häufigkeit des Auftretens, sondern der Inhalt der

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Informationen analysiert wird und zweitens, dass das Kategoriesystem am Datenmaterial überprüft und abgeglichen wird. Es geht dabei vorrangig um Typisierungen und Konfigurationen der Informationen im bearbeiteten Text. Bei Anwendungsversuchen durch Gläser und Laudel wurden einige Schwächen des Verfahrens sichtbar, da alle Anwendungen der qualitativen Inhaltsanalyse das Arbeiten mit geschlossenen Kategoriesystemen aus der quantitativen Analyse übernehmen. Offenheit wird nur dadurch eingebracht, dass im ersten Durchlauf das Kategoriesystem anhand einiger Texte an das empirische Material angepasst wird. Da dieses Vorgehen ihrer Meinung nach technisch zu aufwendig und methodologisch nicht begründbar ist haben Gläser und Laudel die Mayringsche Methode der qualitativen Inhaltsanalyse modifiziert. (ebd. kein Datum, 191ff) Die von Gläser und Laudel modifizierte Methode wird in dieser Arbeit als Referenz zur Inhaltsanalyse verwendet und es wird der dazugehörige Ablauf nachfolgend beschrieben.

Die Qualitative Inhaltsanalyse behandelt die auszuwertenden Interviewtexte als Rohmaterial, in dem Daten enthalten sind. Bei der Inhaltsanalyse werden Rohdaten extrahiert, aufbereitet und anschließend ausgewertet. Gläser und Laudel verwenden bewusst den Begriff der Extraktion um den Unterschied zum Kodieren deutlicher zu machen. Kodierungen indizieren den Text, um ihn auszuwerten, dabei wird Text und Index gemeinsam Gegenstand der weiteren Auswertung. Bei der Extraktion wird dem Text Information entnommen und diese wird ausgewertet. Mit dieser Analyseart schafft man sich eine neue Informationsbasis, welche von den Ursprungstexten getrennt ist und nur die zur Beantwortung der Forschungsfrage relevanten Informationen enthält. Die Informationsbasis ist durch ein Suchraster strukturiert, welches für die Extraktion verwendet wird. Konstruiert wird der Suchraster anhand theoretischer Vorüberlegungen. Bei der Extraktion wird der Text gelesen und entschieden welche der darin enthaltenen Informationen relevant sind. Diese werden dann den Kategorien des Suchrasters zugeordnet. Das Kategoriesystem ist offen und kann während der Extraktion verändert werden, falls Informationen auftauchen, welche von Interesse sind aber nicht in die bestehenden Kategorien passen. Somit können neue Kategorien entstehen oder bestehende Verändert werden. Der Umgang mit dem Kategoriesystem auf diese Weise ist die grundsätzliche Änderung von Gläser und Laudel gegenüber den bisherigen Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse. Die Extraktion ist ein entscheidender Schritt, denn dabei wird der

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Text interpretiert und festgestellt ob relevante Informationen enthalten sind. Ebenso sind die genauen Eingrenzungen dieser Informationen und deren Zuordnung zu einer der Kategorien interpretationsabhängig. Es ist somit auch bei Anwendung der Verfahrensregeln bei der Extraktion immer eine individuelle Prägung des Durchführenden gegeben. Die weiteren Schritte gehen von den bei der Extraktion entnommenen Rohdaten aus und führen die Quellenangabe, also den Verweis auf die ursprüngliche Textstelle mit. Somit ist es im späteren Verlauf immer möglich die extrahierten Daten am Ursprungstext zu kontrollieren. Danach passiert die Aufbereitung der Rohdaten. Es werden diese zusammengefasst und auf Widersprüche geprüft. Es entsteht eine neue, strukturierte Informationsbasis, welche die empirischen Daten zur weiteren Verwendung zusammenfasst. Eine anschließende Auswertung bezieht sich darauf.(Gläser und Laudel 2004, 193 ff)

Zusammenfassend besteht dieses Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse also aus folgenden vier Hauptschritten: der Vorbereitung der Extraktion, die Extraktion selbst, der Aufbereitung der Daten und deren Auswertung.

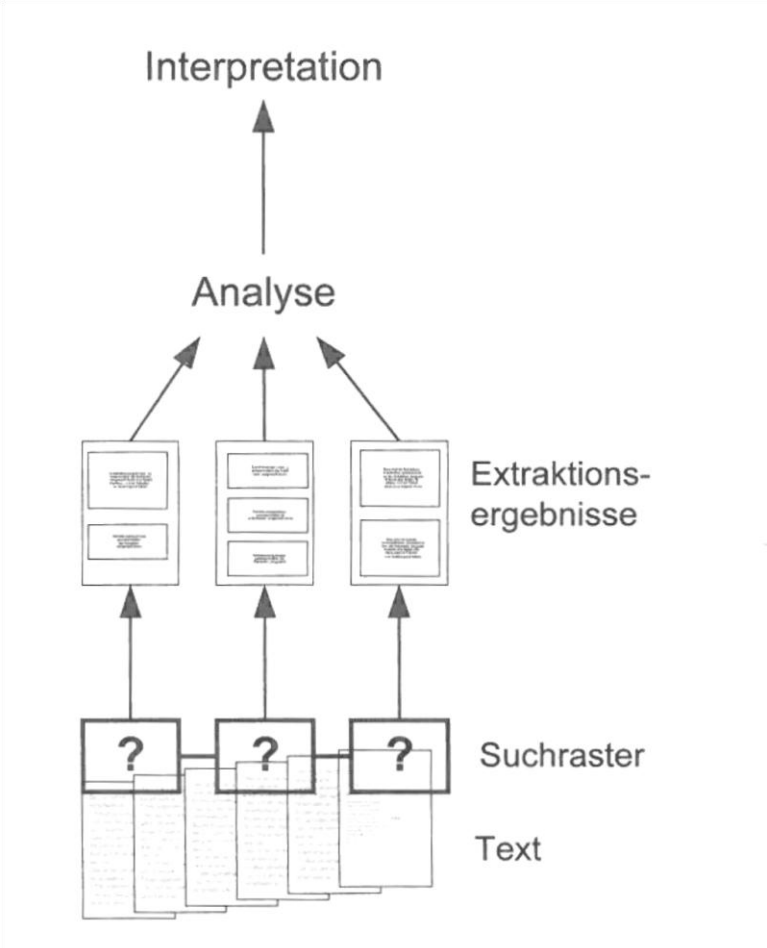


Abbildung 2: Prinzip der qualitativen Inhaltsanalyse; Gläser & Laudel 2004, S. 194

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2.3 Fallstudie

Eine sogenannte Fallstudie, oder auch unter dem englischen Begriff Case Study bekannt ist eine Methode aus der qualitativen Forschung. Dabei wird empirisch vorgegangen und ein spezieller Fall betrachtet. In genauer Analyse dieses Einzelfalls wird dieser mit bestehenden Theorien verknüpft, mit dem Ziel den Fall zu verstehen oder zu erklären und offene Fragen zu klären. Ein Fall kann je nach Forschungsgebiet beispielsweise eine Person, ein Ort, ein spezielles Ereignis oder Projekt sein.(Pfeiffer 2021) In diesem Fall soll als Untersuchungsgegenstand ein Projekt in realem Umfeld untersucht werden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3. Erhebung Stand der Forschung/Stand der Technik

3.1 Building Information Modeling (BIM)

Der Begriff des Building Information Modeling wurde schon vor über 20 Jahren eingeführt, doch eine einheitliche, quasi international gültige Definition gibt es nicht. Das wird auch klar wenn man sich die vielfältige Fachliteratur ansieht, die sich damit beschäftigt. So haben alle möglichen Institutionen und Konsortien, wie zum Beispiel Normungsinstitute, Architektenkammern oder Softwarehersteller ihre eigenen Definitionen entwickelt, welche sich zwar alle etwas unterscheiden, aber das selbe Credo bzw. die selbe Grundidee haben:

Building Information Modeling, oder auch kurz BIM genannt, ist eine Methode die vielfältige Aspekte rund um die Planung, den Bau als auch den Betrieb oder sogar den Abbruch von Architektur verbindet. Sie baut auf der Idee einer durchgängigen Nutzung von digitalen Gebäudemodellen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes auf.(Hemmerling und Bähre 2020, 19)

Abbildung 3: BIM beruht auf der durchgängigen Nutzung und verlustfreien Weitergabe eines digitalen Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus, Borrmann, et al. 2015

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Das Building Information Model selbst ist ein umfassendes digitales Abbild eines Gebäudes mit einer sehr großen Informationstiefe. Neben der dreidimensionalen Geometrie der Bauteile gehören vor allem auch nicht-geometrische Informationen wie technische Eigenschaften, Typinformationen oder Kosten dazu. Somit beschreibt der Begriff des Building Information Modeling den Vorgang zur Erschaffung, Änderung und Verwaltung von einem derartigen digitalen Gebäudemodell mithilfe entsprechender Software. Darin liegt ein großes Potential von BIM, denn wenn über die einzelnen Phasen hinweg Daten konsequent weitergenutzt werden führt dies zu einer Minimierung der oft fehleranfälligen Wiedereingabe von Informationen. Das auffälligste Merkmal eines Building Information Models ist die dreidimensionale Modellierung eines Gebäudes, welche das direkte Ableiten von 2D-Plänen für Grundrisse und Schnitte möglich macht. Wesentlich dabei ist aber das im Unterschied zu reinen 3D Modellierungen bei BIM-Werkzeugen mit bauspezifischen Objekten gearbeitet wird, welche vordefinierte Bauteile (Wände, Stützen, Decken, Fenster/Türen etc.) beinhalten. Solche Objekte kombinieren eine meist parametrisierte 3D Darstellung der Geometrie mit weiteren wichtigen Merkmalen und definierten Beziehungen zu anderen Bauteilen. Diese Arbeitsweise erlaubt neben der vorhin erwähnten Ableitung der Pläne auch die unmittelbare Anwendung weiterer Analyse- und Simulationswerkzeuge.(Borrmann, et al. 2015, 4f)

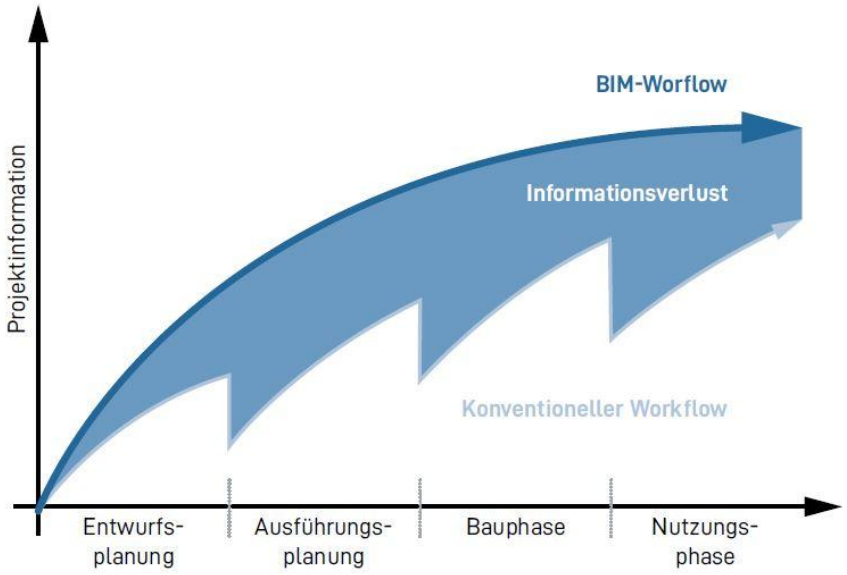


Abbildung 4: Informationverlust aufgrund von Unterbrechungen im konventionellen Arbeitsverlauf im Vergleich zu BIM-basierten Prozessen; Hemmerling und Bähre 2020

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Stand der Einführung von BIM

In vielen Ländern ist eine Einführung von Building Information Modeling bereits wesentlich vorangeschritten. Als Vorreiter in Europa werden meist Großbritannien, die Niederlande und der skandinavische Raum genannt, wobei zu erwähnen ist, dass in allen voran genannten Ländern der größte Auftraggeber der Staat ist und somit eine prägende Schlüsselrolle in der Einführung von BIM einnimmt. Die Abwicklung von Projekten mit BIM lag in diesen Ländern 2016 bereits bei 30 bis 50 Prozent. Dazu im Gegensatz lag die Nutzung von BIM im deutschsprachigen Raum lt. einer Broschüre der WKÖ etwa bei 10 bis 15 Prozent. (Hemmerling und Bähre 2020, 22) Wenn man eine Umfrage aus dem Österreichischen BIM Bericht 2017 betrachtet, ist die Zahl merklich höher, denn in dieser gaben 28 Prozent der Unternehmen an BIM zu nutzen. Dieses Ergebnis ist aber wahrscheinlich auch auf einen erhöhten Anteil an BIM-Nutzern unter den UmfrageteilnehmerInnen zurückzuführen. Zudem Schwanken die Zahlen stark nach Unternehmensgröße.(Tautschnig, Fröch und Gächter 2017, 13f)

Abbildung 5: Übersicht zur BIM Implementierung in Europa, Stand 2021; Johannes Heinrich, PlanRadar

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Viele europäische Länder haben Initiativen zur BIM-Umsetzung im Bauwesen auf den Weg gebracht und in einigen ist BIM für öffentliche Bauvorhaben bereits verbindlich vorgeschrieben oder in den nächsten Jahren geplant. Ein wichtiger Punkt dabei sind die Vorschriften und Normen der jeweiligen Länder und ihre Vereinbarkeit mit dem EU-Recht.(Borrmann, et al. 2015, 15)

In Österreich ist Austrian Standards die Organisation für Standardisierung und Innovation und bietet mit den Normen der Gruppe ÖNORM A 6241 die Standards für die digitale Modellierung. Dabei gilt die ÖNORM A 6241-1 als Nachfolgedokument zu der alten ÖNORM A 6240-4 und die ÖNORM A 6241-2 beinhaltet Voraussetzungen für Level 3-iBIM (Austrian Standards 2021)(Goger, Piskernik und Urban 2018, 60f)

ÖNORM A 6241-1: Technische Zeichnungen für das Bauwesen - Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) - Level 2:

> „Diese ÖNORM regelt die technische Umsetzung des Datenaustausches und der Datenhaltung von Gebäudeinformationen des Hochbaues und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaues, die während der Planung und im Zuge des lebenszyklischen Managements von Immobilien erforderlich sind, einschließlich der in diesen Gebäudemodellen enthaltenen alphanumerischen Daten.
> In dieser ÖNORM werden die wichtigsten Begriffe, Strukturen und Darstellungsgrundlagen für die grundlegenden Techniken des Datentransfer zweidimensionaler CAD-Dateien und für das Building Information Modeling (BIM) festgelegt.“(ÖNORM A 6241-1 2015)

ÖNORM A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation - Teil 2: Building Information Modeling (BIM) - Level 3-iBIM:

> „Die vorliegende ÖNORM regelt die technische Umsetzung eines einheitlichen, strukturierten mehrdimensionalen Datenmodells für Bauwerke des Hochbaus und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaus,basierend auf dem Building Information Modeling (BIM) Level 3.
> Das Datenmodell bildet die Grundlage für die Zusammenarbeit sämtlicher im Zuge des lebenszyklischen Managements Beteiligter – von der Idee über Planung und Ausführung sowie Bewirtschaftung bis hin zu Abbruch und Entsorgung; die technische Umsetzung für einen Datenaustausch, für ein gemeinsames Datenmodell und die Datenhaltung von Informationen.
> Diese ÖNORM schafft des Weiteren Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Austausch von grafischen Daten und den zugehörigen Sachdaten auf Basis von IFC (Industrial Foundation Classes) und bSDD (buildingSmartDataDictionary).“(ÖNORM A 6241-2 2015)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

BIM Arbeitsumgebungen: little – big – closed – open

Ein Umstieg von herkömmlichem, zeichnungsgestütztem Arbeiten auf das modellgestützte Arbeiten bei BIM erfordert auch Änderungen in sowohl unternehmensinternen als auch unternehmensübergreifenden Prozessen. Ein schrittweiser Übergang ist dabei sinnvoll und es gibt entsprechend der Umsetzung verschiedene technologische Stufen und Arbeitsumgebungen.(Borrmann, et al. 2015, 7) Die Unterscheidung dabei erfolgt aus dem Englischen wörtlich übernommen in little oder big, also in der kleinen oder großen Variante sowie in closed oder open, also in einem offenen oder geschlossenen Prozess. Daraus entstehen die folgenden vier Stufen:

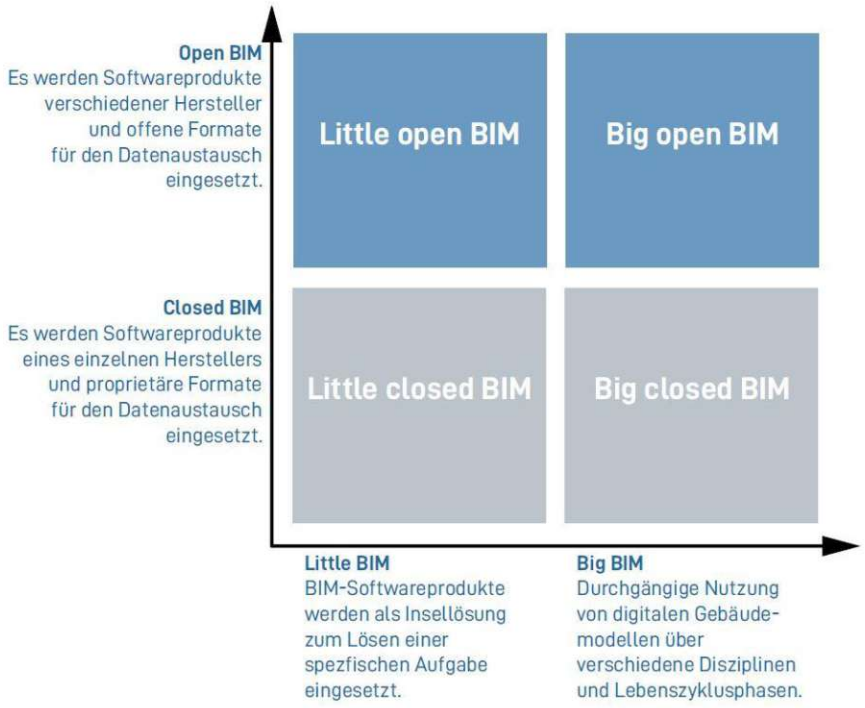


Abbildung 6: little versus big BIM und closed versus open BIM, Hemmerling und Bähre 2020

Little BIM im Vergleich zu big BIM:

Bei der little BIM Variante wird eine Insellösung verwendet, bei der BIM vorwiegend zur Erreichung von einem bestimmten Ziel verwendet wird. Dabei sind meist nur einzelne oder zwei Disziplinen, über wenige Phasen des Projekts, involviert. (Hemmerling und Bähre 2020, 97)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Closed BIM im Vergleich zu open BIM:

Closed BIM beschreibt ein Szenarion bei dem alle Beteiligten in derselben Software arbeiten, bzw im selben Softwarepaket eines Herstellers mit dem gleichen Datenformat. Open BIM steht für den viel üblicheren Fall der offenen Softwarekonstellation bei der alle beteiligten ihre eigene Software verwenden. Dabei tritt das Problem des Datenaustauschs in den Vordergrund, welches durch ein offenes Datenformat gelöst werden kann. Gängig ist dafür das IFC, welches hersteller- und plattformunabhängig genutzt werden kann.(BIMpedia 2021)

BIM Level - Entwicklungsstufen der BIM Methode

Bei der BIM Methodik gibt es unterschiedliche Ausprägungsgrade, welche jeweils steigende operative Vorteile, aber auch Herausforderungen besitzen. Eingeteilt wird dabei in 4 Stufen, welche Level von BIM genannt werden.(BIMpedia 2021) Damit ist auch die sinnvolle schrittweise Einführung von BIM gegeben, da die Bauindustrie einen direkten vollen Einstieg in BIM schwer bewältigen kann.(Borrmann, et al. 2015, 9) Diese BIM-Levels sind zwar oft länderspezifisch etwas unterschiedlich definiert, können aber lt. Hemmerling und Bähre grundsätzlich folgendermaßen eingeteilt werden:

Level 0: Projekte werden hauptsächlich mit ebenenbasierten 2D-Techniken durchgeführt. Wenig oder nur phasenweise Zusammenarbeit der Projektpartner. Datenaustausch vorwiegend gedruckt auf Papier.

Level 1: Verwendung von einer Mischung aus 2D und 3D Techniken in einer geteilten Datenumgebung mit elektronischem Datenaustausch. Verständigung über Koordinierung, Management sowie Rollenverteilung im Prozess. Datenaustusch mittels Richtlinien und Formaten.

Level 2: Verwendung von objektbasierten Bauteilen (mit semantischen Informationen angereichert und in BIM-Datenbank verwaltet). Projekt wird aus Teilmodellen zu einem Koordinationsmodell zusammengefügt. Projektbeteiligte sind in der Lage durchgehend in ihren Teilmodellen mit Kopplung zum Koordinationsmodell zu arbeiten.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Level 3: Integrale Arbeitsweise aller Projektbeteiligten in einem Modell, welches für alle durchgängig und gleichwertig zugänglich ist. Klar definierte Regeln bzgl. Eigentum und Sicherheit der Daten. Kommunikation, Datentransfer und Rechtliches werden über eine techn. Plattform abgewickelt und ist transparent für Alle.(Hemmerling und Bähre 2020, 95f)

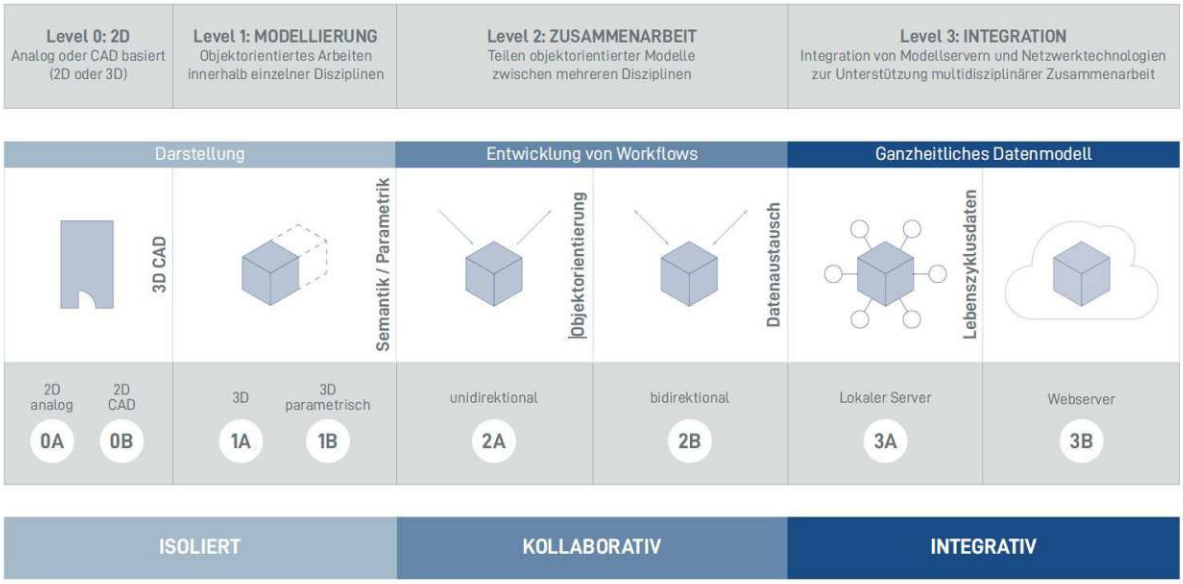


Abbildung 7: BIM-Levels mit steigender Komplexität und wachsendem Integrationsgrad, Hemmerling und Bähre 2020

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

BIM im Bestand

Während Building Information Modeling mittlerweile eine etablierte Methode bei Neubauten darstellt, ist die Verwendung bei Bestandsgebäuden relativ gering. Gründe dafür sind zum Beispiel der hohe Aufwand der Datenaufnahme und vor allem der BIM Modellierung.(Volk, Stengel und Schultmann 2013, 109) Dabei hat sich das terrestrische Laserscanning als Messverfahren zur Erfassung von Gebäuden und der weiteren Ableitung von Bestandsplänen und Modellen etabliert.(Ehm und Hesse 2014, 243) Eine großes Interesse an BIM im Bestand kommt auch daher, dass Gebäude weltweit einen beträchtlichen Anteil am Energieverbrauch und CO_2-Ausstoss haben. Ebenso beinhalten diese einen enormen Materialbestand und sind somit auch als zukünftige Quellen von materiellen Ressourcen von großer Bedeutung. Bei einer Neubaurate im einstelligen Bereich wird die Bedeutung von Instandhaltung oder Rezyklierung der Bestandsgebäude immer wichtiger.(Honic, et al. 2020, 8ff)

Bei der Erstellung eines BIM-Modells von einem bestehenden Gebäude, also einem Modell „as-built“ oder „wie-gebaut“ kann grundsätzlich von 3 Startpunkten ausgegangen werden.(Volk, Stengel und Schultmann 2013) Diese werden anhand folgender Grafik Dargestellt.

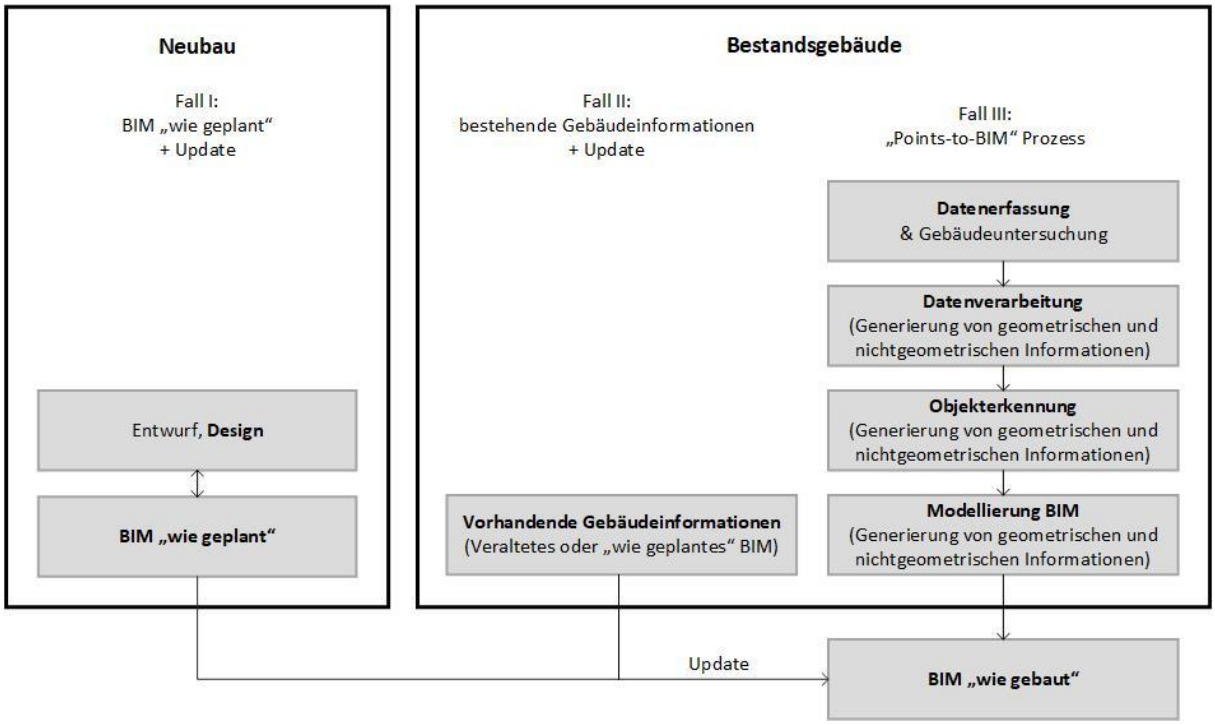


Abbildung 8: BIM Generierungsprozess für Neubauten und Bestandgebäude; Übersetzung von Volk et al 2013

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Fall I: Der erste und auch der einfachste Fall behandelt einen Neubau welcher bereits mit BIM geplant wurde. Dabei wird lediglich das vorhandene Planungs-Modell des Gebäudes aktualisiert bzw kleine Änderungen durch die Ausführungsphase eingearbeitet.

Fall II: Beim zweiten Fall kann auf reichhaltige Informationen des Bestandsgebäudes zurückgegriffen werden. Dabei kann es sich ähnlich wie bei Fall I auch schon um ein Modell handeln, welches aber veraltet bzw. nicht mehr aktuell ist und wesentlicher Überprüfung und Aktualisierung unterzogen werden muss.

Fall III: Der dritte und Aufwendigste Fall, aber zugleich für diese Arbeit der interessanteste geht von keinen vorhandenen BIM-fähigen Daten aus. Es muss das Bestandgebäude in seiner Gesamtheit aufgenommen werden. Wichtige Punkte sind dabei die Datenerfassung, ihre Verarbeitung, die anschließende Objekterkennung sowie die BIM-Modellierung selbst.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.2 Bauaufnahme

Die klassische Bauaufnahme ist ein wesentlicher Bestandteil für die Erstellung von geometrisch korrekten Bauwerksmodellen. Dabei wird der geometrische Istzustand (As-Built/wie gebaut) von vorhandenen Gebäuden dokumentiert und in Form von Zeichnungen, Plänen sowie Modellen festgehalten. Heutzutage passiert dies nahezu ausschließlich digital. Das Ergebnis daraus besteht aus Grundrissen, Ansichten, Schnitten und wenn nötig auch ergänzenden Details. Diese Bauwerksvermessung wird ergänzt mit einer Baubeschreibung durch welche zusätzliche bauwerksrelevante Sachverhalte in Form von alphanumerischen Informationen dokumentiert werden.(Blankenbach 2015, 343f)

Bezogen auf BIM werden bei der Bauvermessung grundsätzlich dieselben Verfahren wie bei der klassischen Vermessung verwendet, da die Geometrie ja eine wesentliche Grundlage des Building Information Models darstellt. Jedoch wird durch BIM ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, welcher auch die Vermessung und Verarbeitung der Daten beeinflusst. Dabei muss der gebaute Istzustand in einem einheitlichen Datenmodell dargestellt werden, wobei sowohl geometrische wie auch semantische Eigenschaften berücksichtigt werden. Bisher hatten die geometrischen Elemente (Punkte, Linien Flächen und Volumina) für die Vermessung die zentrale Bedeutung im Erfassungsprozess. Hinsichtlich BIM werden diese durch Objekte mit einer Vielzahl an Attributen abgelöst, wobei die Geometrie - zwar ein sehr wichtiges - aber nur eines davon ist. Die Objektbildung als Basis der Bauwerksmodellierung steht dabei im Mittelpunkt. Die klassischen Ergebnisse der Vermessung wiedergegeben in Grundrissen, Ansichten und Schnitten werden dann aus dem BIM abgeleitet und sind als sekundäre Ergebnisse zu sehen.(Blankenbach 2015, 344)

Oft ist Planmaterial und aus Zeiten der Errichtung eines Gebäudes vorhanden und kann als Grundlage und erste Quelle für die Geometrieerfassung verwendet werden. Daraus werden digitale CAD Bestandspläne erarbeitet, entweder durch direkte Entnahme von Planmaßen oder auch durch einen Planscan mit anschließender Digitalisierung. Dabei ist aber immer zu beachten, dass die tatsächlich gebaute Situation von den bestehenden Planungszeichnungen nicht unerheblich abweichen kann. Oft wird bereits im Zuge der Errichtung eines Gebäudes aus verschiedenen Gründen von den Planvorgaben abgewichen oder es kommt zu nicht dokumentierten Änderungen. Daher gibt es keine Alternativen zur vermessungstechnischen

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Geometrieerfassung, aber die Entwicklung von immer leistungsfähigeren Messinstrumenten, teilweise in Verbindung mit einer Computeranbindung und zugehöriger Software, bedient dieses Aufgabenfeld. (Blankenbach 2015, 344)

Folgend werden die gängigsten in der Praxis bewährten Methoden der Bauaufnahme beschrieben. Dabei handelt es sich unter anderem um das (elektronische) Handaufmaß, die Tachymetrie, die Photogrammetrie und das Laserscanning. Auch wird kurz auf das Koordinatensystem eingegangen, welches meist als Basis einer Vermessung dient. Volk et al unterteilen diese, ersichtlich an der folgenden Grafik, nach der Vermessungsart in Kontakt- und Kontaktlose Methoden:

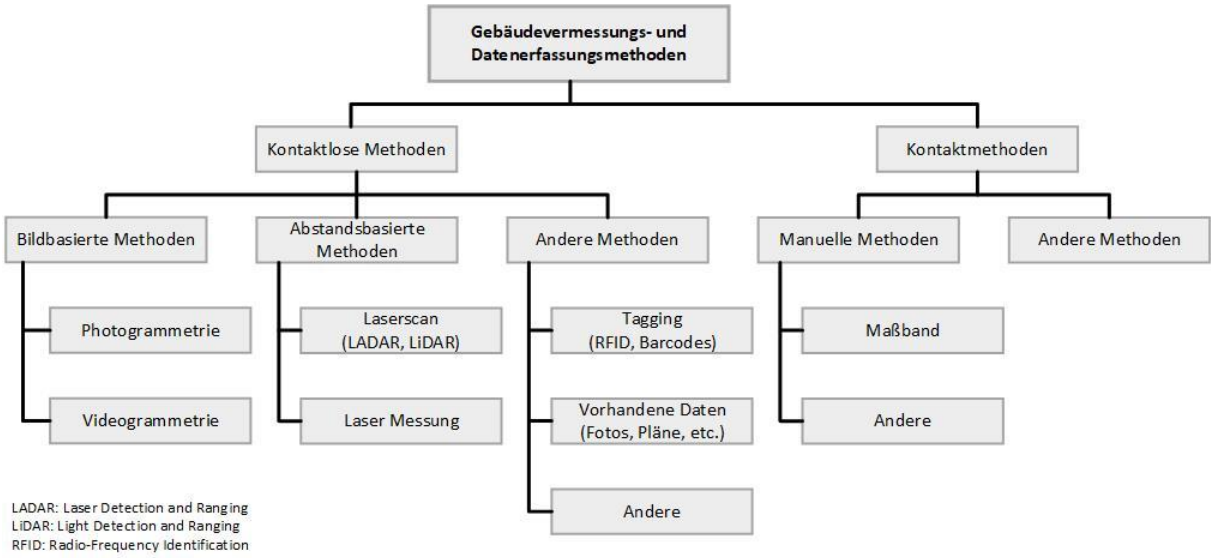


Abbildung 9: Systematische Übersicht der Methoden zur Gebäudevermessung und Datenerfassung; Übersetzung von Volk et al 2013

Koordinatensystem

Die Geometrie eines Bauwerks kann durch mathematische Koordinaten beschrieben werden, daher beginnt die Bauwerksvermessung mit der Definition eines dafür geeigneten Koordinatensystems, das als Referenzsystem und somit als Bezug für die folgenden Vermessungs- und Dokumentationsvorgänge dient. Meistens wird ein lokales Koordinatensystem gewählt, welches sich mit seiner Ausrichtung an den Hauptachsen des zu vermessenden Gebäudes richtet. Die Lagekoordinaten X und Y bilden gemeinsam mit der dritten Z-Koordinate für den Höhenwert ein dreidimensionales System. Geodätische Landeskoordinaten werden selten verwendet, da sie im Normalfall keine zum Bestandsgebäude passende Ausrichtung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

haben. Auch die parametrische Gebäudemodellierung mit BIM spricht für eine Verwendung eines lokalen Koordinatensystems. Durch eine Festlegung von Fixpunkten können Umrechnungen vom lokalen Koordinatensystem in das Landessystem problemlos erfolgen. Realisiert wird das Koordinatensystem vor Ort durch eine Vermarkung von Festpunkten. Diese können als Standorte für die Vermessungsgeräte sowie auch als Anschlusspunkte bzw. Passpunkte zur Stationierung und Orientierung dienen. Diese Festpunkte werden außerhalb (umgebendes Gelände) sowie auch im Gebäude (auf Böden, Wänden, etc.) platziert.(Blankenbach 2015, 345f)

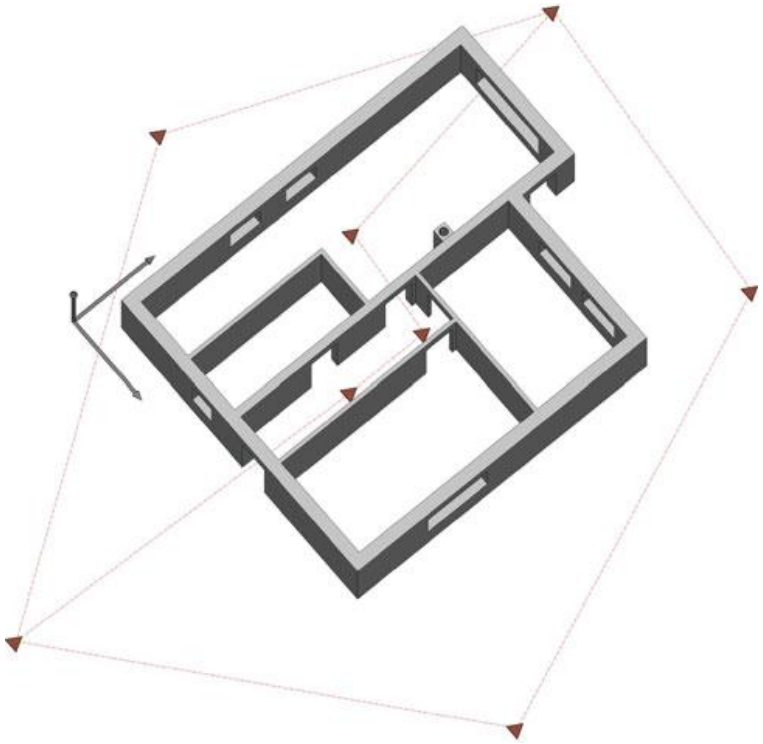


Abbildung 10: Festpunktnetz für das Aufmaß eines Gebäudes; Blankenbach, 2015, S. 346

Die Abbildung zeigt beispielhaft den Aufbau eines Festpunktnetzes für die Gebäudeaufnahme. Ausgehend den Außenpunkten, die das Gebäude umschließen werden weitere Punkte innerhalb des Gebäudes übertragen. Von diesen wird dann der weitere Innenraum vermessen. Bei mehrgeschossigen Gebäuden wird das Prinzip bei jedem Geschoss angewandt.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Handaufmaß

Das klassische Handaufmaß ist eine gewissermaßen ausschließlich händische Aufnahmetechnik und besitzt in der Bauaufnahme kaum noch Bedeutung. Digitale Verfahren mithilfe computergestützter Geräte sind zur Erfassung wesentlich genauer, plausibler und im Allgemeinen einfacher. Dabei werden oft auch die Daten so erfasst, dass sie in der weiteren Planung oder Auswertung direkt verwendet werden können. Dieses Verfahren erzwingt einen direkten Kontakt mit dem Gebäude. Es gibt zwar einige Argumente für das klassische Handaufmaß, wie die einfache Handhabung, die kostengünstigen Geräten oder der Unabhängigkeit von technischen Voraussetzungen wie Stromversorgung bzw. Akkulaufzeiten. Dem gegenüber stehen ein hoher Zeitaufwand, Zweifel an der Aufnahmegenauigkeit und eine eingeschränkte Weiterbenutzung. Es daher auch bei kleineren Aufmaßen meist nur ergänzend zu modernen Verfahren verwendet. (Donath 2008, 47)

Elektronisches Handaufmaß

Das elektronische Handaufmaß unterscheidet sich von dem früher üblichen klassischen Handaufmaß im Verfahren und in den verwendeten Instrumenten. Die klassischen Hilfsmittel wie Maßband, Zollstock, Lot, Rechtwinkelprisma Fluchtstäbe werden durch elektro-optische Streckenmessungen, mobile Computer und zugehöriger Software ersetzt. Dabei kommen gewöhnlich moderne Laserdistanzmesser zum Einsatz, welche die anzumessenden Punkte durch einen sichtbaren Laserstrahl anvisiert werden. Die erhobenen Messwerte werden teilweise direkt an einen mitgeführten mobilen Computer übermittelt und in einer Aufmaßsoftware verarbeitet. Durch die ausschließliche Messung von Strecken kann diese Verfahren Großteils auch ohne spezielle vermessungstechnische Fachkenntnisse angewendet werden. Methodisch wird dabei das Gebäude gedanklich in die einzelnen Räume zerlegt, und deren geometrische Eigenschaften unabhängig voneinander aufgenommen. Es wird also jeder Raum für sich einzeln vermessen. Bei einem einfachen rechteckigen Raum genügen für den Grundriss die Länge, Breite und Diagonale, wobei die Diagonale zur Kontrolle des rechten Winkels dient. Darauf aufbauend werden Mauerwerksöffnungen (Fenster/Türen), Durchbrüche und Aussparungen etc. gemessen und festgehalten. Ist eine dreidimensionale Bestandsaufnahme gewünscht wird durch entsprechende

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Messungen die Höhe als vertikale Strecke erfasst. Eine direkte Verbindung zum Referenzsystem findet beim Handaufmaß nicht statt. Dazu müssen erst die für sich gemessenen Raumeinheiten zu einem Ganzen verbunden werden, um eine Gesamtdarstellung des Gebäudes bilden. Dies erfolgt anhand gemeinsamer Mauerwerksöffnungen (Fenster/Türen) und den zugehörig gemessenen Laibungstiefen und ermöglicht eine lagerichtige Zusammenfügung.(Blankenbach 2015, 347f)

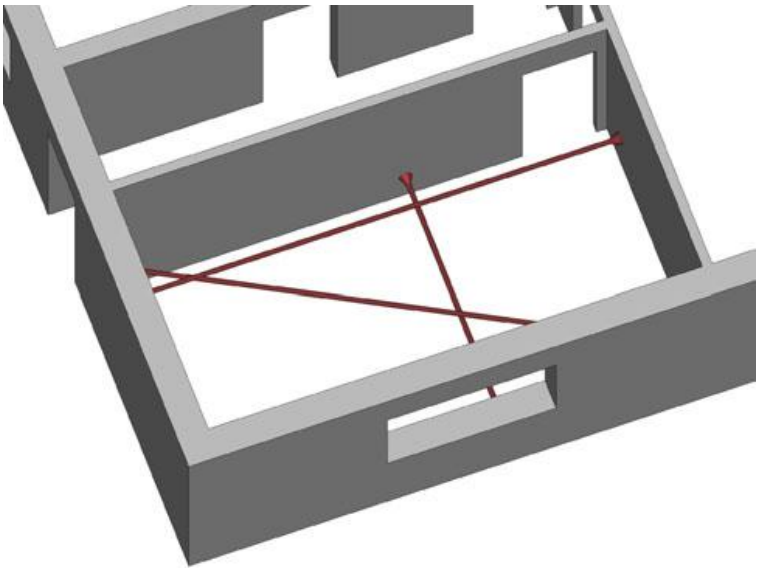


Abbildung 11: Messung von raumbestimmenden Strecken (Länge, Breite und Diagonale); Blankenbach, 2015, S. 346

Abhängig von der verwendeten Software wird das aufgenommene Gebäude meist anhand von Basiselementen des CAD (Linien, Bögen) erstellt und als Drahtmodell dargestellt. Gegebenenfalls wird mit parametrischer Dimensionierung gearbeitet, sodass Korrekturen der Geometrie einfach durch die Anpassung der Parameter gemacht werden können. Neue Aufmaßsysteme sind teilweise schon auf BIM ausgerichtet und bieten objektorientierte Bauteilbildung oder eine Schnittstelle zur gleichzeitigen Erfassung weiterer nichtgeometrischer Daten (z.B. Eingabefelder für zusätzliche Sachinformationen). Das Handaufmaß ist dafür sehr gut geeignet, da direkt vor Ort, im oder am Objekt agiert wird. Der Nachteil beim Handaufmaß besteht in der verhältnismäßig geringeren Genauigkeit, da über das einfache Aneinanderreihen der Räume ohne ein übergeordnetes Referenzsystem doch erhebliche Ungenauigkeiten entstehen können.(Blankenbach 2015, 348f)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Tachymetrie

Die Tachymetrie hat in der Vermessung noch immer eine große Bedeutung. Eingesetzt werden moderne Tachymetrieinstumente mit elektro-optischer Distanzmessung. Früher wurde die Messung mit Reflektorprismen durchgeführt, welche auf die anzumessenden Punkte aufgehalten wurden, aber moderne Geräte messen die Gebäudepunkte reflektorlos an. Es kann ein sichtbarer Laserstrahl bei der Messung zum Einsatz kommen, wobei auf Ecken und Kanten (Teilreflektionen) sowie Oberflächenbeschaffenheit (Farbe, Struktur, etc.) Rücksicht genommen werden muss da diese die Messung beeinflussen und verfälschen können. Die reflektorlose Messung ist eine deutliche Vereinfachung, da die zweite Person am Prisma nicht mehr erforderlich ist. Primär werden 3D-Polarkoordinaten gemessen, also Horizontalrichtung, Vertikalwinkel und Schrägstrecke, durch welche die zu messenden Punkte dreidimensional bestimmt werden. Eine Umrechnung auf lokale Koordinaten kann bereits im Messinstrument erfolgen und die Messdaten werden per Speicherkarte oder direkt über Kabel/Bluetooth an den Computer mit der jeweiligen Aufmaßsoftware übertragen. Die Instrumentenstandorte während der Vermessung werden entweder an zuvor geplanten Festpunkten oder an freien Standorten gewählt, wobei bei letzteren Anschlussmessungen an mindestens zwei Festpunkte erfolgen müssen um eine richtige Berechnung der Koordinaten zu ermöglichen.(Blankenbach 2015, 349f)

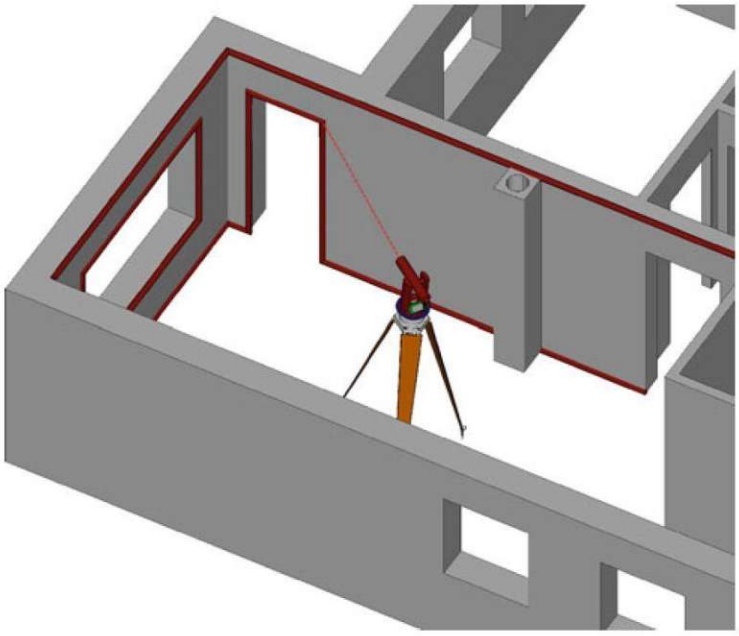


Abbildung 12: Tachymetrische Vermessung im Innenraum; Blankenbach, 2015, S. 350

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die Tachymetrie wird lt. Donath methodisch in drei Vorgehensweisen unterteilt. Bei der Ersten werden 3D Konturen erstellt, die Zweite arbeitet mit der Konstruktion in definierten Schnittebenen, und die Dritte befasst sich mit der Erstellung von 3D Geometrie. Bezogen auf eine Verwendung mit BIM ist das dritte Verfahren naheliegend, da bei der Arbeitsweise mit Volumenelementen bei geeigneter Software auch zusätzlich weitere nichtgeometrische Daten ergänzt werden können. Folgende Tabelle bietet einen Überblick der drei unterschiedlichen Verfahren von der tachymetrischen Geometrieerstellung.(Donath 2008, 65ff)

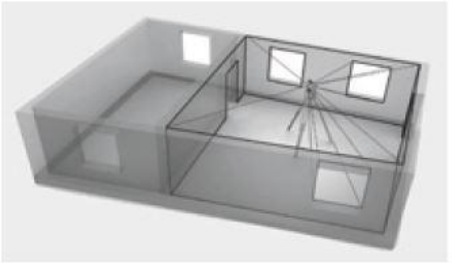
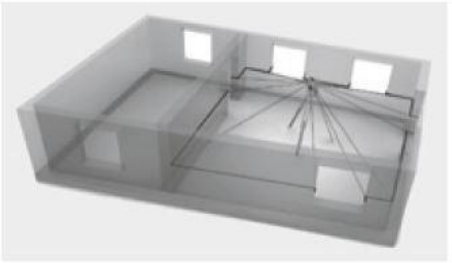
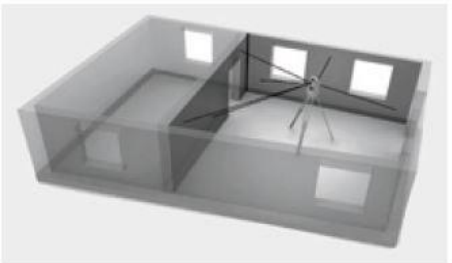
Erstellen von 3D Konturen		
	3D-CAD-Daten	• schnelle Erfassung • Modellierung beliebiger Formen • Grundlage für Schnittbildung und 3D-Modellierung
Konstruktion in definierten Schnittebenen		
	2D-CAD-Daten (im 3D-Bezug)	• schnelle Erfassung • Modellierung beliebiger Formen • Zeichnungen entstehen nahezu komplett vor Ort
Erstellen von 3D Geometrie		
	3D-CAD (Flächen- und Volumenmodell) 3D-Bauteile (z.T.)	• schnellere Erfassung • eingeschränkte Modellierung • 3D-Bauteilmodell kann mit weiteren Daten angereichert werden

Tabelle 1: Unterschiedlichen Verfahren der tachymetrischen Geometrieerstellung; Donath, 2008, S. 71

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Photogrammetrie

Als Photogrammetrie bezeichnet man Messverfahren, welche die Lage oder Geometrie räumlicher Objekte aus fotografischen Abbildungen ermitteln.(Donath 2008, 88) Sie ist bei der Bauaufnahme meist nur im Außenbereich gut verwendbar, wie zum Beispiel zur Erfassung der Gebäudehülle. Im Innenraum ist dieses Verfahren nicht gängig, da der Aufwand im Verhältnis zum Ergebnis sehr hoch ist und andere Methoden besser geeignet sind. Als Ausnahme können Kirchen, Konzerthäuser oder auch andere denkmalgeschützte Objekte genannt werden, da bei diesen oft große Innenräume in Kombination mit denkmalpflegerischen Objekten enthalten. Dafür ist die Photogrammetrie wiederum geeignet, da der Zeitaufwand vor Ort eher gering ist und die eigentliche Bearbeitung und Vermessung dann im Büro stattfindet. Man unterscheidet grundsätzlich folgende drei Verfahren: die Einbildphotogrammetrie, die Mehrbildphotogrammetrie sowie die Stereophotogrammetrie.(Blankenbach 2015, 351)

Einbildphotogrammetrie: Bei dieser Methode erfolgt eine Auswertung anhand eines einzelnen, digitalen Bildes. Diese ursprüngliche Aufnahme, welche wie alle Fotos Zentralprojektionen sind weisen projektive Verzerrungen auf und für die Weiterbearbeitung findet eine Umrechnung statt, bei der das digitale Bild entzerrt wird. Die eigentliche Auswertung geschieht dann anhand des Bildes mittels Onscreen-Digitalisierung, wobei das entzerrte Bild sich im Hintergrund befindet und alle relevanten Konturen werden nachgezeichnet. Wenn die verwendete Auswertesoftware in eine CAD-Umgebung integriert ist werden die Zeichen- und Auswertungsarbeiten durch CAD-Funktionalitäten (Kopieren, Spiegeln etc.) unterstützt.(Blankenbach 2015, 351f) Bei der Einbildauswertung können allerdings nur 2D-Koordinaten (im Bezug auf die Entzerrungsebene) vermessen werden wie zum Beispiel Hausfassaden, da die fotografische Abbildung in zweidimensionaler ebene des Kamerasensors stattfindet. (Donath 2008, 90)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

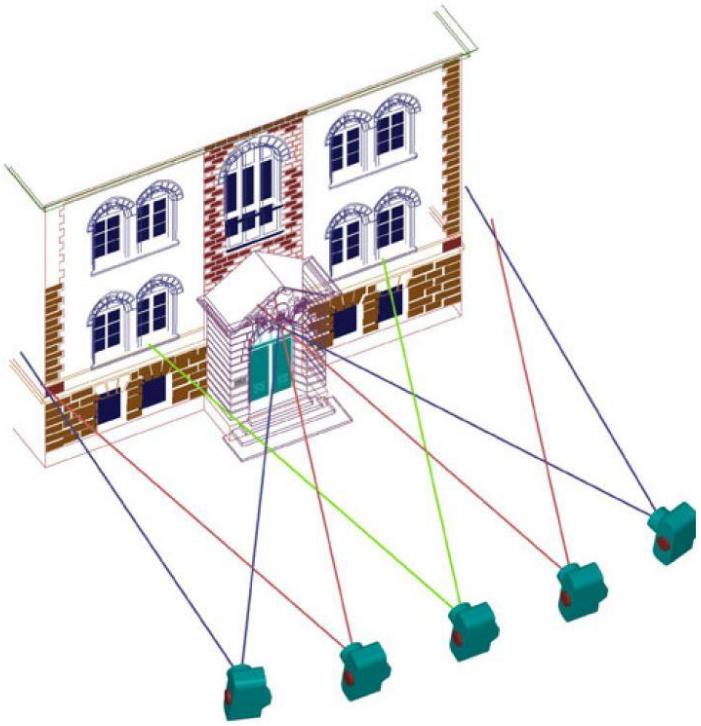


Abbildung 13: Bildverband für Mehrbildauswertung; Blankenbach, 2015

Mehrbildphotogrammetrie: Bei dieser Methode erfolgt eine Auswertung mithilfe von einem Bildverband, bestehend aus einer Vielzahl an Bildern, welche von verschiedenen Standorten aufgenommen werden und sich ca. 30-90% überlappen. Jeder zu messende Punkt sollte von mindestens zwei der Aufnahmen erfasst werden, was die Grundlage einer dreidimensionalen Punktbestimmung ist. Vor der Auswertung wird eine Bildorientierung durchgeführt. Bei dieser werden die Positionen der Kamera zum Zeitpunkt der Aufnahmen bestimmt. Die Auswertung selbst erfolgt mit dem Vorwärtsschnittprinzip, bei welchem alle der zu bestimmenden Punkte in mindestens zwei Bildern monoskopisch gemessen werden. In Verbindung mit den zugehörigen Orientierungsdaten werden dann korrespondierende Raumstrahlen rekonstruiert und zum Schnitt gebracht. Als Ergebnis entstehen 3D-Koordinaten der Objektpunkte, die im weiteren Verlauf die Konturen des zu vermessenden Objektes bilden. Das Ergebnis ist dann im Allgemeinen eine 3D-CAD-Zeichnung. Am Beispiel des Auswertungssystems PHIDIAS wird gezeigt das moderne Software meist das Ergebnis als 3D-Drehtmodell mit im Hintergrund perspektivisch liegenden Fotos darstellt, wodurch immer eine visuelle Kontrolle während der Auswertung gegeben ist. Es erfolgt also wie bei der Einbildphotogrammetrie eine Onscreen-Digitalisierung, nur wird jetzt in

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

dreidimensional vermessen. Einige Programme bieten auch die Möglichkeit von BIM-Applikationen um die photogrammetrische Geometrieerfassung direkt mit einer BIM Aufbereitung zu kombinieren.(Blankenbach 2015, 252f)

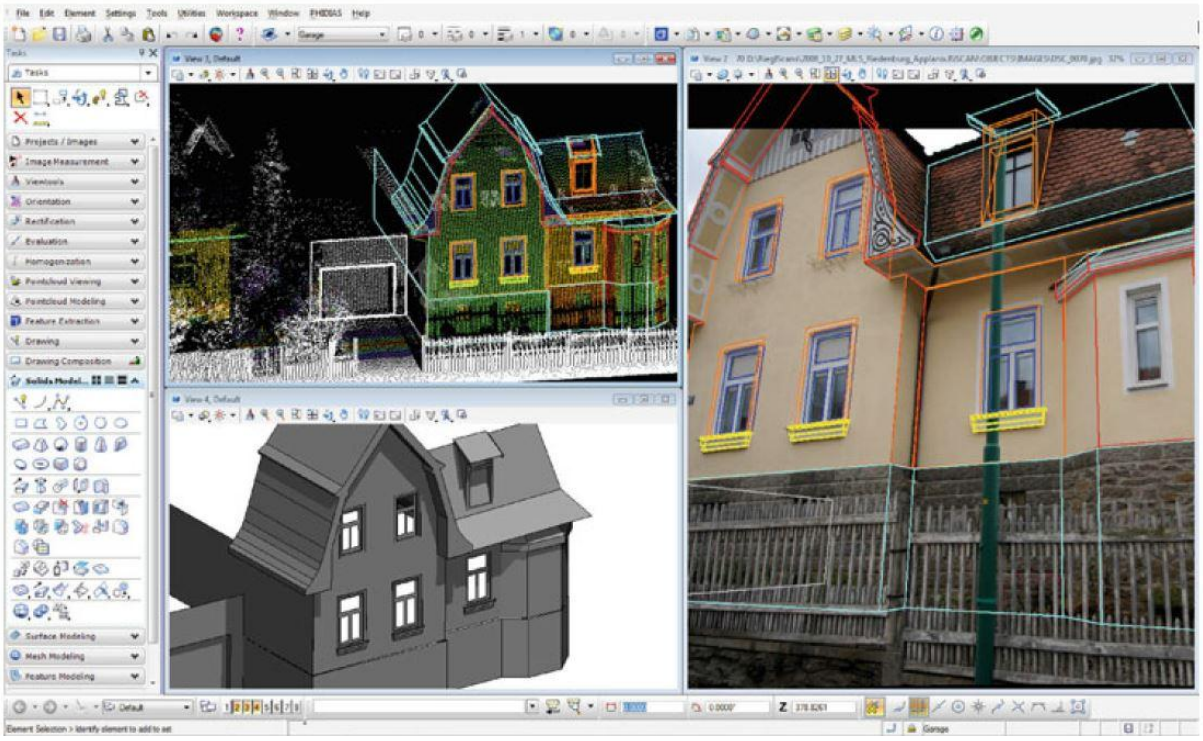


Abbildung 14: Photogrammetrische Softwarebeispiel PHIDIAS; Blankenbach, 2015

Stereophotogrammetrie: Mit der Stereophotogrammetrie können auch Objekte ohne diskrete Konturen vermessen werden. Die Auswertung erfolgt anhand von zwei Aufnahmen die in eine sogenannte Normalfallordnung gebracht werden. (beide Aufnahmerichtungen parallel und gleichzeitig senkrecht zur Basis) Der Aufwand und die Anforderungen an Personal und Ausrüstung sind dabei sehr hoch und diese Methode kommt in der Bauwerksvermessung kaum zu tragen und hat lediglich eine untergeordnete Rolle. (Blankenbach 2015, 354f)

UAV-Photogrammetrie: Die Bezeichnung UAV stammt vom englischen Begriff der Unmanned Aerial Verhicles und bezeichnet unbemannte Luftfahrzeuge, welche ausgestattet mit Kameras die Datenerfassung übernehmen. Dabei wird eine große Anzahl stark überlappender Bilder aufgenommen und mit modernen Verfahren zur dichten Bildzuordnung (Dense Image Matching) Punktwolken automatisiert abgeleitet. Besondere Anwendung findet dieses Verfahren bei der Geodatenerfassung. Für die Gebäudevermessung und BIM können UAVs ergänzend

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

eingesetzt werden Daten von Bereichen zu liefern, welche mit terrestrischen Verfahren unzureichend erfasst werden können.(Blankenbach 2015, 355f)

Videogrammetrie

Die Videogrammetrie arbeitet mit demselben Verfahren wie die vorangehend beschriebene Photogrammetrie, jedoch werden anstelle der Bilder ganze Videos zur Auswertung herangezogen. Gängig ist dabei, wie bei der UAV-Photogrammetrie, die Verwendung von Drohnen als Hilfsmittel zur Datenaufnahme. Abhängig von der Drohne und Kamera muss diese bei der Videoaufnahme im Vergleich zum Auslösen bei der Fotoaufnahme nicht regelmäßig stehenbleiben. (drone-zone 2020)

Laserscanning

Das Laserscanning umfasst alle Verfahren, bei welchen ein Laserstrahl (rasterförmig) Oberflächen scannt bzw. abtastet um diese dreidimensional zu vermessen. Damit ist eine Vielzahl an Einsatzbereichen möglich, welche von der dreidimensionalen Aufnahme von Baubestand, über die Gelände- und Gebäudehöhenmessung aus der Luft bis hin zur Verwendung in der Mikroskopie. Wenn ein Laserscanning bodengestützt erfolgt, spricht man von terrestrischem Laserscanning, bei einer Messung aus der Luft ist der zugehörige Fachbegriff Airborne Laserscanning. Bezogen auf die Bauaufnahme ist die Bedeutung von Laserscanning in den letzten Jahren stark gestiegen, was vor allem auch mit der starken technologischen Leistungsverbesserung der Geräte und zugehörigen Software zusammen hängt. Auch ein steigendes Interesse nach vollständigen dreidimensionalen Modellen von bestehenden Gebäuden und Anlagen („as built“ oder „wie gebaut“) spielt mit. Eine Vorreiterrolle ist dabei der Industrie- und Anlagenbau. Auch in der Baubetreuung wird Laserscanning verwendet um einen Baufortschritt und direkten Abgleich von Planung und Ausführung zu überprüfen.(Donath 2008, 105) Insbesondere bezogen auf das Thema BIM erlangen terrestrische Laserscanner zunehmend an Bedeutung, auch wenn die verwendeten Instrumente vergleichsweise aufwendig und teuer sind, was auch mit dem enormen Entwicklungspotential einer automatischen Auswertung von gescannten Punktwolken zusammen hängt.(Blankenbach 2015, 356)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

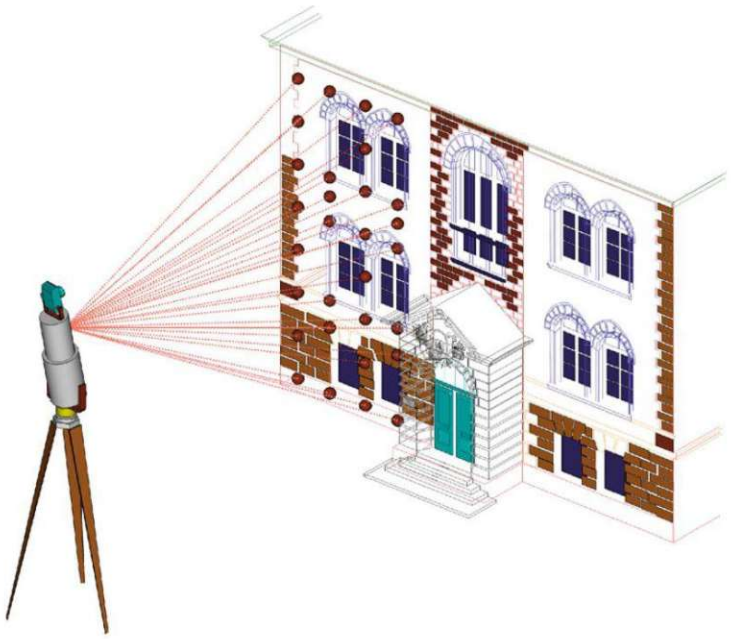


Abbildung 15: Terrestrisches Laserscanning; Blankenbach, 2015

Das terrestrische Laserscanning ist im Prinzip mit einer automatisierten Version von Tachymetrie zu vergleichen. Ausgehend vom Instrumentenstandort erfolgt eine Messung des Horizontal- und Vertikalwinkels sowie der Distanz zum zu messenden Objektpunkt. Dadurch entsteht ein dreidimensionaler Punkt bzw. eine Koordinate die mit einer Genauigkeit im Millimeterbereich gemessen wird. Jene 3D-Polarkoordinate wird dann entsprechend in eine kartesische 3D-Koordinate umgerechnet. Dieser Messvorgang wird automatisch in definierten Winkelschritten wiederholt. Die gemessenen Punkte liegen alle auf den Oberflächen der erfassten gebauten Umgebung und repräsentieren die räumlichen Begrenzungen. Man unterscheidet nach Art des Messgerätes zwischen Impulslaufzeitverfahren und Phasenvergleichsverfahren. Es werden Messungen von ca. 200.000 Punkten mit einer Reichweite von mehreren Kilometern beim Impulsmessverfahren gemacht. Beim Phasenmessverfahren sind sogar mehr als einer Million Punkten pro Sekunde möglich. Die Messreichweite ist dabei auf etwa 120 Meter limitiert, was in der Regel für Bauaufnahmen vollkommen ausreichend ist. Als Ergebnis solcher Scans, also Messungen von bis zu mehreren Millionen Punkten entstehen sogenannte Punktwolken. Mehrere Punktwolken die von unterschiedlichen Standorten aufgenommen wurden lassen sich im Nachhinein bei dem Prozess der Registrierung zu einer Gesamtwolke kombinieren. Dafür werden hochreflektierende Zielmarken wie Reflexfolien, Passkugeln oder Passzylinder verwendet. Auch erkennbare Merkmale im Scan selbst, wie markante Ecken oder Kanten in der Punktwolke können dazu

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

herangezogen werden. Neben den räumlichen Koordinaten können viele Scanner zusätzlich die Intensität der reflektierten Laserstrahlen messen, oder sind sogar mit einer integrierten oder aufgesetzten Digitalkamera ausgestattet. Damit entsteht die Punktwolke als Graustufe oder eingefärbt, wodurch unterschiedliche Beschaffenheit der Oberflächen erkennbar werden und eine weitere Auswertung vereinfacht. Bei ausreichend hoher Kamerabildauflösung ist sogar eine zusätzliche mehrbildphotogrammetrische Auswertung möglich.(Donath 2008, 106f, Blankenbach 2015, 356f)

Bei der folgenden Auswertung der Punktwolken werden lt. Donath, ähnlich wie bei der Tachymetrie, drei Verfahren grundsätzlich unterschieden:

Direkterfassung in Schnittebenen: Die Punktwolke wird in zumeist horizontale oder vertikale Ebenen (in mehr oder weniger breite Korridore) geschnitten. Anhand dieser Schnitte können dann die sichtbaren Profile manuell oder auch schon (teil-) automatisiert nachgezeichnet werden. Es entstehen einfach und unmittelbar 2D Zeichnungen wie Grundrisse oder Vertikalschnitte, welche auch durch Extrusion in 3D-Modelle ableiten lassen.

Konturbezogene Erfassung: Dabei wird die Struktur des gescannten Gebäudes in Form von Ecken, Kanten sowie Ebenen erfasst und es entsteht ein dreidimensionales Drahtmodell. Da die gemessenen Punkte meist nie direkt auf Ecken oder Kanten liegen, ergeben sich diese oft indirekt durch den Schnitt benachbarter Ebenen. Durch die hohe Anzahl an Messpunkten aus welchen sich die Ebenen (mit Hilfe von Glättungs- und Filterverfahren) ergeben ist die Genauigkeit der Methode sehr hoch.

3D-Modellierung: Diese Auswertungsmethode hat für BIM die größte Bedeutung, denn sie bietet die Voraussetzungen für eine ganzheitliche Objektdarstellung mit Bauteilbildung und Attributen. Die Geometrie des Gebäudes wird aus den gescannten Punktwolken in Form von Flächen, Quadern, Zylindern und anderen Primitiven modelliert. Dabei werden diese geometrischen Elemente durch sogenanntes Fitting mit speziellen Algorithmen eingepasst. Meist geschieht dies als halbautomatischer Vorgang, bei dem manuell Punkte selektiert und anschließend softwaregestützt gefittet werden. Wie auch bei der vorhergehenden Methode besitzt diese 3D-Modellierung eine hohe Genauigkeit durch die Bestimmung anhand der

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

vielen Messpunkte. Die Objektbildung für BIM wird bereits von einigen Softwareprodukten unterstützt. Der Wunsch nach vollständiger Automatisierung dieser Methode wird immer stärker und ist Gegenstand aktueller Forschungen, wobei diese Automatisierung in Teilbereichen schon möglich ist.(Blankenbach 2015, 358f)

Tagging

Das Tagging ist eine Methode bei der Bauteile mit einer Art Markierung oder Etikett, dem sogenannten Tag versehen werden. Dabei kommen entweder Barcodes oder Radio-Frequenz-Identifikation, kurz RFID, zum Einsatz. Solche Tags beinhalten Informationen über den jeweiligen Bauteil und haben eine einzigartige Identifikationsnummer. Diese Technologien werden schon länger in der Lagerhaltung und Warenwirtschaft verwendet und finden in den letzten Jahren auch immer mehr Awendung im Bauwesen. Tags können schnell ausgelesen und die zugehörigen Informationen auch verändert werden, was vielseitige Möglichkeiten in der gesamten Nutzungsphase von Gebäuden bietet. (Facility Management, Bauaufnahme, Abbruch und Recycling) Voraussetzung dafür ist aber dass die Tags bzw. dafür verwendeten Transponder mit ihren Informationen fortlaufend aktualisiert werden.(Costin, Pradhananga und Teizer 2012, 2, Jehle, et al. 2011, 1ff)

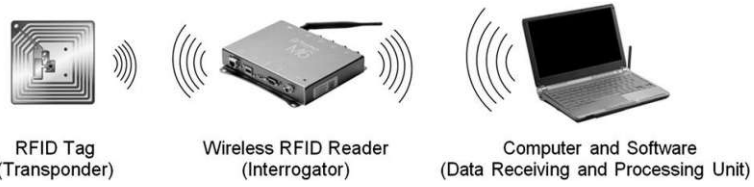


Abbildung 16: Wireless RFID System; Costin, Pradhananga und Teizer, 2012

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.3 Automatisiertes Scan-to-BIM

In diesem Punkt wird der Stand der Forschung zum Thema Scan-to-BIM, also der automatischen Erstellung von BIM-Modellen aus Scandaten kurz erläutert. Da der Begriff Scan-to-BIM auch als allgemeiner Überbegriff zur (manuellen) Erstellung von BIM-Modellen verwendet wird, wurde hier der Begriff automatisiertes Scan-to-BIM gewählt. Zu diesem Thema gibt es aktuell eine breite Auswahl an Fachartikeln die sich damit beschäftigen, im Folgenden wurde einer davon Beispielsweise ausgewählt und als Repräsentation wiedergegeben.

Unter der Prämisse, dass die Erstellung von BIM-fähigen Modellen bei Bestandsgebäuden hauptsächlich auf manueller Modellierung basiert und sehr aufwendig und arbeitsintensiv ist, soll ein Programm zur automatischen Geometrieextraktion aus Scan-Punktwolken entwickelt werden. Dieses wurde von Wang et al. unter dem Titel „Automatic BIM component extraction from point clouds of existing buildings for sustainability applications“ veröffentlicht. Dabei führen die Autoren an, dass zwar einige Programme vorhanden sind die halbautomatisch agieren und verschiedene Aufgaben erfüllen, aber kein Programm welches ein gesamtes Gebäude genügend erkennen kann.(Wang, Cho und Kim 2015, 3f)

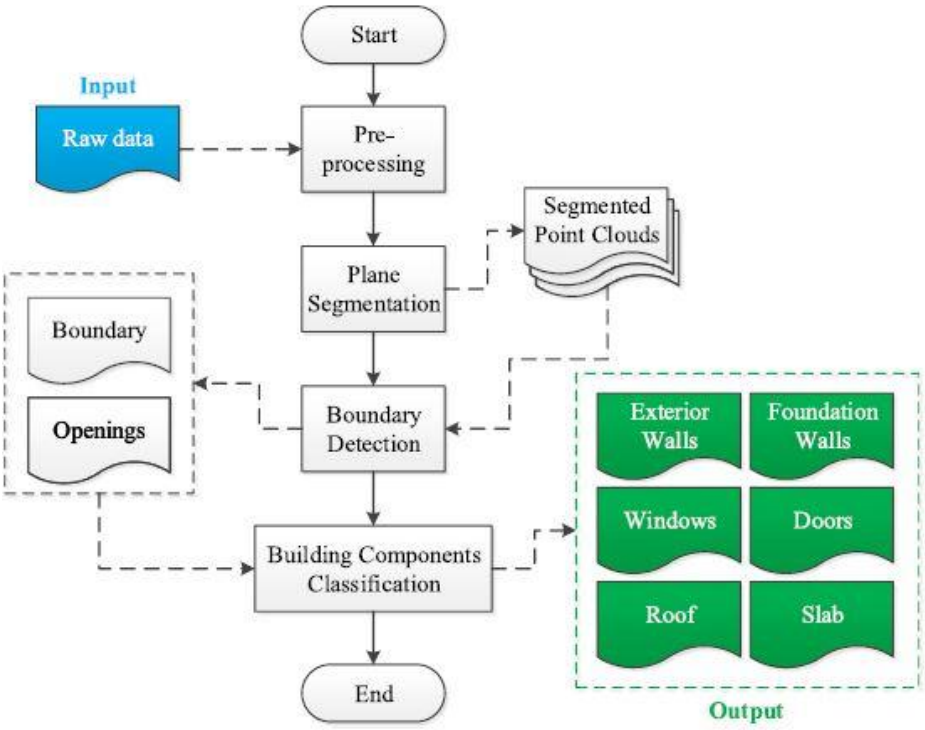


Abbildung 17: Flowchart der entwickelten Methode zur automatischen Modellerstellung, Wang et al., 2015

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Für ihren Ansatz nehmen die Autoren Gebäudescans aus Punktwolken von Laserscannern, welche je Punkt eine X-, Y- und Z-Koordinate enthalten und verarbeiten diese in 4 Schritten zu einem BIM-Modell. Der erste Schritt ist die Datenvorverarbeitung, bei der Noise-Daten, also verrauschte Daten entfernt und somit die Gesamtdatenmenge reduziert wird. Als zweiten Schritt nennen sie einen Plane-Segmentation Algorithmus, der eine Flächenerkennung anhand der Punkte erledigt. Der dritte Teil ist eine Definition der Grenzen der bereits erkannten Flächen, und im vierten und letzten Punkt wird die erkannte Geometrie einer Bauteilkategorie zugeordnet.(Wang, Cho und Kim 2015, 4f)

1.Datenvorverarbeitung:

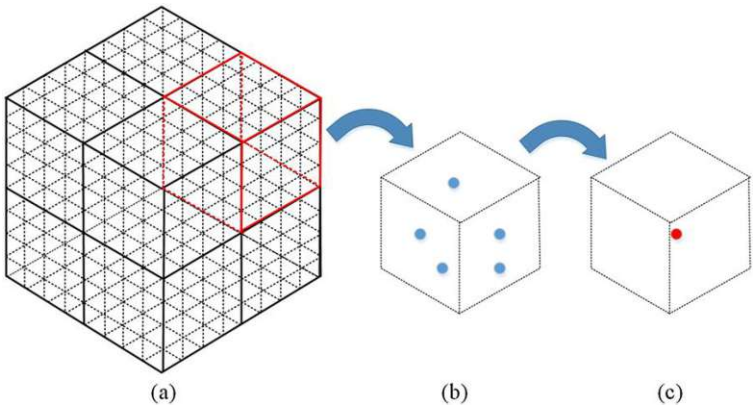


Abbildung 18: Reduktion der Messpunkte, Wang et al. 2015

Die durch Laserscanner gesammelten Punktwolkendaten enthalten (speziell bei Scans im Außenbereich) eine große Menge an verrauschten- und Störddaten, welche die weitere Bearbeitung verlangsamen und negativ beeinflussen wenn sie nicht entfernt bzw. reduziert werden. Dazu registriert ein Algorithmus die einzelnen Scanpunkte, filtert ihre Informationen bzgl. der Flächengestaltung und mustert die Punkte mit geringeren Informationswerten aus. Anschließend wird die Datenmenge durch eine Reduktion in punktedichten Gebieten weiter verringert. Dabei werden alle Punkte in einem gewissen rasterisierten Gebiet durch einen stellvertretenden ausmittigen Punkt ersetzt.(Wang, Cho und Kim 2015, 5)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

2.Flächenerkennung

Bei der Flächenerkennung wird ein Segmentierungsalgorithmus verwendet, welcher alle Einzelpunkte die auf derselben Ebene liegen erkennt. Dieser Algorithmus sammelt Punkte die nahe genug aneinander liegen und formt daraus einen Cluster in einer Ebene, wobei die umliegenden Punkte welche nahe genug an der entstandenen Ebene liegen bzw. die maximale Abweichung zu dieser nicht überschreiten hinzugefügt werden. Der Algorithmus errechnet also als Ergebnis alle flächigen Punkteansammlungen der jeweiligen Scandaten, die aus sogenannten Punkteclustern bestehen. (Wang, Cho und Kim 2015, 6)

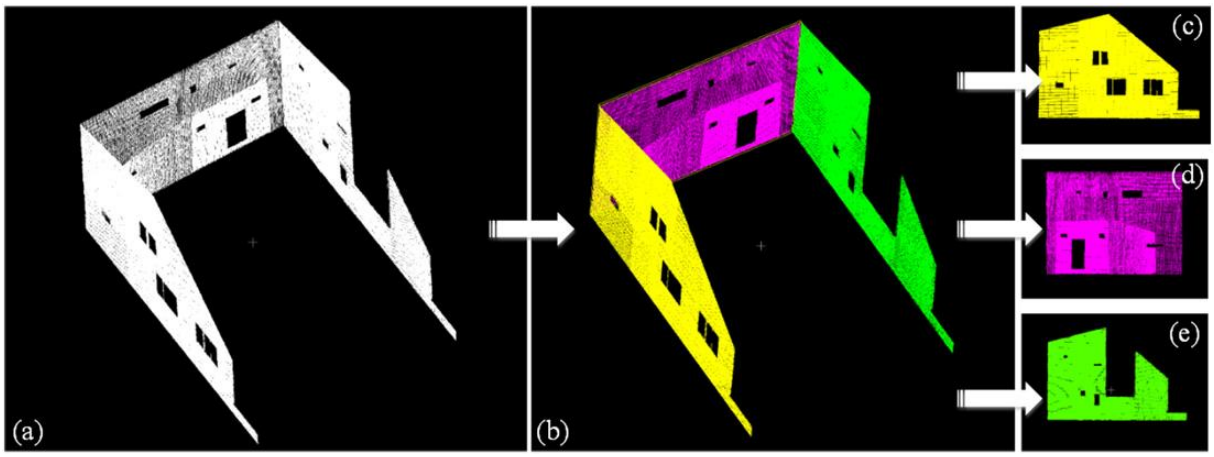


Abbildung 19: Flächenerkennung durch errechnete Punktecluster, Wang et al., 2015

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.Eck- und Grenzerkennung

Hierbei werden durch den Algorithmus anhand der bestehenden flächigen Punktecluster die zugehörigen Grenzen erkannt und extrahiert. Daraus entstehen zweidimensionale Flächen, welchen eindeutige Grenzen zugeordnet werden können.(Wang, Cho und Kim 2015, 6)

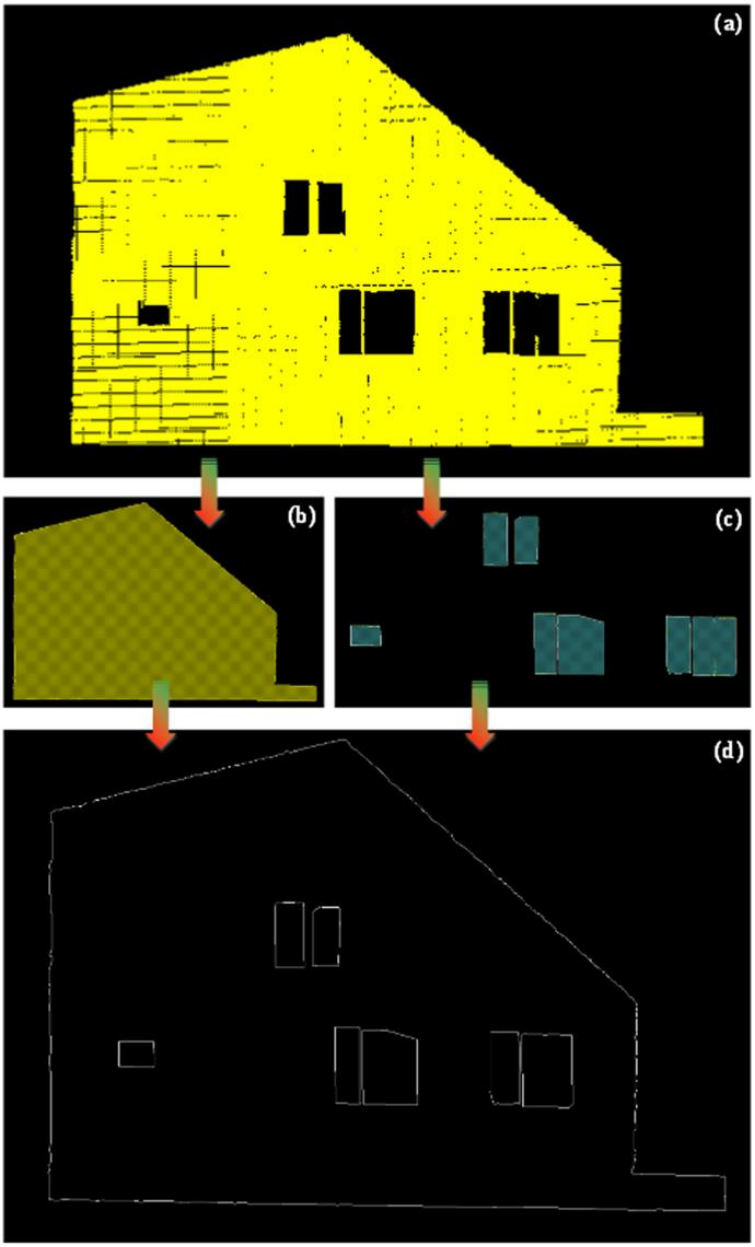


Abbildung 20: Äußere und Innere Grenzerkennung, Wang et al., 2015

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

4.Regelbasierte Gebäudehüllenerkennung

Im finalen vierten Schritt werden durch die vorherig erkannten Grenzen alle Teile der Gebäudehülle identifiziert. Dazu durchlaufen diese ein regelbasiertes Klassifizierungssystem, welches z.B. alle vertikalen Oberflächen als Wandelemente erkennt sowie die darin enthaltenen Fenster und Türen als Öffnungen. Ebenso wurden Regeln für Dächer und Bodenplatten definiert.(Wang, Cho und Kim 2015, 6f)

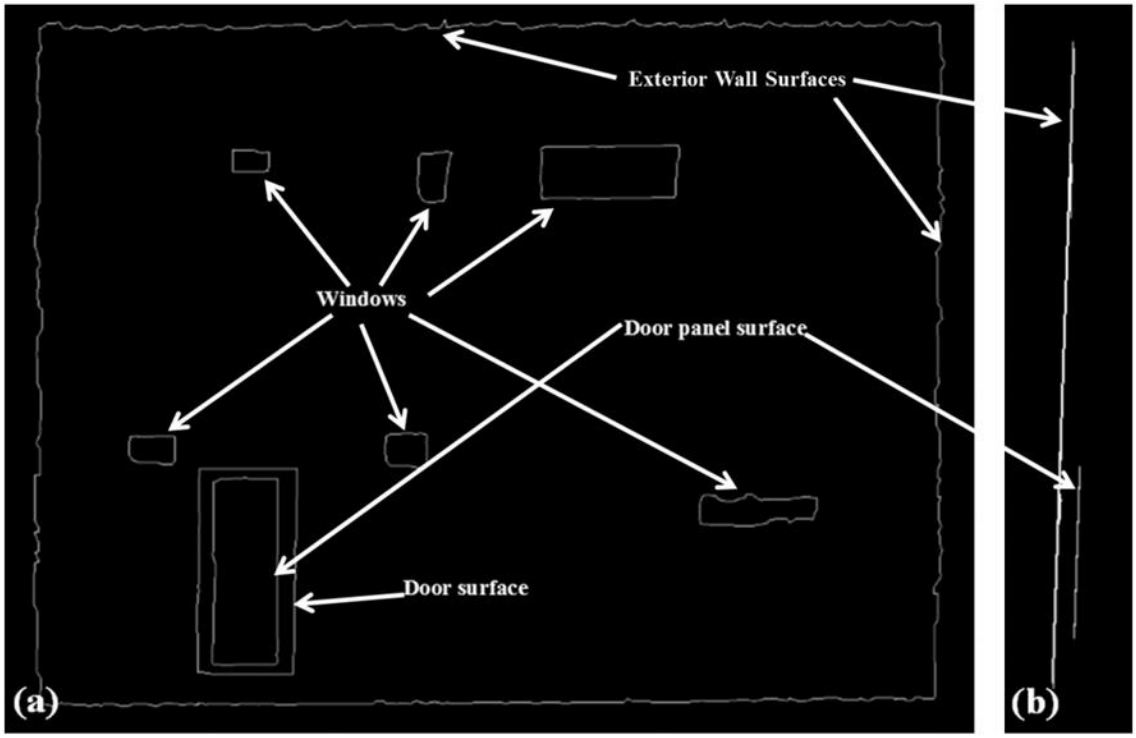


Abbildung 21: Außenwanderkennung inkl. Öffnungen. (a) Frontal-. (b) Seitenansicht, Wang et al., 2015

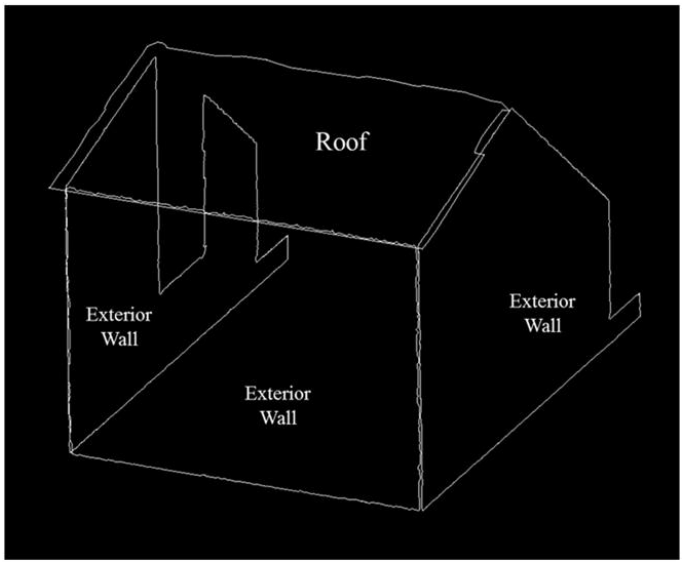


Abbildung 22: : Wand- und Dachklassifizierung, Wang et al., 2015

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Nach diesen vier Hauptschritten erfolgt noch eine Geometrieanpassung, da nach der Kategorisierung der Gebäudehüllflächen teilweise noch Spalten zwischen Bauteilen entstehen, welche dadurch geschlossen werden. Diese Spalten entstehen zum Teil durch Scanfehler oder durch die Datenreduzierung. Schlussendlich werden die Daten in ein weiterverwendbares Dateiformat überführt, wie z.B. in eine gbXML-Datei konvertiert.(Wang, Cho und Kim 2015, 7ff) Folgend ist das Ergebnis einer der drei im Artikel gezeigten Testobjekte zu sehen. Dabei handelt es sich um ein gesamtes Wohngebäude.

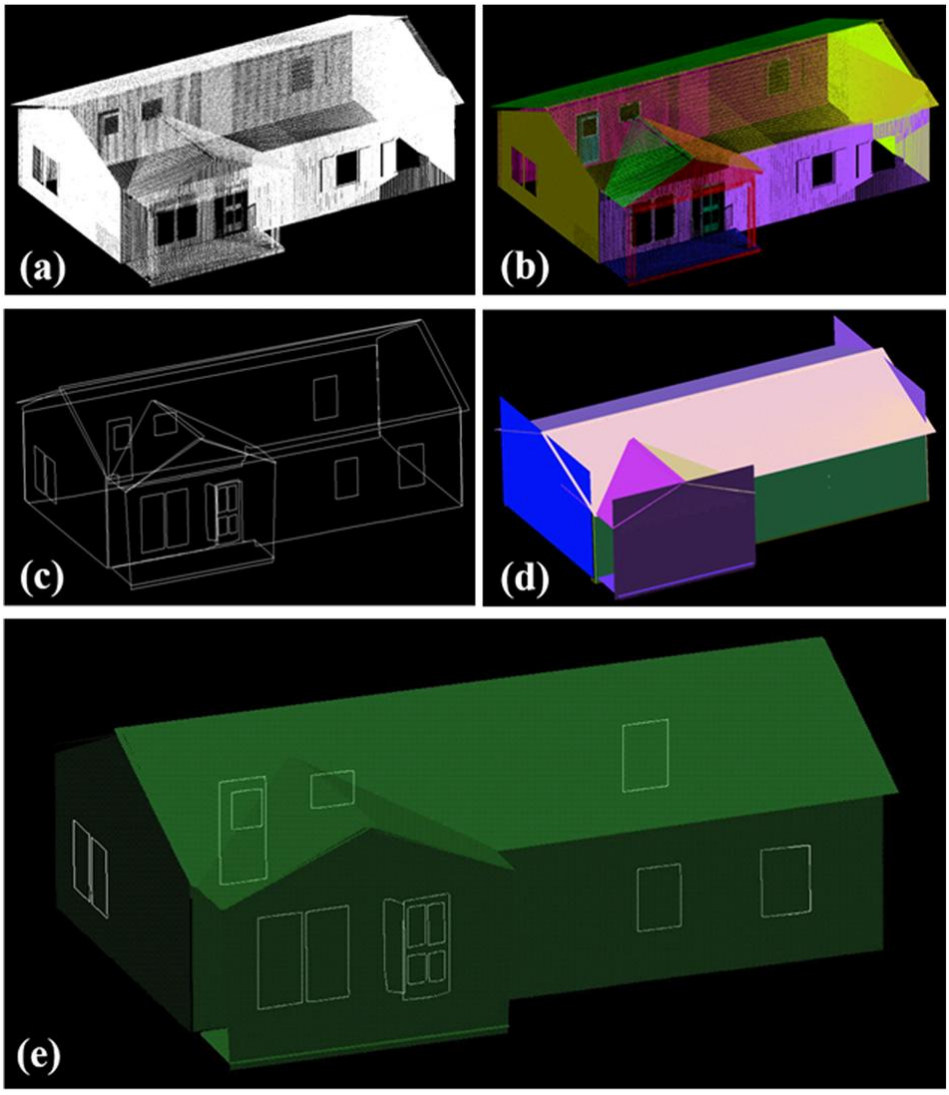


Abbildung 23: Bsp. Testergebnis(a) Rohdaten; (b) Segmentierte Punktecluster; (c) Erkannte Flächen und Kanten; (d) Geometrieanpassung; sowie (e) entstandenes Modell, Wang et al., 2015

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

3.4 Materieller Gebäudepass

Das Thema des materiellen Gebäudepasses wird in dieser Arbeit nicht vertieft behandelt, jedoch in dem Forschungsprojekt SCI_BIM([1] siehe S.50) in welches die Fallstudie dieser Arbeit eingeflossen ist. Deshalb wird in diesem Kapitel ein kurzer Überblick darüber gegeben.

Gebäudepass

Der Gebäudepass ist grundlegend ein Informationssystem, welches die Materialbeschaffenheit von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus darstellen soll. Dabei werden alle Bauaktivitäten, verwendete Materialien, technische Ausstattung und auch Maßnahmen zur Instandhaltung aufgezeichnet. Dieser Pass bildet somit auch eine Grundlage für ökologische Betrachtungen und Bewertungen des Gebäudes in allen Nutzungsphasen und für den Rückbau.(Reisinger, et al. 2014, 5)

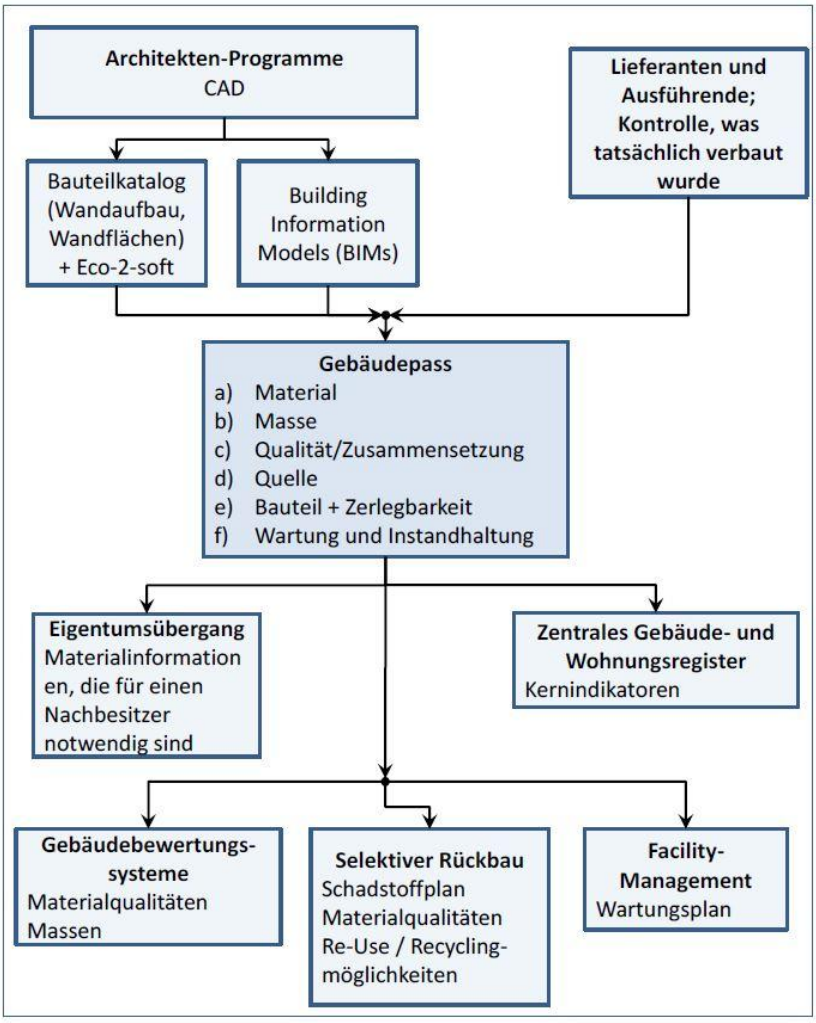


Abbildung 24: Grundidee des Gebäudepasses, Reisinger et al, 2014

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

BIM basierter Gebäudepass

Building Information Modeling als funktionierendes, digitales Planungswerkzeug, welches über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes verwendet werden kann bietet großes Potential auf dem Gebiet der Gebäudepassgenerierung. Im Zuge des Forschungsprojektes BIMaterial wurde eine Methode entwickelt für die semiautomatische Erstellung eines materiellen Gebäudepasses, welcher abgekürzt MGP genannt. Dabei wurden BIM-Modelle gekoppelt mit Datenbanken und Analysewerkzeugen für Ökodaten verwendet. Der daraus resultierende MGP errechnet die materiellen Anteile, zeigt Potentiale für Recycling auf und stellt eine Ökobilanz dar. (Kovacic, et al. 2018, 11f)

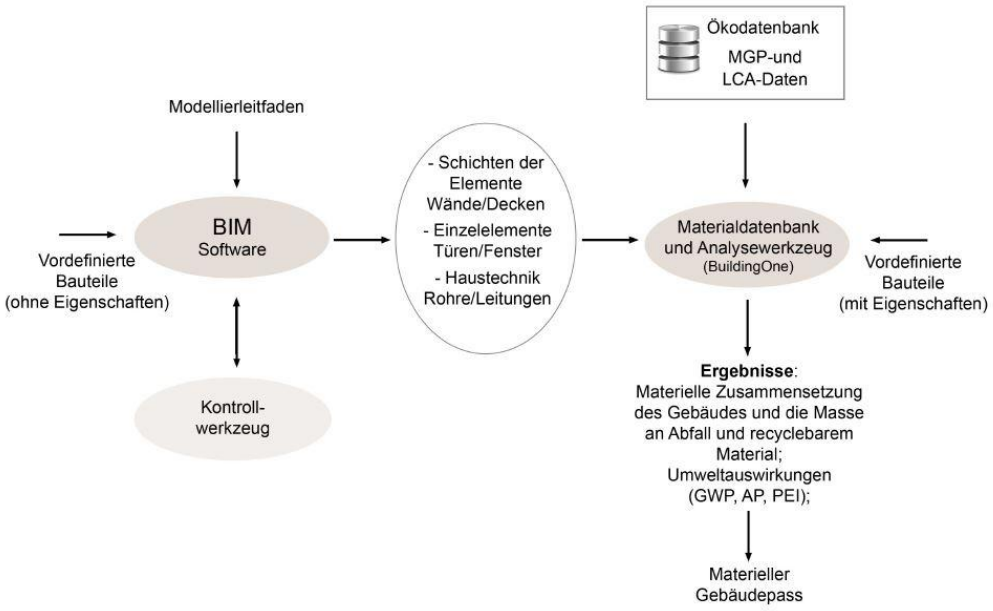


Abbildung 25: Methode für die Erstellung eines semi-automatisierten MGP, Kovacic et al, 2019

Der Fokus dabei lag in der Phase der Vorplanung und Entwurfsplanung. In diesen Phasen dient der MGP als Analyse- und Optimierungswerkzeug. In weiterer Folge ist der MGP aber auch in späteren Phasen verwendbar, wie zum Beispiel die Bewirtschaftung und den Umbau, welche für die vorliegende Arbeit besonders interessant sind. Diese werden im folgend kurz beschriebenen Forschungsprojekt abgedeckt.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Im Zuge des Forschungsprojektes SCI_BIM[1] wurden moderne Technologien zur Erfassung von Gebäudebestand aus geometrischer, materieller sowie energetischer Sicht kombiniert, um as-built BIM-Modelle zu generieren. Diese Modelle werden auch als Basis für materielle Gebäudepässe sowie Building Energy Modeling und Simulation verwendet und in weiterer Folge entsteht ein Digitaler Zwilling des Gebäudes welcher mithilfe eines Gamification-Ansatzes semiautomatisch instand gehalten werden soll. Ebenso bildet dies auch eine Grundlage des BIM für Facility Management.(Honic, et al. 2020)

In folgender Grafik ist der in der Studie verwendete Workflow zur Generierung des MGP ersichtlich. Folgend wird kurz auf die Erhebung der materiellen Zusammensetzung eingegangen. Die grundsätzlichen Erhebungsmöglichkeiten der Geometrie werden in Punkt 3.2 umrissen.

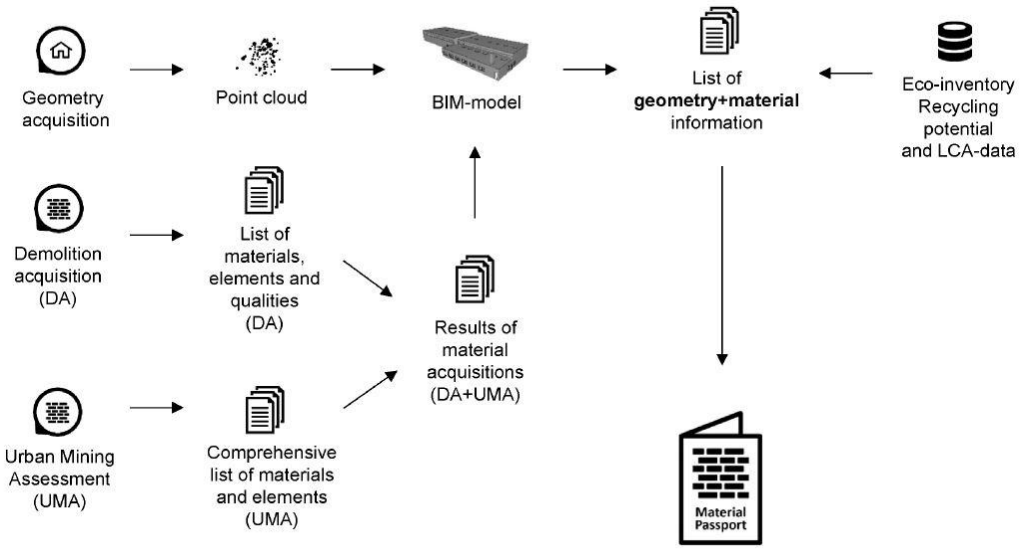


Abbildung 26: Workflow für die Generierung des MGP, Honic et al, 2020

1 SCI_BIM - Scanning and data capturing for Integrated Resources and Energy Assessment using Building Information Modelling

Projektleitung: Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in techn. Iva Kovacic; TU Wien, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement - Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung

Österr. Forschungsförderungsgesellschaft FFG Grant No. 867314

https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/sci-bim.php

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

In vorliegendem Fall wurde materielle Zusammensetzung von mehreren Projektpartnern erhoben und verglichen. Dabei wurde einerseits ein materieller Scan mit Hilfe eines Ground Penetrating Radar (GPR) durchgeführt, als auch Erhebungen durch Experten vor Ort mittels Klopfen und Bohren bzw. Probeöffnungen. Diese Erhebungen wurden dann ins BIM-Modell eingearbeitet um in weiterer folge einen MGP erstellen zu können.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

4. Qualitative Forschung / Experteninterviews

4.1 Vorbereitung und Ablauf der Interviews

Als Grundlage für die Erstellung des Interviewleitfadens dienen die anfangs formulierten Forschungsfragen dieser Arbeit. Zusätzlichen Einfluss haben Erkenntnisse aus der bisherigen Recherche bis zum erstellen des Leitfadens. Die erarbeiteten Interviewfragen werden nach Themen gegliedert. Dabei haben sich folgende vier Themengebiete ergeben:

Themengebiet 1: Einführung und Allgemeines

Themengebiet 2: Erhebung Geometrie und Gebäudedaten

Themengebiet 3: Weiterbearbeitung der Daten zu BIM-Modell

Themengebiet 4: Tipps und zukünftige Entwicklung

Das erste Themengebiet „Einführung und Allgemeines“ welches den Beginn des Interviews darstellt beginnt mit Aufwärmfragen zum Fachgebiet und Tätigkeitsbereich des Interviewpartners. Danach wird Allgemeines zum Thema BIM im Bestand und dazugehörigen Projekten angesprochen.

Die Anfangsphase eines Interviews ist besonders wichtig, weil sich zu Beginn das Klima des Interviews herausbildet. Es sollte daher immer mit einer „Anwärmfrage“ begonnen werden, welche für den Interviewten leicht zu beantworten ist und einen angenehmen Gegenstand betrifft. (Gläser und Laudel 2004, 143)

Nach den Aufwärmfragen werden die allgemeinen Fragen zu BIM im Bestand behandelt, welche sich den Projektbeteiligten, der verwendeten Software sowie den dazugehörigen Datenformaten und Schnittstellen widmen. Es werden 2 Aufwärmfragen sowie 9 weitere Fragen gestellt. Dieser Themenbereich beinhaltet die größte Anzahl an Fragen der vier Interviewgebiete, es ist anhand der Art und Einfachheit der Fragen aber zu erwarten dass die Antworten relativ kurz ausfallen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Im zweiten Themengebiet „Erhebung Geometrie und Gebäudedaten“ wird genauer auf die Bestandsaufnahme eingegangen. Es wird nach der genauen Art der Bauaufnahme, den jeweiligen Arbeitsschritten und den verwendeten Geräten sowie deren Genauigkeit gefragt. Zusätzlich wird erfragt ob und wie es möglich ist weitere Gebäudedaten wie Bauteilaufbauten oder zugehörige Materialkennwerte zu erheben. Es wird davon ausgegangen, dass dieser Teil des Interviews die meiste Zeit beanspruchen wird, da die gestellten Fragen offener zu beantworten und anregender für längere Antworten sind. Insgesamt werden 8 Fragen in diesem Abschnitt gestellt.

Das dritte Themengebiet „Weiterbearbeitung der Daten zu BIM-Modell“ behandelt die Überführung der erhobenen geometrischen Daten sowie allen Zusatzinformationen in ein Building Information Model. Dazu werden zwar nur 2 Fragen gestellt, diese sind aber erwartungsgemäß länger zu beantworten und werden evtl. durch kurze Zusatzfragen ergänzt.

Im vierten und letzten Themengebiet „Tipps und zukünftige Entwicklung“ werden wie im vorherigen Gebiet ebenfalls nur 2 Fragen gestellt. Bei der Ersten geht es um Tipps zur Herangehensweise bei der Verwendung von BIM im Bestand. Bei der zweiten und letzten Frage des Interviewleitfadens wird der Interviewpartner gebeten zu erwartende Entwicklungen auf diesem Gebiet in der nahen Zukunft aufzuzeigen und, als Experte, Wünsche dazu zu äußern.

So wie die erste sollte auch die letzte Frage eines Interviews angenehm sein, also weder besonders schwierig noch heikel. Ansonsten besteht die Gefahr, dass das Interview einen unangenehmen Eindruck hinterlässt.(Gläser und Laudel 2004, 144)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Der Interviewleitfaden

Allgemeines

Was ist ihr Fachgebiet und hauptsächlicher Tätigkeitsbereich?

Wie viele Mitarbeiter sind in ihrem Büro beschäftigt?

Welche Art von Gebäude wird hauptsächlich bearbeitet? (Wohn-/ Industriebau …)

Wer sind dabei die Auftraggeber?

Wie viele Projektbeteiligte gibt es in der Regel?

Welche Schnittstellen gibt es intern?

Mit welcher Software wird gearbeitet?

Mit welchen Datenformaten wird gearbeitet?

Wie werden die Daten weitergegeben? (IFC)

Gibt es dabei Probleme beim Export und Import in andere Software?

Wie funktioniert die Abrechnung? (Nach Aufwand / nach Gebäudevolumen)

Erhebung Geometrie und Gebäudedaten

Wie wird die Geometrie erhoben?

Mit welchen Geräten wird gearbeitet?

Wie genau ist die Bestandsaufnahme?

Wie lange dauert die Bestandsaufnahme?

Welche Arbeitsschritte gibt es?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie erfolgt die Erhebung der Bauteile und deren Aufbauten und Schichtdicken?

Können zusätzliche Kenndaten wie der U-Wert ermittelt werden?

Wie genau sind diese Erhebungen?

Erstellung BIM – Weiterbearbeitung der Daten zu BIM-Modell

Wie werden die erhobenen Daten importiert und was ist das Ergebnis daraus? 3D Modell?

Wie wird dieses Modell weiterbearbeitet, sodass ein BIM-Modell entsteht? Wie werden dabei die restlichen Daten eingearbeitet?

Tipps und zukünftige Entwicklung

Haben Sie spezielle Tipps für die Herangehensweise bei der Verwendung von BIM im Bestand?

Welche Entwicklungen in naher Zukunft sehen Sie oder wünschen Sie sich auf diesem Gebiet?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Durchführung der Interviews und Transkription

Die Auswahl der möglichen Interviewpartner erfolgte nach Ihrem Expertenwissen und Erfahrung auf dem Gebiet von BIM, speziell angewendet auf Bestandsgebäude. Dabei wurde mit Hilfe von Frau Professor Kovacic eine Vorauswahl von geeigneten Interviewpartnern getroffen und der Kontakt hergestellt. Die ausgewählten Personen sind Experten aus den Fachgebieten Architektur, Vermessungswesen und CAD-Software. Der erste Interviewpartner ist selbstständiger Architekt mit mehr als 20 Jahren Berufserfahrung, sowie allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für Hochbau und Architektur. Das zweite Interview wurde mit einem Spezialisten des Vermessungswesens geführt. Er ist seit mehreren Jahrzenten auf diesem Gebiet selbständig sowie allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger. Als dritter Interviewpartner wurde ein Softwarespezialist gewählt, welcher selbst mehr als 15 Jahre intensive Erfahrung auf dem Gebiet ArchiCAD und BIM hat und darüber hinaus auch in darüber Schulungen tätig ist. Der vierte Interviewpartner stammt wiederum aus dem Vermessungswesen und ist Bereichsleiter bei einem großen Vermessungsunternehmen.

Die Interviews wurden telefonisch vereinbart, dabei wurden die Termine nach Wunschdatum der Interviewpartner ausgewählt. Als Interviewort wurde jeweils der Arbeitsplatz der Befragten gewählt. Dies geschah um nicht noch mehr ihrer Zeit zu beanspruchen und auch weil es ein gewohntes Umfeld für die Interviewpartner darstellt. Des Weiteren besteht dadurch die Möglichkeit, dass die Interviewten vor Ort weiterführend eigenes Material oder Projekte zu dem Thema herzeigen können.

Jedes der Interviews wurde mit vorheriger mündlicher Erlaubnis der Befragten aufgezeichnet. Dazu wurde ein digitales Diktiergerät der Marke Philips mit der Bezeichnung Pocket Memo LFH9520 verwendet. Anschließend wurden die Tonaufzeichnungen mithilfe der von Philips zugehörigen Software SpeechExec manuell transkribiert.

Interview	Fachgebiet	Interviewdauer	Ort	Datum
Partner 1 (P1)	Architektur	41 m	Wien	10.12.2015
Partner 2 (P2)	Vermessungswesen	1 h 45 m	St. Pölten	15.12.2015
Partner 3 (P3)	CAD-Software	2 h 24 m	Wien	18.12.2015
Partner 4 (P4)	Vermessungswesen	28 m	Wien	19.12.2018

Tab. 2: Übersicht Interviews, Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Für die Transkription der 4 Interviews mit einer Gesamtdauer von 5 Stunden und 18 Minuten wurde die Software SpeechExec von Philips gewählt. Damit wurden die Tonaufzeichnungen angehört und manuell in das Programm Microsoft Word dokumentiert.

Die Transkripte der Interviews sind im Anhang zu finden.

4.2 Interviewauswertung

Im Zuge der bisherigen Arbeit wurde anhand von Interviews der aktuelle Stand von BIM bei Bestandsgebäuden in der Praxis erhoben. Die daraus vorliegenden Interviewtranskripte sollen mit einer Inhaltsanalyse ausgewertet werden.

Bezogen auf diese Arbeit wurde die im vorherigen Teil dieser Arbeit beschriebene qualitative Inhaltsanalyse folgendermaßen ausgelegt:

Das zu behandelnde Rohmaterial sind die Transkripte der vier geführten Experteninterviews. Das zur Vorbereitung der Extraktion verwendete Suchraster orientiert sich an den ursprünglichen Interviewleitfragen. Danach erfolgt die Extraktion, bei welcher entschieden wird, welche Informationen relevant sind. Diese Informationen werden mit Extraktionsmarkern, bestehend aus einem Buchstaben und einer fortlaufenden Nummer, gekennzeichnet. Anschließend werden diese Daten aufbereitet. Dabei werden die relevanten Textstellen mit ihrer Markierung entnommen und es entsteht ein zusammengefasstes Extraktionsergebnis, welches weiter analysiert und interpretiert werden kann.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Analyse und Auswertung

Im Folgenden ist die textliche Zusammenfassung und Interpretation der Interviewauswertung zu sehen. Zusätzlich sind die wichtigsten Ergebnisse in tabellarischer Form kurz zusammengefasst.

Die gesamten dafür verwendeten Extraktionsergebnisse sowie die Interviews mit den Extraktionsmarkern sind im Anhang zu finden.

Allgemeines

Was ist ihr Fachgebiet und hauptsächlicher Tätigkeitsbereich?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Sanierung sowie Adaptierung Altbau	Fachgebiet Vermessungswesen	Produkte ArchiCAD, ArchiPhysik, ArchiAVA sowie Vermessungsgeräte	Gesamtes Gebiet Vermessungswesen

Die Fachgebiete der Interviewpartner sind Architektur, Vermessungswesen sowie CAD-Softwareentwicklung, Vertrieb und Schulungen.

Aufgrund der unterschiedlichen Fachgebiete sind sowohl bei den Tätigkeitsbereichen, als auch bei folgenden Fragen oft heterogene Antworten zu erwarten.

Die Tätigkeitsbereiche umspannen Sanierung im Altbau und Altbauadaptierungen im Bereich der Architektur, alle Bereiche des Vermessungswesens (Angefangen von der Erstellung von 2D Bestandsplänen, Grundstücksvermessungen und Kataster, bis hin zur 3D Vermessung und Erstellung von BIM-Modellen) sowie Bausoftware speziell für CAD, AVA und Bauphysik, auch in Verbindung mit Laserscanning.

Wie viele Mitarbeiter sind in ihrem Büro beschäftigt?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
7 (nur Akademiker)	45	10	50

Die Bürogröße der Interviewpartner ist sehr unterschiedlich und geht von 7 Personen (Architektur) über 10 (Softwareentwicklung) bis hin zu 45 und 50 beschäftigten Personen (Vermessungswesen). Zu ergänzen ist aber, dass die beiden Vermessungsbüros mehr als einen Standort haben.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Welche Art von Gebäude wird hauptsächlich bearbeitet? (Wohn-/ Industriebau etc…)

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Zinshäuser	sämtl. Gebäudearten und Größen	Haupts. Ein- und Mehrfamilienhäuser, Dachbodenausbau, Sockelsanierungen	Alles was im Bestand aufgenommen werden muss + Kontrolle beim Neubau

Zusammengefasst werden alle Arten und Größen von Gebäuden bearbeitet. Angefangen von kleineren Einfamilienhäusern, über Zinshäuser, Industriebauten, historische und öffentliche Gebäude sowie Sakralbauten, bis hin zu Großprojekten wie Gewerbeparks.

Der Interviewpartner aus dem Bereich der Architektur ist auf Mehrfamilienwohnhäuser bzw. Zinshäuser spezialisiert.

Ähnlich ist es beim Softwareentwickler bei Projekten der Bestandsaufnahme, wobei auch Industrie- und Sakralbauten aufgenommen werden.

Die beiden Expertenbüros aus dem Vermessungswesen bearbeiten jeweils alle Arten und Größen von Gebäuden, bzw. Alles was im Bestand aufgenommen werden muss. Davon wird der überwiegende Teil noch nicht mit BIM abgewickelt.

Wer sind dabei die Auftraggeber?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Private Investoren, Familien, Firmen	Private, Architekten/Baumeister, Immobilienkonzerne, BIG	Haupts. Ein- und Mehrfamilienhäuser	Private und Öffentliche 50:50

Die Auftraggeber gehen von privaten Investoren und Familien, bis hin zu großen Immobilienkonzernen und öffentlichen Auftraggebern. Dazu kommen auch Auftraggeber aus der eigenen Branche, wie z.B. Architekten und Baumeister die nach der Bestandsaufnahme selbst die weitere Planung übernehmen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie viele Projektbeteiligte gibt es in der Regel?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Ein oder mehrere Beteiligte	3-4 Personen	1-4 Personen	max. 5 Personen

Die Anzahl der Projektbeteiligten ist sehr unterschiedlich und richtet sich stark nach Art und Umfang des Projektes. Beginnend bei einem kleineren Projekt, welches von einer Person abgewickelt wird, bis hin zu Großprojekten an welchen mehrere interne Teams sowie auch externe Spezialisten beteiligt sind.

Abhängig ist die Anzahl der Beteiligten ebenso stark von der Projektgröße als auch der Aufgabenstellung bzw. Art der Aufnahme und Messtechnik.

Es wird aber in der Regel versucht die Projektbearbeitenden durchgehend gleich zu lassen, da es von Vorteil ist wenn die Person die den Laserscan vor Ort durchführt diesen auch im Nachhinein weiter bearbeitet und sich um die Erstellung des Modells kümmert.

Welche Schnittstellen gibt es intern?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
wird versucht zu vermeiden		Idealfall keine	Projektabhängig, möglichst wenige

Dies ist wiederum sehr Projektabhängig, in den meisten Fällen wird versucht viele Schnittstellen zu vermeiden. Ähnlich der vorhergegangenen Frage spielt die Projektgröße und Art eine große Rolle. Die Bearbeitung erfolgt im Idealfall durchgehend von derselben Person oder demselben Team. Jedoch kann es sein das bei z.B. großen Projekten oder Verzögerungen mehrere Teams daran arbeiten.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Mit welcher Software wird gearbeitet?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
	X		X
X	X	X	X
X	X		X
	X		
	X		
		X	X
		X	

In Summe wurden bei den Interviews viele der gängigen Softwarelösungen genannt. Angefangen bei der CAD Software wie ArchiCAD, Revit und Allplan. Ergänzt werden diese durch diverse zusätzliche Programme für die Vermessung und die Aufbereitung der Daten zur Weiterverwendung in der jeweiligen CAD Software. Dabei wurden z.B. PointCAB, TachyCAD oder die Scene Software von Faro genannt.

Der Interviewpartner aus dem Bereich der Architektur arbeitet dabei hauptsächlich mit ArchiCAD. Revit wurde auch verwendet aber es hat sich ArchiCAD in diesem Büro durchgesetzt aufgrund persönlicher Präferenz der Benutzeroberfläche.

Beim Softwareentwickler und Vertreiber ist natürlich das eigene CAD Programm – in diesem Fall auch ArchiCAD – in Verwendung, aber gerade für den Laserscan selbst werden auch andere Programme wie z.B. Faro Scene oder PointCab verwendet.

Die beiden Interviewpartner aus dem Vermessungswesen verwenden in Summe alle gängigen Softwarelösungen, womit sie sich immer gut an die jeweiligen Auftraggeber bzw. Projektpartner und gewünscht Zielsysteme anpassen können.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Mit welchen Datenformaten wird gearbeitet?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
ArchiCAD	DWG, DXF, ArchiCAD, IFC, Laser-Punktwolken	Laser-Punktwolken, LS	ArchiCAD PLA, Revit RVT, IFC, abhängig vom Auftraggeber

Die verwendeten Datenformate richten sich je nach Projekt und verwendetem Programm. Einerseits die klassischen CAD Formate wie DWG, DFX, PLA bei ArchiCAD oder Revit RVT, andererseits auch mit IFC. Zusätzlich gibt es Dateiformate für die Punktewolkenverarbeitung in der Scanner-Software wie die Faro-Laserscan-Projektdatei LS. Des Weiteren sind die Datenformate vom Auftraggeber abhängig, denn dieser will die Dateien ja direkt weiterverwenden.

Wie werden die Daten weitergegeben? (IFC)

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Nein, weil Projektpartner kaum verwenden, Schnittstellenproblem mit z.B. Statikern	Entweder IFC oder nach Kunden-wunsch andere Formate. Probleme bei anderen Gewerken, z.B. Haustechnik sehr weit fortgeschritten	ArchiCAD PLT, Revit RVT, IFC seltener IFC export nach CAD-Modell	An ArchiCAD als PLA, Revit als RVT, IFC eher selten

Die Weitergabe der Daten erfolgt in Absprache mit dem Auftraggeber oder den weiteren Planern. Am Gängigsten sind die klassischen Formate von ArchiCAD, Revit oder Allplan, aber auch IFC wird verwendet. Es wird jedoch angemerkt, dass IFC von vielen Planungspartnern nicht verwendet werden kann. Speziell genannt wurden Haustechniker und die TGA-Branche, welche sich Branchenintern stärker weiterentwickelt hat als die restliche Baubranche und deshalb teilweise lieber mit den bewährten Programmen arbeiten. Für diese wäre es lt. Aussage eines der beiden Vermessungsspezialisten teilweise sogar ein Rückschritt auf den aktuellen Stand von BIM zu wechseln. Auch in Zusammenarbeit mit Statikern gibt es Probleme, zu welchen oft passende Schnittstellen fehlen, merkt der Interviewpartner aus dem Bereich der Architektur an. Ebenso wurde beklagt, dass sich die großen CAD-Systeme noch nicht auf eine Datennorm geeinigt und auf einander abgestimmt haben.

Zur Übersicht: Scanner erstellt Rohdaten, diese werden durch Scan Software verarbeitet, aufbereitet und ins CAD weitergegeben. Erst nach Weiterbearbeitung im CAD kommt dann die Weitergabe, unter anderem mit IFC.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Gibt es dabei Probleme beim Export und Import in andere Software?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Ja, kein Import/Export ohne Probleme	Ja, Softwarelösungen haben noch Schnittstellenprobleme bei BIM	IFC Interpretationsproblem	Schnittstellenprobleme zwischen den Software-Herstellern, aber auch intern bei z.B. unterschiedl. ArchiCAD Vers.

Laut Aussagen der interviewten Experten gibt es allgemein noch Probleme bei der Datenweitergabe. Ein Hauptproblem ist das die unterschiedlichen Softwarelösungen noch nicht ganz aufeinander abgestimmt sind. Dabei werden oft nicht alle Daten im IFC-Format richtig übernommen und interpretiert. Als weiteres Problem wurde genannt, dass z.B. bei ArchiCAD die Datenmenge für Punktwolken sehr begrenzt ist.

„Es gibt keinen Import und Export ohne Probleme“ ist die Anmerkung von einem der Interviewpartner.

Wie funktioniert die Abrechnung? (Nach Aufwand / nach Gebäudevolumen)

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Kommt darauf an	Grobe Schätzung € 3,00 bis 5,00/m², ohne Materialien	m²-Preis anhand Bruttoflächen und gewünschtem Detaillierungsgrad	nach m²-Preis, € 2,00 bis 12,00/m² Stundenbasis wenn nicht abschätzbar, wie z.B. im Anlagenbau

Die Abrechnung erfolgt in den meisten Fällen nach einem m²-Preis, wobei die genannten Preise je nach Art der Aufnahme und vor allem dem Detailierungsgrad stark schwanken. Eine Angabe dazu waren €3,00 und € 5,00 pro m², wobei das ohne Aufnahme von Materialien ist, und eine andere Aussage waren Preise die zwischen €2,00 und € 12,00 liegen, wobei anzunehmen ist das die obere Grenze eine genauere Aufnahme mit BIM-Modell einplant. Zusätzliche Erschwernisse wie z.B. die nicht durchgehende Betretbarkeit des Gebäudes wirken sich auch darauf aus. Beide Werte waren von den Interviewpartnern aus dem Vermessungswesen. Die anderen Interviewpartner konnten ad hoc keine Angabe zu einem Preis pro m² machen, was aber auch verständlich ist, da diese entweder gar nicht alles selbst vermessen oder das Projekt auch weiter betreuen. Im Vergleich dazu machen die Vermessungsbüros oft die Bestandaufnahme ohne Weiterbearbeitung des Projekts und haben somit eine abgeschlossene Leistung.

Eine Abrechnung nach tatsächlichem Aufwand auf Stundenbasis ist eher selten, aber bei Projekten wo der Aufwand schwer abschätzbar ist, z.B. im Anlagenbau auch möglich.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Erhebung Geometrie und Gebäudedaten

Wie wird die Geometrie erhoben?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
vom Geometer vermessen, nicht selbst Übernahme Rohdatenmodell und nicht fertiges Modell, da Geometer weniger Bautechnikwissen (Bsp. Wandstärken)	Rollmaßband, Disto, Vermessungstotal-Stationen, FlexiJet, div. Laserscanner, GPS, Theodolit - oft werden versch. Methoden kombiniert	3D-Aufmass mit Laserscanner und Nachbearbeitung der Punktwolke, oder mit Flexijet direkt vor Ort gezeichnet	Abhängig von der Aufnahmesituation

Die Vermessung ist oft abhängig von der Situation vor Ort und dem gewünschten Ergebnis.

Am gängigsten ist die Verwendung von 3D-Laserscannern, welche das Objekt in Form einer Punktwolke aufnehmen. Dazu ist eine Vielzahl an Scans an unterschiedlichen Standpunkten vor Ort notwendig, welche mit Hilfe von Referenzmarkern zueinander ausgerichtet und zu einer Gesamtpunktwolke verbunden werden. Es gibt bei Laserscannern auch Handgeräte. Eine weitere Möglichkeit ist ein sogenannter Flexijet. Bei dieser Variante der 3D Bestandsaufnahme wird mithilfe des Scanners vor Ort gemessen direkt in das CAD Programm gezeichnet.

Ergänzt wird das Ganze durch klassische Aufnahmemethoden wie die manuelle Vermessung beginnend mit Rollmaßband und Disto. Im Außenbereich kommen auch Theodoliten sowie GPS zur Verwendung.

Die beiden Experten aus dem Vermessungswesen verwenden dabei alle oben genannten Methoden, auch in Kombination je nach Anforderungen und Aufnahmesituation. Beim Softwareentwickler kommen sowohl der Laserscanner mit Punktwolkenaufnahme als auch der FlexiJet zum Einsatz. Der Interviewte Architekt gibt an es in Wirklichkeit vom professionellen Geometer vermessen zu lassen. Er gibt aber auch an, vom Vermesser keine fertigen BIM-Modelle zu übernehmen, sondern diese selbst anhand der Scandaten zu erstellen oder zumindest zu überarbeiten, denn während des Modellierungsvorganges ist oft Detailwissen gefragt und es werden viele Entscheidungen getroffen. Zum Beispiel bei einer Wand welche als konisch gemessen wurde muss man sich im BIM Modell entscheiden ob diese tatsächlich so angenommen wird, oder man aufgrund von Bautoleranzen und unterschiedlichen Putzstärken eine gerade Wand zeichnet.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie aus dem Interview mit einem Experten des Vermessungswesens hervorgeht gibt es eine Vielzahl an Ungenauigkeiten und Fehlerfortpflanzungen die vor allem beim händischen Aufmaß entstehen können. Als Beispiel wurden rechtwinkelig aussehende Räume genannt, die oft durch 2 Diagonalen gemessen werden ohne die tatsächlichen Raumwinkel zu messen.

Mit welchen Geräten wird gearbeitet?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Keine, da nicht selbst vermessen	Rollmaßband, Disto, Vermessungstotal-Stationen, FlexiJet, div. Laserscanner, GPS, Theodolit - oft werden versch. Methoden kombiniert	3D-Aufmass mit Laserscanner und Nachbearbeitung der Punktwolke, oder mit Flexijet direkt vor Ort gezeichnet	Terrestrischer Laserscanner und Handheld-Systeme

Beim 3D-Aufmass kommen hauptsächlich Laserscanner zum Einsatz. Entweder in Form von Vermessungsstationen oder Handheld-Systemen. Eine weitere Möglichkeit ist der bereits erwähnte Flexijet. Dazu kommen die vorhin genannten klassischen Methoden wie Rollmaßband, Disto und Theodolit, auch in Kombination mit GPS.

Wie bei der vorhergehenden Frage erläutert verwenden die Experten im Vermessungswesen alle genannten Methoden, je nach Situation.

Wie genau ist die Bestandsaufnahme?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Laser Punktgenau, aber im cm-Bereich reicht wegen der Ungenauigkeiten (z.B. Wand konisch - händisch verputzt)	etwa 2-3 cm, Norm 1 cm aber die Bauausführungsgenauigkeit 2-3cm bei Ziegel oder Beton. Spezialbauten wie z.B. Stahlbauten sind genauer	Genaugkeit im mm-Bereich	Abhängig vom Kunden, Laserscanner hat Genauigkeit von 1mm, Handheld etwas weniger. Tatsächlich erreicht man 1-2 cm Genauigkeit

Die Genauigkeit wird abhängig von Gebäude, Aufnahmeart und weiterer Verwendung angepasst. Man geht in der Regel von einem Toleranzbereich von 1-2 cm aus. Laserscanner selbst haben Genauigkeiten von bis zu 1 mm, Handheld Systeme sind etwas weniger genau, aber meistens reichen cm aus. Zu bedenken ist immer auch die Bauausführungsgenauigkeit im Bestand. Dabei treten im Altbau oft Unterschiede von mehreren cm als Ungenauigkeit auf. Keine mit Ziegel gemauerte und per Hand verputzte Wand ist wirklich komplett eben, dessen muss man sich bewusst sein und dementsprechend wird oft auch eine Idealisierung gemacht, also

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Unebenheiten absichtlich ausgeglichen bzw. übergangen. Reine Stahlbauten sind im Vergleich zu Ziegel- oder Stahlbetonbauten genauer.

Wie lange dauert die Bestandsaufnahme?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
ein paar Tage für Scan und 2-3 Wochen für die Weiterbearbeitung	hängt vom Projekt ab, der Größe und Zugänglichkeit. Kann einige, wenige Wochen dauern	2000 m² Haus ca. 4-5 Tage 300 m² Einfamilienhaus ca. 3 Tage	1 einzelner Scan dauert ca. 2 Minuten

Die Angaben zur Dauer sind wiederum sehr Projektabhängig und als Schätzwerte anzusehen. Dabei wurden einerseits Werte zur gesamten Projektdauer, also mit Modellierung und Weiterbearbeitung als auch zu den Scans selbst angegeben.

Bei der Schätzung zu einem Einfamilienhaus mit 300² wurden ca. 3 Tage veranschlagt. Bei einem größeren Gebäude wie einem Zinshaus gehen die Schätzungen von einer Woche (1 ½ Tage mit Scanner vor Ort, 2-3 Tage Bearbeitung) bis hin zu mehreren Wochen (ein paar Tage vor Ort, 2-3 Wochen Bearbeitung).

Als reine Scandauer für eine Aufnahme in mittlerer Qualität kann man ca. 2 Minuten rechnen. (in Farbe ca. 2 ½ Minuten oder ohne Farbe 1 ½ Minuten) Das ist reine Messzeit des Gerätes, ohne Aufbau und Einstellung. Somit sind mehr als hundert Scans pro Tag möglich.

Auch wenn diese Angaben aufgrund der unterschiedlichen Expertenrichtungen und Kompetenzen schwer zu vergleichen sind kann man erkennen, dass die Nachbearbeitung und Modellierung mehr Zeit in Anspruch nimmt als der Scan selbst.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Welche Arbeitsschritte gibt es?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Vermessen, rein schauen, Plan zeichnen, und dann der bautechnische Konsens	Bei BIM-Gebäude-Modell wird schon im Vorhinein besprochen was wie genau Aufgenommen wird, abhängig von der späteren Verwendung bzw. Art des geplanten Refurbishments. Es können innerhalb eines Gebäudes auch ganz unterschiedliche Sachen gebraucht werden (Bsp.: ein Gebäude-teil wird generalsaniert oder sogar abgetragen, bei einem Anderen wird nur ausgemalt) Auch das Zielsystem ist wichtig. Erster Schritt dann Bestandspläne besorgen und danach Außendienst vorbereiten. (Zugänglichkeit, Beleuchtung, Fix-punkte vor Ort - Landeskoordinaten) Vor Ort dann Polygonzug anlegen mit Fixpunkten/Passpunktmarken, danach einzelne Scans machen, diese werden anschließend referenziert.	Scanner macht die Rohdaten (je höher die Auflösung desto längere Scandauer) Ergebnis kommt in Scanner-Software, daraus entsteht ein Panoramabild. Dazu werden die einzelnen Scans grob zueinander positioniert und dann genau zueinander berechnet, dass eine gesamte Punktwolke entsteht.	Zuerst Planung - anhand alter Pläne werden grob die Aufstellpunkte der Laserscanner eingezeichnet. Dann vor Ort Vorbereitung (z.B.: Anbringen der Passpunktmarken), danach die Scans selbst. Effektiv in Gebäuden mehrere Laserscanner gleichzeitig

Bei neuen Projekten wird zuerst besprochen was für eine Aufnahme genau gewünscht ist, also die Genauigkeit und in welchem Zielsystem.

Danach beginnt man mit der Grundlagenermittlung wie z.B. dem Besorgen und Auswerten der Bestandspläne sowie evtl. einer Begehung des zu vermessenden Objektes. Folgend wird die Vermessung vor Ort, der sogenannte Außendienst geplant. Dabei werden grob die Aufstellungsorte der Laser und Fixpunkte sowie äußere Einflüsse wie die Zugänglichkeit und Beleuchtung überlegt. Vor Ort werden dann die Passpunktmarken bzw. Referenzpunkte markiert. Diese bestehen meist aus aufgeklebten Markierungen oder aufgestellten Merker-Kugeln und sie können auch mit dem Theodoliten ein gemessen werden. Danach werden, in diesem Fall, die Laserscanner selbst eingesetzt. Oft ist es bei größeren Projekten sinnvoll mit mehreren Lasern vor Ort zu arbeiten, während ein Gerät mit einer Aufnahme beschäftigt ist kann ein weiteres inzwischen neu stationiert und eingestellt werden. Optional dazu ist die Variante mit dem FlexiJet, wo wie bei einer vorangegangenen Frage beschrieben direkt vor Ort gemessen und auch gezeichnet wird.

Nach dem Außendienst werden im Büro die Punktwolken der einzelnen Scans zusammengefügt und zueinander ausgerichtet. Danach folgt die weitere Bearbeitung des Modells.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie erfolgt die Erhebung der Bauteile und deren Aufbauten und Schichtdicken?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Wände in 15 cm Schritten Decken muss man schauen	Sache der Bautechniker (wird von Partnerbüro erhoben) Üblicherweise lt. Bestandspläne mit Probebohrungen, auch Material-prüfung möglich durch Labors	Durch Annahmen, Revisionsöffnungen oder Putz abschlagen. Weiteres durch andere Firmen	Eher nicht Aufgabenbereich, erfassen sichtbare Dinge und Oberflächen durch Fotos, Skizzen und Notizen. Durch s. g. Ground Penetration Radars möglich Leitungen und Träger im Bauteil zu erfassen

Die Erhebung der Aufbauten wird von den befragten Experten nur teilweise durchgeführt. Wenn Bestandspläne vorhanden sind wird versucht ob die angegebenen Aufbauten dem ausgeführten Bestand entsprechen. Zusätzlich wird versucht bei Revisionsöffnungen oder Ähnlichem Informationen zu bekommen. Wenn das nicht ausreichend ist können im weiteren Schritt Probeöffnungen und Bohrungen gemacht werden. Diese werden nicht immer selbst gemacht, sondern oft von Spezialfirmen, welche in Zusammenarbeit mit Labors auch Baustoffprüfungen machen. Für ganz genaue Definitionen der Aufbauten wurde auf diese verwiesen. Zusätzlich werden Fotos und Skizzen gemacht um eine vollständige Dokumentation zu erhalten. Es gibt auch die Möglichkeit mit einem sogenannten Ground Penetration Radar bzw. Bodenradar festzustellen, wo z.B. Leitungen in einer Wand sind oder wo sich Stahlträger oder Bewehrungen befinden.

Können zusätzliche Kenndaten wie der U-Wert ermittelt werden?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Erfahrungswerte, im Spezialfall mit Probeöffnungen, aber kann nicht überall hineinsehen. Wichtig ist zu dokumentieren was man macht	Vereinbarungssache, durch Bautechniker oder beiziehen anderer Fachleute erhoben	Durch Annahmen, Revisionsöffnungen oder Putz abschlagen. Weiteres durch andere Firmen	teilweise durch Bauingenieur oder auch Haustechniker

Ähnlich wie bei der vorangegangenen Frage wird so eine Erhebung bei den Befragten nur teilweise durchgeführt. Bei Altbauten arbeitet man oft mit Bestandsplänen, Probeöffnungen und Erfahrungswerten. Für ganz genaue Definitionen der Aufbauten wurde auf spezialisierte Firmen und Labors verwiesen. Anhand der Erhebungen oder Annahmen können im weiteren Verlauf mit entsprechender bauphysikalischer Software dann U-Werte ermittelt werden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie genau sind diese Erhebungen?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Erfahrungswerte, im Spezialfall mit Probeöffnungen	Probebohrungen, auch Material-prüfung möglich durch Labors	Revisionsöffnungen oder Putz ab-schlagen.Weiteres durch andere Firmen	

Je nach Unterlagen und gemachten Probeöffnungen. Oft wird wie oben genannt mit Annahmen und Erfahrungswerten gearbeitet. Tatsächlich erhobene Daten sind natürlich genauer. Für genaue Materialprüfung spezialisierte Firmen und Labors zuständig.

Erstellung BIM – Weiterbearbeitung der Daten zu BIM-Modell

Wie werden die erhobenen Daten importiert und was ist das Ergebnis daraus? 3D Modell?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
3-D Daten ins Haus geliefert erhobenen Daten sind Großteils die Polygonzüge vom Geometer, dann bauen wir danach das Model. Import und dann kommt ein Modell heraus halte ich für problematisch	Beim Laser-Scan ist es die Punktwolke, bei Anderen kann es z. B. ein DWG 3D-Modell sein	Scan-Daten im Zwischenformat wie z.B. PointCab in CAD, oder Punktwolke ins CAD importieren	vom Laser kommen die Punktwolken in ein Zwischenprogramm, wo die Einzelscans angeordnet werden und dann in das Zeichenprogramm

Bevor die Punktwolken ins CAD kommen werden diese Einzelscans als Zwischenschritt in einem Registrierungsprogramm zueinander angeordnet. Daraus entsteht eine gesamte Punktwolke welche dann weiterbearbeitet wird.

Die danach ins CAD Programm importierten Daten sind entweder die gesamten Punktwolken aus den Scans zur Weiterbearbeitung, oder es können auch schon vorbearbeitete 3-D Volumenmodelle oder Polygonzüge sein.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie wird dieses Modell weiterbearbeitet, sodass ein BIM-Modell entsteht? Wie werden dabei die restlichen Daten eingearbeitet?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
3-D Daten ins Haus geliefert und dann manuell BIM-Modell erarbeitet, durch Fachwissen und projektspezifische Kenndaten	BIM beginnt wenn bautechnische Inhalte dazukommen. Bei der BIM-Modellierung viel Handarbeit. Üblicherweise nur Volumenmodell und die Eigenschaften kommen dann vom Bautechniker	Aufmassdaten werden mit ArchiCAD nachgezeichnet. Aufbauten mit den gemachten Annahmen eingearbeitet	Abhängig vom Kunden und den Anforderungen. Generell erhobene Daten im ArchiCAD zu Modell aufgebaut, auch Schichtdicken und evtl. Träger, Leitungen. Auch automatisierte Verfahren möglich, aber Sinnhaftigkeit oft fraglich (Bsp.: leicht gewölbte Decke wird als mehrere Ebenen erkannt, Nachbearbeitung oft aufwendiger als manuell). Manuell ist das momentan Gängige. Im Anlagenbau gibt es schon automatisiertere Programme zur Erkennung von Leitungen

Anhand der Punktwolke bzw. der 3-D Daten wird dann manuell das BIM-Modell erarbeitet. „BIM beginnt dort, wo die Inhalte aus bautechnischer Sicht dann hineinkommen“, erklärt einer der beiden Vermessungsspezialisten im Interview. Dabei spielt Fachwissen eine große Rolle. Es werden alle vor Ort aufgenommenen Daten eingearbeitet (z.B. Oberflächen, abgehängte Decken, Einbauten etc.) um ein möglichst genaues Modell zu erhalten. Dabei werden bewusst auch viele Abstraktionsentscheidungen getroffen, speziell bei den Unebenheiten bei Wänden und Decken. Dabei können (Bau-)Toleranzen im Bereich von cm auftreten, wobei es in den meisten Fällen nicht sinnvoll ist diese weiter darzustellen und ins BIM Modell zu übernehmen. Deshalb wird die Wand auf eine durchgehende Wandstärke zur besseren weiteren Verwendung abstrahiert. Ähnlich passiert das bei anderen Elementen wie Säulen, Unterzügen, Decken etc.

Es ist bei einem der Interviewpartner teilweise auch ein automatisiertes Verfahren in Verwendung, aber lt. Eigener Aussage ist manuell momentan noch wesentlich gängiger. Es stellt sich die Frage wo ein automatisches Verfahren Sinn macht. Je komplexer das zu vermessende Gebäude, umso sinnloser ist das automatische System.

Anders ist die Situation beispielsweise im Anlagenbau, dort sind Programme zur automatisierten oder semi-automatisierten Erkennung wesentlich gängiger. Dort kommen oft genormte Leitungsbauteile zum Einsatz die von Programmen leichter erkannt und zugeordnet werden können.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Tipps und zukünftige Entwicklung

Haben Sie spezielle Tipps für die Herangehensweise bei der Verwendung von BIM im Bestand?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
nicht überdetaillieren, das schränkt ein BIM-Modell ist Mittel zum Zweck zur Errichtung. Abstrahieren soweit es geht und dokumentieren, was abstrahiert wurde (z.B.: Wände müssen übereinander Stehen, oder Fensterparapete in einer Linie)	wichtig, dass hier gerade mit BIM der Begriff des Lebenszyklus belebt wird. BIM auf der grünen Wiese ist komplex und BIM im Bestand ist komplex zum Quadrat	Absprache Vermesser und Architekten betreffend Toleranzen/Genauigkeit. Vermessungstechnik ist oft viel genauer als für Architekten nötig ist (Bsp.: Putzstärken und Toleranzen, 1-2 cm werden ausgeglichen und eine gerade Wand dargestellt)	Auf Vermessungsdaten aufbauen, da oft das ganze Gebäude aufgenommen wird aber ein aus älteren Bestandsplänen erstelltes BIM-Modell aus Konstenersparnis verwendet wird

Wenn eine Liegenschaft saniert werden soll ist es empfehlenswert, dass zuerst ein Experte eine Kurzexpertise macht (Bestandspläne etc…)

Immer wichtig genau abklären welcher Gebäudeteil mit welcher Genauigkeit aufgenommen werden soll. (z.B. für geplanten Bodentausch und Malerarbeiten weniger Genauigkeit nötig, für nachträglichen Lifteinbau in Stiegenhaus genauere Aufnahme)

Es ist wichtig das Modell nicht zu überdetaillieren, denn sonst schränkt man sich ein und verbringt zu viel Zeit mit der Pflege des Modells und nicht mehr mit dem eigentlichen Objekt. BIM-Modell ist Mittel zum Zweck.

„BIM auf der grünen Wiese ist komplex und BIM im Bestand ist komplex zum Quadrat“ ist zusammenfassend eine passende Aussage von einem der Interviewpartner.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Welche Entwicklungen in naher Zukunft sehen Sie oder wünschen Sie sich auf diesem Gebiet?

P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Leistungsfähigere Modelle, besser funktionierende Datenformate. Spektisch, wenn alles automatisiert wird - Wunsch nach automatisiert vermessen und direkt BIM-Modell bekommen oder Ausschreibung auf Knopfdruck ist kritisch, dazw. sind viele Entscheidungen die man nicht mehr selbst trifft	In Zukunft wäre Ideal wenn man die Punktwolke vom Laser Scanner übergibt und eine Software würde dann auch Raumkurven und -flächen bearbeiten und auswerten	Bevorzugte Variante – scannen und dann später verarbeiten. Ist aber auch teurer, steckt eine höhere Technologie dahinter. Auch einfachere Geräte, in Richtung Handscanner.	Automatisiertere Erstellung des BIM oder zumindest automatisiertere Modellierungsmöglichkeiten, leistungsfähigere Programme. Einen Standard, mit dem BIM-Modelle generiert werden sollen.

Leistungsfähigere Geräte (Kleiner, schneller, bessere Aufnahmen, bessere Handgeräte)

Datenformate werden angepasst, IFC weiterentwickelt.

Programme und Modelle werden leistungsfähiger und genauer.

Automatisierte Erstellung von BIM-Modellen oder automatisiertere Modellierungsmöglichkeiten.

Jedoch wird es bei den Interviews teilweise kritisch gesehen, dass alles automatisch geschieht. Von Scan über Modellierung bis hin zur Ausschreibung. Dazwischen sind sehr viele Entscheidungen die getroffen werden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Zusammenfassung Tabellen

	P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Tätigkeitsbereich	Sanierung sowie Adaptierung Altbau	Fachgebiet Vermessungswesen	Produkte ArchiCAD, ArchiPhysik, ArchiAVA sowie Vermessungsgeräte	Gesamtes Gebiet Vermessungswesen

	P1	P2	P3	P4
Anzahl Mitarbeiter	7 (nur Akademiker)	45	10	50

	P1	P2	P3	P4
Gebäudeart	Zinshäuser	sämtl. Gebäudearten und Größen	Haupts. Ein- und Mehrfamilienhäuser, Dachbodenausbau, Sockelsanierungen	Alles was im Bestand aufgenommen werden muss + Kontrolle beim Neubau

	P1	P2	P3	P4
Auftraggeber	Private Investoren, Familien, Firmen	Private, Architekten/Baumeister, Immobilienkonzerne, BIG	Haupts. Ein- und Mehrfamilienhäuser	Private und Öffentliche 50:50

	P1	P2	P3	P4
Anzahl Projektbeteiligte (interne)	Ein oder mehrere Beteiligte	3-4 Personen	1-4 Personen	max. 5 Personen

	P1	P2	P3	P4
Schnittstellen intern (personelle)	wird versucht zu vermeiden		Idealfall keine	Projektabhängig, möglichst wenige

	P1	P2	P3	P4
Verwendete Software				
Allplan		x		x
ArchiCAD	x	x	x	x
Revit	x	x		x
AutoCAD		x		
TachyCAD		x		
PointCab			x	x
FARO Scene			x	

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

	P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Verw. Dateiformate	ArchiCAD	DWG, DXF, ArchiCAD, IFC, Laser-Punktwolken	Laser-Punktwolken, LS	ArchiCAD PLA, Revit RVT, IFC, abhängig vom Auftraggeber

	P1	P2	P3	P4
Datenweitergabe IFC?	Nein, weil Projektpartner kaum verwenden, Schnittstellenproblem mit z.B. Statikern	Entweder IFC oder nach Kunden-wunsch andere Formate. Probleme bei anderen Gewerken, z.B. Haustechnik sehr weit fortgeschritten	ArchiCAD PLT, Revit RVT, IFC seltener IFC export nach CAD-Modell	An ArchiCAD als PLA, Revit als RVT, IFC eher selten

	P1	P2	P3	P4
Probleme Export/Import	Ja, kein Import/Export ohne Probleme	Ja, Softwarelösungen haben noch Schnittstellenprobleme bei BIM	IFC Interpretationsproblem	Schnittstellenprobleme zwischen den Software-Herstellern, aber auch intern bei z.B. unterschiedl. ArchiCAD Vers.

	P1	P2	P3	P4
Abrechnung (nach Aufwand?)	Kommt darauf an	Grobe Schätzung € 3,00 bis 5,00/m², ohne Materialien	m²-Preis anhand Bruttoflächen und gewünschtem Detaillierungsgrad	nach m²-Preis, € 2,00 bis 12,00/m² Stundenbasis wenn nicht abschätzbar, wie z.B. im Anlagenbau

	P1	P2	P3	P4
Erhebung Geometrie	vom Geometer vermessen, nicht selbst Übernahme Rohdatenmodell und nicht fertiges Modell, da Geometer weniger Bautechnikwissen (Bsp. Wandstärken)	Rollmaßband, Disto, Vermessungstotal-Stationen, FlexiJet, div. Laserscanner, GPS, Theodolit - oft werden versch. Methoden kombiniert	3D-Aufmass mit Laserscanner und Nachbearbeitung der Punktwolke, oder mit Flexijet direkt vor Ort gezeichnet	Abhängig von der Aufnahmesituation

	P1	P2	P3	P4
Verwendete Geräte	Keine, da nicht selbst vermessen	Rollmaßband, Disto, Vermessungstotal-Stationen, FlexiJet, div. Laserscanner, GPS, Theodolit - oft werden versch. Methoden kombiniert	3D-Aufmass mit Laserscanner und Nachbearbeitung der Punktwolke, oder mit Flexijet direkt vor Ort gezeichnet	Terrestrischer Laserscanner und Handheld-Systeme

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

	P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Genauigkeit Aufnahme	Laser Punktgenau, aber im cm-Bereich reicht wegen der Ungenauigkeiten (z.B. Wand konisch - händisch verputzt)	etwa 2-3 cm, Norm 1 cm aber die Bauausführungsgenauigkeit 2-3cm bei Ziegel oder Beton. Spezialbauten wie z.B. Stahlbauten sind genauer	Genaugkeit im mm-Bereich	Abhängig vom Kunden, Laserscanner hat Genauigkeit von 1mm, Handheld etwas weniger. Tatsächlich erreicht man 1-2 cm Genauigkeit

	P1	P2	P3	P4
Dauer Aufnahme	ein paar Tage für Scan und 2-3 Wochen für die Weiterbearbeitung	hängt vom Projekt ab, der Größe und Zugänglichkeit. Kann einige, wenige Wochen dauern	2000 m² Haus ca. 4-5 Tage 300 m² Einfamilienhaus ca. 3 Tage	1 einzelner Scan dauert ca. 2 Minuten

	P1	P2	P3	P4
Arbeitsschritte	Vermessen, rein schauen, Plan zeichnen, und dann der bautechnische Konsens	Bei BIM-Gebäude-Modell wird schon im Vorhinein besprochen was wie genau Aufgenommen wird, abhängig von der späteren Verwendung bzw. Art des geplanten Refurbishments. Es können innerhalb eines Gebäudes auch ganz unterschiedliche Sachen gebraucht werden (Bsp.: ein Gebäude-teil wird generalsaniert oder sogar abgetragen, bei einem Anderen wird nur ausgemalt) Auch das Zielsystem ist wichtig. Erster Schritt dann Bestandspläne besorgen und danach Außendienst vorbereiten. (Zugänglichkeit, Beleuchtung, Fix-punkte vor Ort - Landeskoordinaten) Vor Ort dann Polygonzug anlegen mit Fixpunkten/Passpunktmarken, danach einzelne Scans machen, diese werden anschließend referenziert.	Scanner macht die Rohdaten (je höher die Auflösung desto längere Scandauer) Ergebnis kommt in Scanner-Software, daraus entsteht ein Panoramabild. Dazu werden die einzelnen Scans grob zueinander positioniert und dann genau zueinander berechnet, dass eine gesamte Punktwolke entsteht.	Zuerst Planung - anhand alter Pläne werden grob die Aufstellpunkte der Laserscanner eingezeichnet. Dann vor Ort Vorbereitung (z.B.: Anbringen der Passpunktmarken), danach die Scans selbst. Effektiv in Gebäuden mehrere Laserscanner gleichzeitig

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

	P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Erhebung Bauteile Aufbauten und Schichtdicken	Wände in 15 cm Schritten Decken muss man schauen	Sache der Bautechniker (wird von Partnerbüro erhoben) Üblicherweise lt. Bestandspläne mit Probebohrungen, auch Material-prüfung möglich durch Labors	Durch Annahmen, Revisionsöffnungen oder Putz abschlagen. Weiteres durch andere Firmen	Eher nicht Aufgabenbereich, erfassen sichtbare Dinge und Oberflächen durch Fotos, Skizzen und Notizen. Durch s. g. Ground Penetration Radars möglich Leitungen und Träger im Bauteil zu erfassen

	P1	P2	P3	P4
Zusätzliche Kenndaten z.B. U-Werte	Erfahrungswerte, im Spezialfall mit Probeöffnungen, aber kann nicht überall hineinsehen. Wichtig ist zu dokumentieren was man macht	Vereinbarungssache, durch Bautechniker oder beiziehen anderer Fachleute erhoben	Durch Annahmen, Revisionsöffnungen oder Putz abschlagen. Weiteres durch andere Firmen	teilweise durch Bauingenieur oder auch Haustechniker

	P1	P2	P3	P4
Genauigkeit der zusätzl. Erhebungen	Erfahrungswerte, im Spezialfall mit Probeöffnungen	Probebohrungen, auch Material-prüfung möglich durch Labors	Revisionsöffnungen oder Putz ab-schlagen.Weiteres durch andere Firmen	

	P1	P2	P3	P4
Import der Daten und Ergebnis daraus	3-D Daten ins Haus geliefert erhobenen Daten sind Großteils die Polygonzüge vom Geometer, dann bauen wir danach das Model. Import und dann kommt ein Modell heraus halte ich für problematisch	Beim Laser-Scan ist es die Punktwolke, bei Anderen kann es z. B. ein DWG 3D-Modell sein	Scan-Daten im Zwischenformat wie z.B. PointCab in CAD, oder Punktwolke ins CAD importieren	vom Laser kommen die Punktwolken in ein Zwischenprogramm, wo die Einzelscans angeordnet werden und dann in das Zeichenprogramm

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

	P1 Architektur	P2 Vermessungswesen	P3 CAD-Software	P4 Vermessungswesen
Weiterbearbeitung zu BIM-Modell	3-D Daten ins Haus geliefert und dann manuell BIM-Modell erarbeitet, durch Fachwissen und projektspezifische Kenndaten	BIM beginnt wenn bautechnische Inhalte dazukommen. Bei der BIM-Modellierung viel Handarbeit. Üblicherweise nur Volumenmodell und die Eigenschaften kommen dann vom Bautechniker	Aufmassdaten werden mit ArchiCAD nachgezeichnet. Aufbauten mit den gemachten Annahmen eingearbeitet	Abhängig vom Kunden und den Anforderungen. Generell erhobene Daten im ArchiCAD zu Modell aufgebaut, auch Schichtdicken und evtl. Träger, Leitungen. Auch automatisierte Verfahren möglich, aber Sinnhaftigkeit oft fraglich (Bsp.: leicht gewölbte Decke wird als mehrere Ebenen erkannt, Nachbearbeitung oft aufwendiger als manuell). Manuell ist das momentan Gängige. Im Anlagenbau gibt es schon automatisiertere Programme zur Erkennung von Leitungen

	P1	P2	P3	P4
Tipps - BIM im Bestand Meinung	nicht überdetaillieren, das schränkt ein BIM-Modell ist Mittel zum Zweck zur Errichtung. Abstrahieren soweit es geht und dokumentieren, was abstrahiert wurde (z.B.: Wände müssen übereinander Stehen, oder Fensterparapete in einer Linie)	wichtig, dass hier gerade mit BIM der Begriff des Lebenszyklus belebt wird. BIM auf der grünen Wiese ist komplex und BIM im Bestand ist komplex zum Quadrat	Absprache Vermesser und Architekten betreffend Toleranzen/Genauigkeit. Vermessungstechnik ist oft viel genauer als für Architekten nötig ist (Bsp.: Putzstärken und Toleranzen, 1-2 cm werden ausgeglichen und eine gerade Wand dargestellt)	Auf Vermessungsdaten aufbauen, da oft das ganze Gebäude aufgenommen wird aber ein aus älteren Bestandsplänen erstelltes BIM-Modell aus Konstenersparnis verwendet wird

	P1	P2	P3	P4
Zukünftige Entwicklung Meinung	Leistungsfähigere Modelle, besser funktionierende Datenformate. Spektisch, wenn alles automatisiert wird - Wunsch nach automatisiert vermessen und direkt BIM-Modell bekommen oder Ausschreibung auf Knopfdruck ist kritisch, dazw. sind viele Entscheidungen die man nicht mehr selbst trifft	In Zukunft wäre Ideal wenn man die Punktwolke vom Laser Scanner übergibt und eine Software würde dann auch Raumkurven und -flächen bearbeiten und auswerten	Bevorzugte Variante – scannen und dann später verarbeiten. Ist aber auch teurer, steckt eine höhere Technologie dahinter. Auch einfachere Geräte, in Richtung Handscanner.	Automatisiertere Erstellung des BIM oder zumindest automatisiertere Modellierungsmöglichkeiten, leistungsfähigere Programme. Einen Standard, mit dem BIM-Modelle generiert werden sollen.

Workflows zur Bestandaufnahme in der Praxis

Durch die Experteninterviews haben sich zwei in der Praxis übliche Aufnahmemethoden herausgestellt, welche rekonstruiert und mit ihrem Workflow beschrieben werden.

Die erste Methode, welche die Gängigste in der Praxis ist, wird hier bezeichnet als Standard Laserscan und behandelt eine Datenaufnahme vor Ort mit späterer Datenbearbeitung, welche nicht vor Ort, sondern im Büro erfolgt. Dabei kommen hauptsächlich terrestrische Laserscanner zum Einsatz.

Die zweite Methode umfasst sowohl die Datenaufnahme als auch die Bearbeitung vor Ort, bei welcher mit einem sogenannten Flexijet gearbeitet wird. Dabei entsteht keine Punktwolke, sondern es werden anhand von CAD Zeichenbefehlen die gemessenen Punkte direkt in CAD Elemente übernommen. Der Hersteller bezeichnet das als Messzeichnen. Diese Methode wird zusätzlich speziell von einem der Interviewpartner verwendet, sie ist aber allgemein wesentlich weniger gebräuchlich als das klassische Laserscanning.

Es ist zu erwähnen das aufgrund der großen Spezialisierung der Interviewpartner auch andere Methoden im Gespräch erwähnt wurden, welche in der Praxis aber seltener verwendet werden bzw. für spezielle Aufgaben gedacht sind und nicht für die Standard Baubestandsaufnahme. Als Beispiel dafür gilt eine Aufnahmescans mithilfe von Geräten auf Drohnen oder Personenkraftwägen.

Anhand aller Antworten der Fragen zur Erhebung Geometrie und Gebäudedaten, sowie Weiterbearbeitung zu BIM-Modellen wurden die folgenden beiden Methoden rekonstruiert und mit ihrem Workflow beschrieben.

Standard Bestandsaufnahme Laserscan:

Projektplanung: Dieser erste Punkt der Projektplanung passiert schon bevor die Aufnahmemethode festgelegt wurde und ist somit bei beiden Methoden gleich. Es werden alle verfügbaren Pläne und weitere Unterlagen zum Objekt gesammelt, begutachtet und auf Weiterverwendbarkeit geprüft. Ebenso sind ergänzende Objektbegehungen möglich um einen Überblick zu erhalten.

Danach werden die Aufnahmeart, in diesem Fall Standard Bestandsaufnahme mittels Laserscan, sowie das Zielsystem und die Genauigkeit festgelegt.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Vorbereitungsphase: In Vorbereitung zur eigentlichen Vermessung muss die Situation vor Ort geklärt werden. Dabei geht es um die Objektzugänglichkeit, Möblierungen und eventuelle Koordination mit Objektnutzern. Weiters werden Vorbereitungen speziell eingehend auf die Erhebungsmethode geplant, ab hier trennen sich die beiden Workflows. Wird zB vor Ort ein örtliches Koordinatensystem aufgebaut, ist ausreichend Beleuchtung gegeben oder werden im Vorhinein Laseraufstellorte geplant und Referenzmarken angebracht.

Datenerhebung: Vor Ort, beginnend mit der Anbringung von Referenzpunkten, falls nicht in Vorbereitungsphase bereits erfolgt. Danach beginnen die eigentliche Datenerhebung mittels Laserscan (durch ein oder mehrere Scanner) sowie ergänzende Messungen (z. B. Handaufmaß) und zusätzliche Aufnahmen wie Fotodokumentation oder Materialerhebungen. Diese werden, wenn solche überhaupt nötig sind, oft extern von darauf spezialisierten Firmen gemacht.

Aufbereitung: Die Aufbereitung der Scandaten zur weiteren Verwendung erfolgt nicht mehr vor Ort. Dabei werden mittels spezieller Software die Rohdaten, also die Punktwolken der Scans anhand der Referenzpunkte ausgerichtet und zusammengeführt. Zusätzlich erfolgt gegebenenfalls eine Bereinigung und eine bei größeren Datenmengen Punktreduktion. Die resultierende Punktwolke wird meist nicht gesamt zur folgenden Modellierung weiterverwendet, sondern es werden maßgebende Schnitte in der X-, Y- und Z-Achse berechnet.

Modellierung: Die eigentliche Modellierung selbst erfolgt dann im CAD-Programm. Dafür wird eine passende Projektstruktur- und Umgebung im Programm erstellt und die aufbereiteten Schnitte werden importiert. Anhand dieser erfolgt dann die Modellierung selbst, welche überwiegend manuell geschieht. Dazu werden objektbasierte Bauteile verwendet, wobei alle vorhandenen Informationen eingearbeitet werden. Zusätzlich erfolgt die Definition der zugehörigen Räume und je nach Erfordernis eventuell die von Einbauten oder Möbeln.

Weiterverwendung: Nach Fertigstellung der Modellierung erfolgt entweder die Weitergabe an Projektpartner bzw. Auftraggeber, oder es werden weitere interne Planungsleistungen erbracht.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

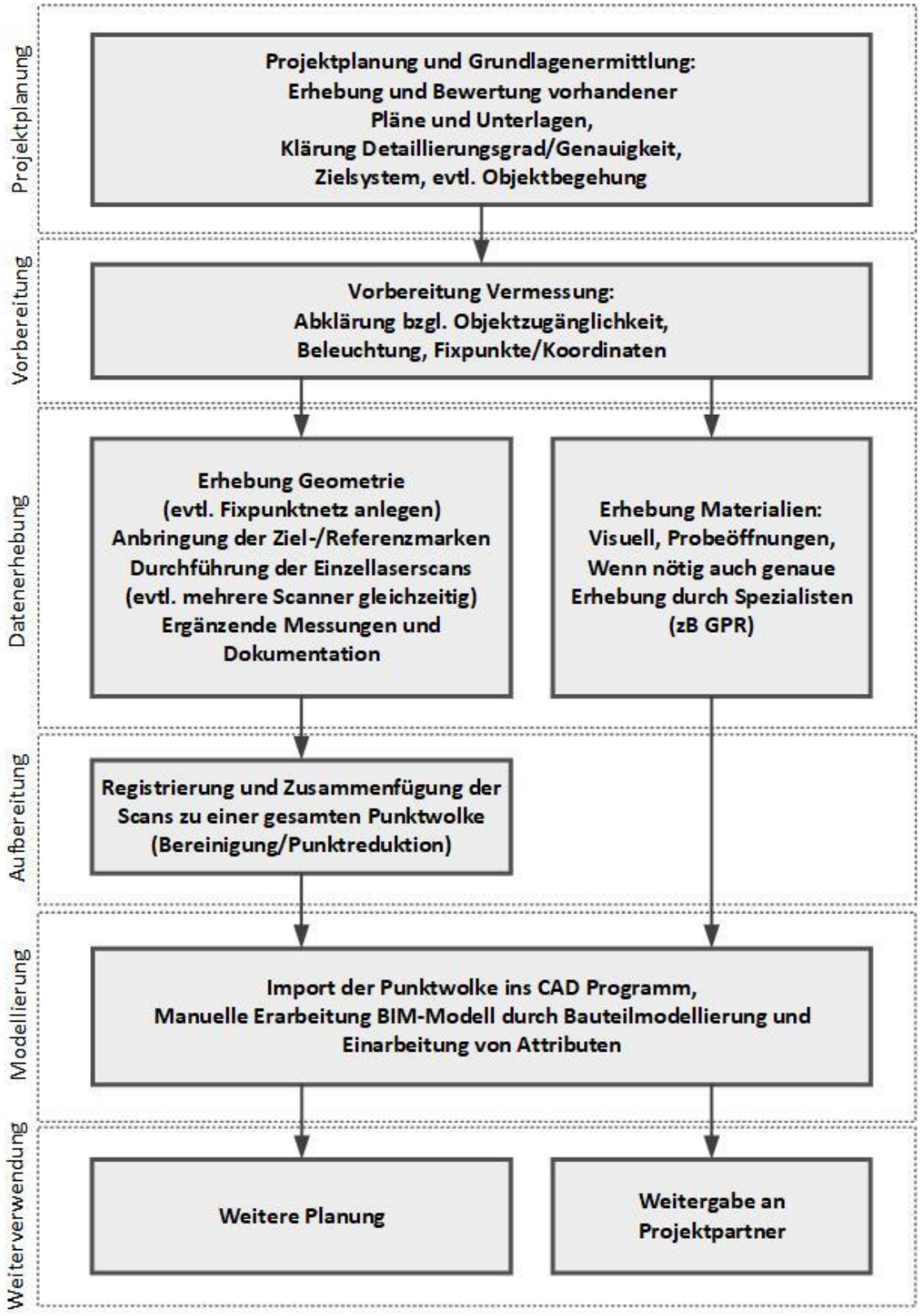


Abbildung 27: Workflow Bestandsaufnahme Standard Laserscan; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Bestandsaufnahme mit Flexijet:

Projektplanung: Dieser erste Punkt der Projektplanung passiert schon bevor die Aufnahmemethode festgelegt wurde und ist somit bei beiden Methoden gleich. Es werden alle verfügbaren Pläne und weitere Unterlagen zum Objekt gesammelt, begutachtet und auf Weiterverwendbarkeit geprüft. Ebenso sind ergänzende Objektbegehungen möglich um einen Überblick zu erhalten.

Danach werden die Aufnahmeart, in diesem Fall Bestandsaufnahme mittels Flexijet, sowie das Zielsystem und die Genauigkeit festgelegt.

Vorbereitungsphase: In Vorbereitung zur eigentlichen Vermessung muss die Situation vor Ort geklärt werden. Dabei geht es um die Objektzugänglichkeit, Möblierungen und eventuelle Koordination mit Objektnutzern. Weiters werden Vorbereitungen speziell eingehend auf die Erhebungsmethode geplant, ab hier trennen sich die beiden Workflows. Wird zB vor Ort ein örtliches Koordinatensystem aufgebaut, ist ausreichend Beleuchtung gegeben oder werden im Vorhinein Laser- und Laptopaufstellorte zum Arbeiten geplant.

Datenerhebung und Modellierung: Bei der Methode mit Flexijet passieren die Erhebung bzw. Messung direkt Kombiniert mit der Modellierung im CAD. Es werden Anhand von CAD Zeichenbefehlen die gemessenen Punkte direkt in CAD Elemente übernommen, meist sind diese objektbasierte Bauteile. Dabei handelt es sich also um eine manuelle Modellierung. Es können wiederum zusätzliche Aufnahmen wie Fotodokumentation oder Materialerhebungen stattfinden, wobei letztere wenn überhaupt nötig oft extern von darauf spezialisierten Firmen gemacht werden. Je nach Gegebenheit und zu Verfügung stehender Zeit werden auch Räume vor Ort erstellt oder zusätzliche Kennwerte ergänzt.

Nachbearbeitung: Die weitere Nachbearbeitung findet dann nicht mehr am Vermessungsort statt. Dabei wird das Modell überprüft und eventuelle Nachträge gemacht bzw. zusätzlich erhobene Kennwerte eingearbeitet.

Weiterverwendung: Nach Fertigstellung der Modellierung erfolgt entweder die Weitergabe an Projektpartner bzw. Auftraggeber, oder es werden weitere interne Planungsleistungen erbracht.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

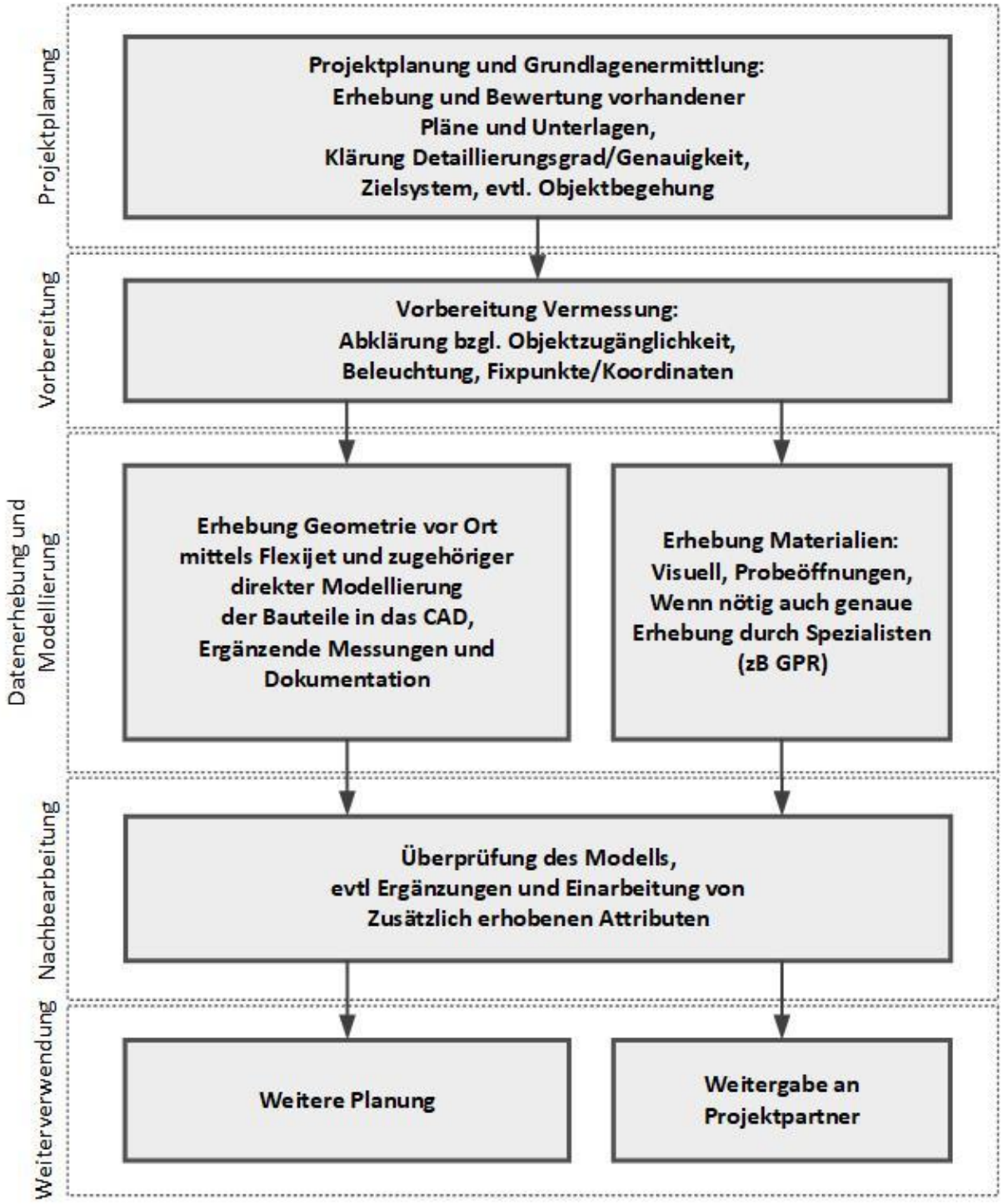


Abbildung 28: Workflow Bestandsaufnahme Flexijet; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

5. Fallstudie – Modellierung

Bei dieser Fallstudie handelt es sich um eine Eigenmodellierung eines BIM-Modells anhand zu Verfügung gestellter Laserscandaten.

Das bearbeitete Gebäude ist ein Institutsgebäude der technischen Universität Wien und wird vom Institut für Bauphysik und Schallschutz verwendet. Der genaue Standort ist die Lilienthalgasse 14, Gebäude OC, in 1030 Wien.

Die Datenaufnahme anhand von Laserscans wurde im Zuge des Forschungsprojektes SCI_BIM der TU Wien ([1] siehe S.50), von einem professionellen Vermessungsbüro durchgeführt. Dabei kamen Laserscanner der Marke Faro zum Einsatz.

Um einen praktischen Eindruck der Verwendung von Laserscannern zu bekommen, und auch um einen kurzen Überblick über die Gebäudesituation zu verschaffen, wurde teilweise an der Erhebung vor Ort teilgenommen.

Eine Aufbereitung der Scandaten, also die Registrierung und Zusammenfügung der einzelnen Scans zu einer gesamten Punktwolke wurde ebenfalls vom professionellen Vermessungsbüro gemacht.

Als Grundlage für die eigene Modellierung wurde eine gesamte Punktwolke als auch zugehörige Panoramabilder der Scans zu Verfügung gestellt.

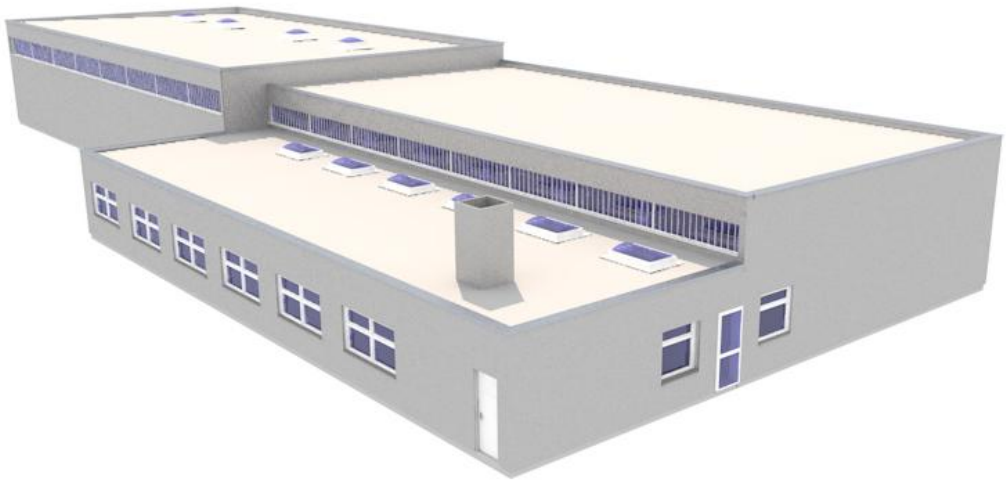


Abbildung 29: Schaubild Modellierung Fallstudie; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzübersicht

Fallstudie in Form einer eigenen Modellierung anhand zu Verfügung gestellter 3D-Scandaten.

Projekt: TU Institutsgebäude „Bauphysik und Schallschutz“

Lilienthalgasse 14 - Gebäude OC, 1030 Wien

Grundlagen: Punktwolke des Scans im .laz – Format

Panoramabilder der Scans

Besichtigung vor Ort

Verwendete Programme: PointCab 3.8

Allplan Architecture 2019

Solibri

Stundendokumentation: (reine Bürozeit, ohne Besichtigung)

Tabelle 3: Stundendokumentation Modellierung Fallstudie; Eigene Darstellung

	Software	Stunden	Tätigkeit
Datenvorbereitung	PointCab 3.8	9	Programmgrundlagen (bisher keine PointCab-Kenntnisse)
			Import Punktwolke des Scans
			Ausrichtung des Scans
			Erstellung Schnitte (Gesamt 100)
			Testberechnung und Ergebniskontrolle einzelner Schnitte
			Berechnung und Export der Schnitte (exkl. PC-Rechenzeit)
Modellierung	Allplan 2019	23	Projekterstellung und Vorbereitung (gute Grundkenntnisse Allplan)
			Import Schnittbilder
			Ausrichtung Schnittbilder
			Modellierung des Gebäudes anhand Scans und Panoramabilder
Nachbearbeitung	Allplan 2019	4	Nachbearbeitung und Bauteilbenennung lt. ArchiCad Vorlage
	ArchiCAD 22		Modellexport
	Solibri		kurzer Test in Solibri
Gesamt		36	

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Workflow Fallstudie

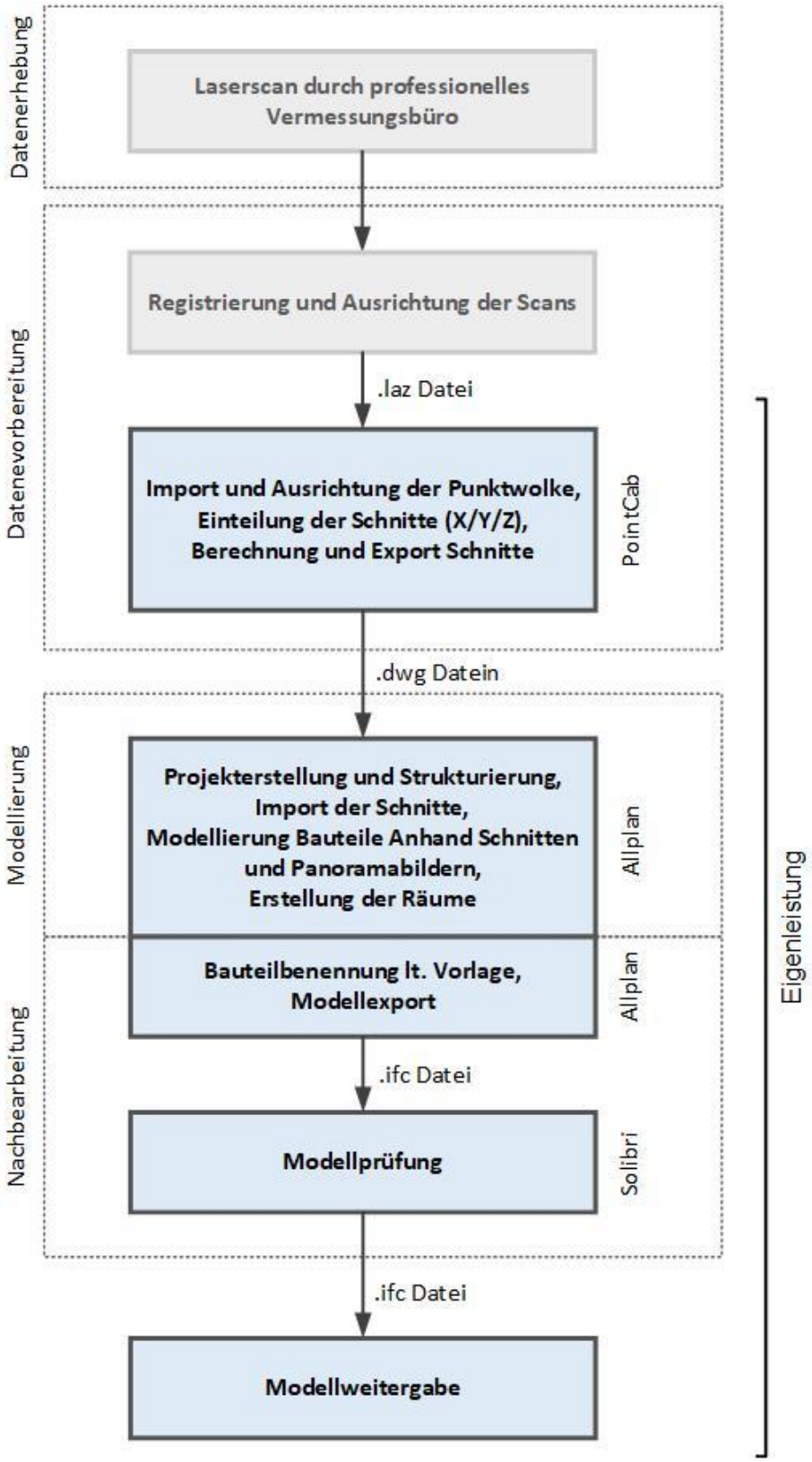


Abbildung 30: Workflow Fallstudie; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die gesamte Fallstudie kann anhand der Arbeitsschritte grob in folgende Punkte unterteilt werden: die Datenvorbereitung, die Modellierung selbst, die Nachbearbeitung sowie die Modellweitergabe Bei dieser Unterteilung werden die externen Vorleistungen nicht berücksichtigt und genauer beschrieben.

Datenvorbereitung

Die erhaltene Punktewolke war im laz-Dateiformat. Bevor die darin enthaltenen Daten im CAD-Zeichenprogramm verwendet werden konnten mussten sie in einem Zwischenschritt vorbereitet werden. Dafür wurde das Programm PointCab gewählt, da es eine gängige Software für die Auswertung von Punktwolkendaten ist und mit diversen Laserscannern sowie CAD- und BIM-Systemen kompatibel ist.

Nach Import der Punktwolke wurde diese an die Programminternen Achsen angepasst um eine bessere Weiterbearbeitung zu ermöglichen. Dabei waren in der Draufsicht schon eindeutig die Gebäudekonturen zu erkennen.

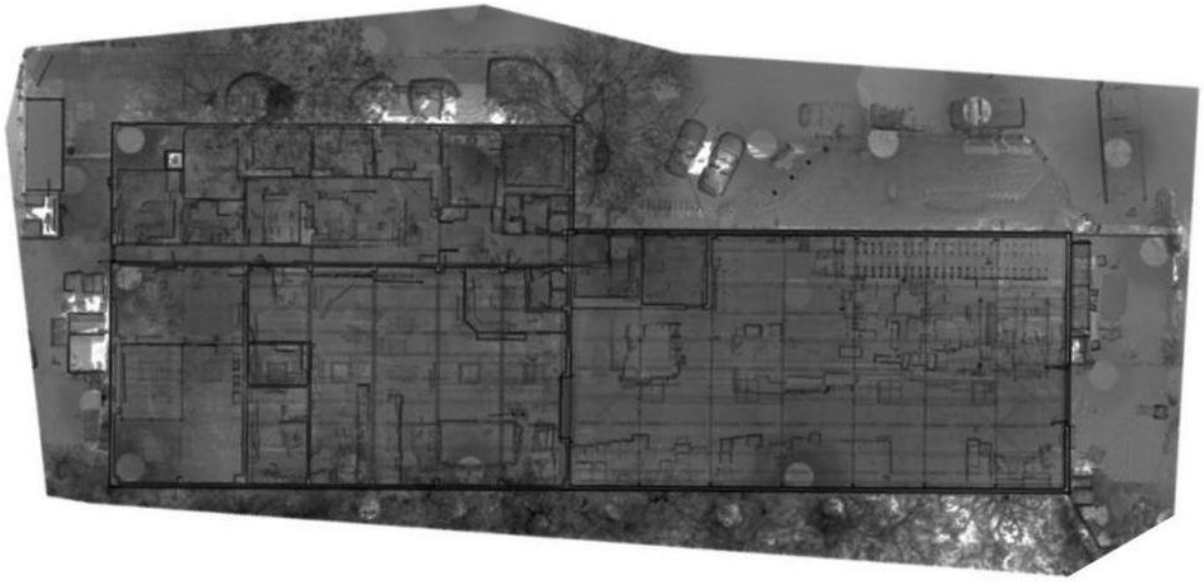


Abbildung 31: Ausgerichtete Punktwolke im PointCab, Draufsicht; Eigene Darstellung

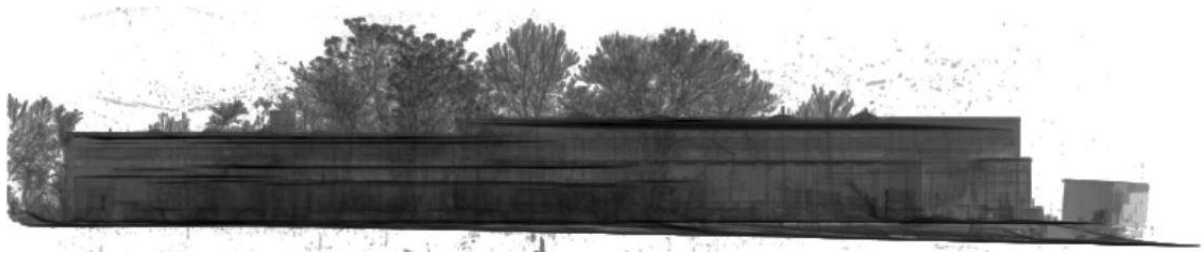


Abbildung 32: Ausgerichtete Punktwolke im PointCab, Ansicht; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Da die CAD-Zeichenprogramme, in diesem Fall Nemetschek Allplan die Punktwolke nicht ohne weiteres übernehmen können muss diese in Grundrisse und Schnittansichten zerlegt werden, welche danach einfach ins CAD-Programm importiert werden und als Grundlage zur Modellierung dienen. In diesem Fall wurden im PointCab über das gesamte Gebäude Schnitte in X-, Y- und Z-Achse gelegt. Diese Schnitte waren im Abstand von 1m und hatten jeweils eine Blicktiefe von +/- 0,5m, womit das gesamte Gebäude abgedeckt war.

Auf folgenden Bildern sind die Schnitte zu sehen. Die Schnittlinie ist jeweils Strich-Punktiert dargestellt und die farbliche Hinterlegung ist lediglich symbolisch, und gibt nicht die Blicktiefe an.

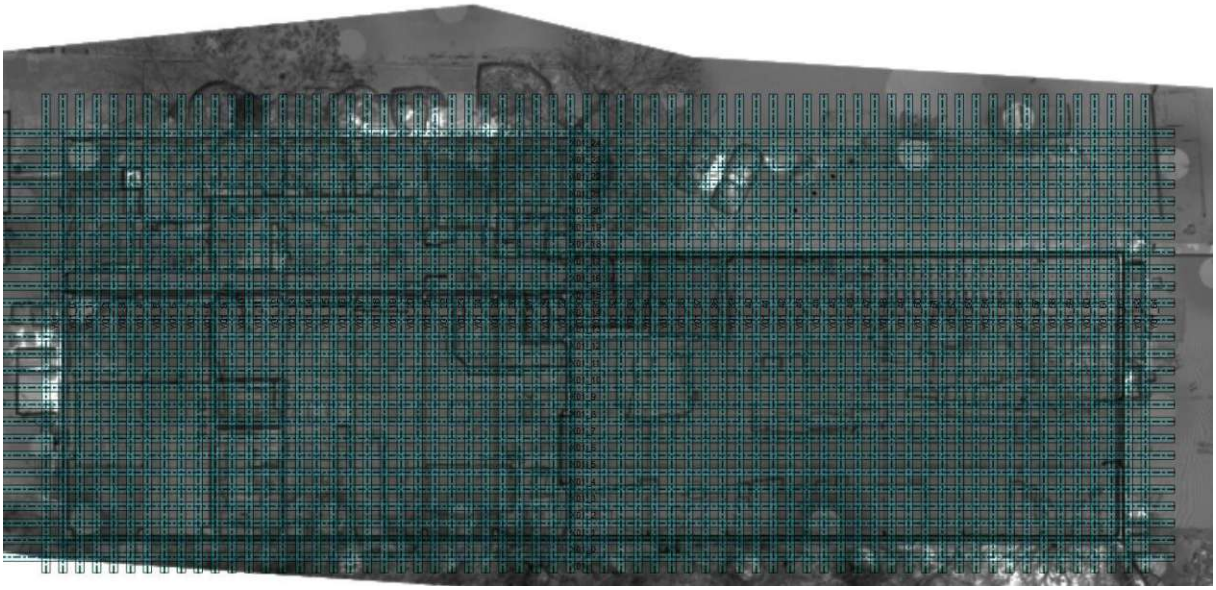


Abbildung 33: Punktwolke mit Schnittlinien im PointCab, Ansicht; Eigene Darstellung

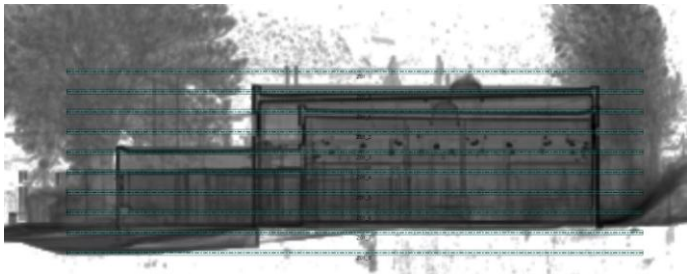


Abbildung 34: Punktwolke mit Schnittlinien im PointCab, Ansicht; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Nachdem einige Testberechnungen von einzelnen Schnitten gemacht wurden, um brauchbare Einstellungen bzgl. der Exportauflösung etc. zu finden, wurden die gesamten Schnitte berechnet. Dies nahm mehrere Stunden an Computerrechenleistung in Anspruch. Das Ergebnis waren die Schnitte im DWG-Format mit zugehöriger Bilddatei zur Übersicht. Insgesamt waren 100 Schnitte nötig um das gesamte Gebäude abzudecken. Aufgeteilt in 25 Schnitte in der X-Achse, welche die Gebäudetiefe darstellt. 65 Schnitte in der Y-Achse für die gesamte Gebäudebreite und 10 Schnitte in der Z-Achse für die Gebäudehöhe. Nachfolgend ist je Achse ein Bild zur Veranschaulichung der Schnittergebnisse.

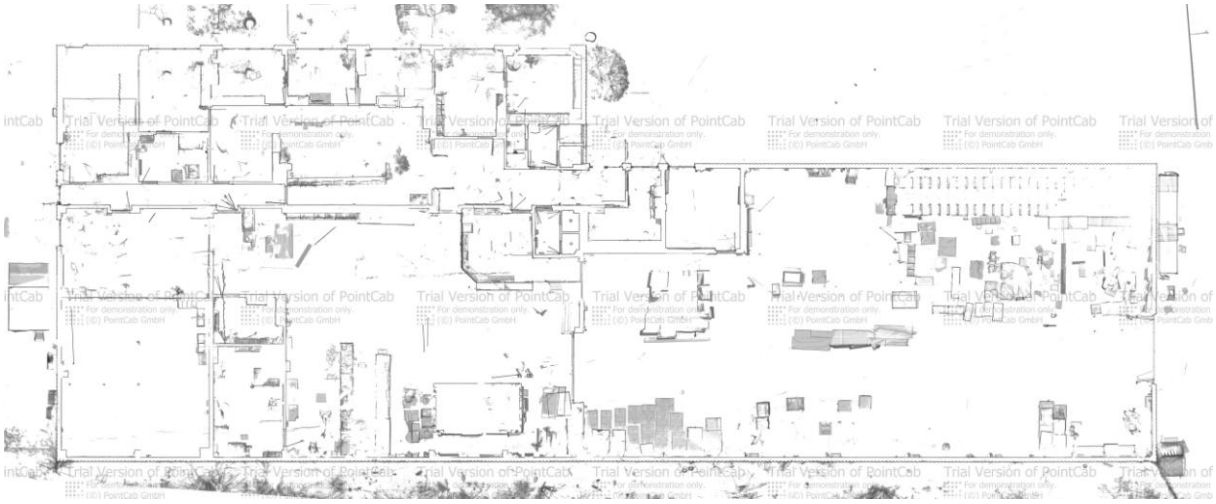


Abbildung 35: Beispielschnittbild Z-Achse; Eigene Darstellung

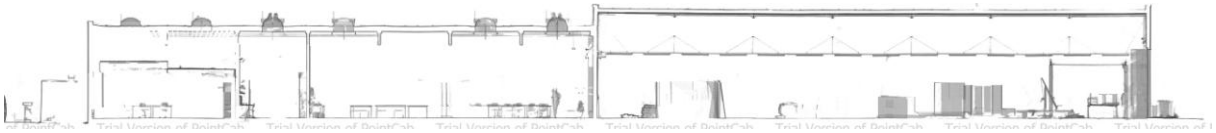


Abbildung 36: Beispielschnittbild X-Achse; Eigene Darstellung

Abbildung 37: Beispielschnittbild Y-Achse; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Modellierung

Für die Modellierung selbst wurde Allplan gewählt, da es eines der gängigsten CAD-Programme dieser Art ist und langjährige Erfahrung im Umgang damit besteht. Zwar wurde noch nie ein BIM-Modell auf Basis von Scandaten erstellt aber die allgemein gute Programmkenntnis war sehr hilfreich.

Nach der Projekterstellung wurde eine vorläufige Bauwerksstruktur als auch diverse Hilfszeichnungen erstellt. Die Hilfszeichnungen waren nötig, um die DWGs der Schnitte der Punktwolke zu importieren, und diese für die weitere Verwendung übersichtlich und lagerichtig zu positionieren. Im weiteren Verlauf waren auch Teilbilder für eigene Hilfskonstruktionen nötig.

Somit konnte mit der Modellierung begonnen werden, welche sich direkt an den im Hintergrund liegenden passiven Schnitten orientierte. Dabei wurde rein mit im Allplan sogenannten Architekturelementen gearbeitet, also mit bauspezifischen Objekten, welche neben der 3D Darstellung auch weitere Informationen enthalten. Dies ist nötig um ein BIM-Modell zu erhalten, und nicht nur ein klassisches 3D-Modell. Dazu wurden auch die Materialen soweit bekannt bzw. ersichtlich ergänzt. Aufgrund der einfacheren Handhabung des Modells wurde das Gebäude in 3 Teile unterteilt, nämlich in den Bereich der großen Halle, der kleinen Halle und in den Bürotrakt. Während des Modellierungsvorgangs wurden bewusst auch Entscheidungen zur leichten Abstraktion getroffen. So wurden zum Beispiel leichte Unebenheiten in Wänden, welche aufgrund von Bautoleranzen und Ungenauigkeiten entstanden sind angeglichen, um einen einheitlichen Bauteil zu erstellen. Ebenso wurden Säulenabmessungen angeglichen.

Abbildung 38: Grundriss Gesamtmodell mit Bereichseinteilung; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

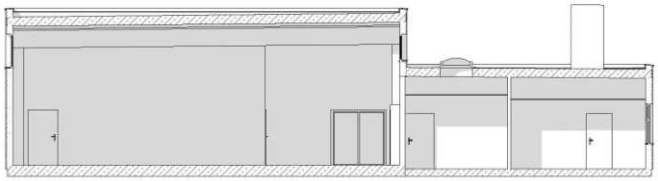


Abbildung 39: Schnitt durch kleine Halle und Bürotrakt; Eigene Darstellung

In folgendem Bild ist ein Modellausschnitt mit einem Büroraum zu sehen. Dabei sind die Bauteile samt dahinter liegendem Scan zu sehen. Zur besseren Sichtbarkeit wurden die Bauteile in grün und ohne Füllung dargestellt. Erkenntlich sind auch Möbel wie große Kästen, welche dem Laser die Sicht auf die tatsächlichen Bauteile versperrten. In diesen Fällen wurde hinter den Kästen wiederum eine durchgehende, gerade Wand angenommen, sofern nicht anderes zu vermuten ist.

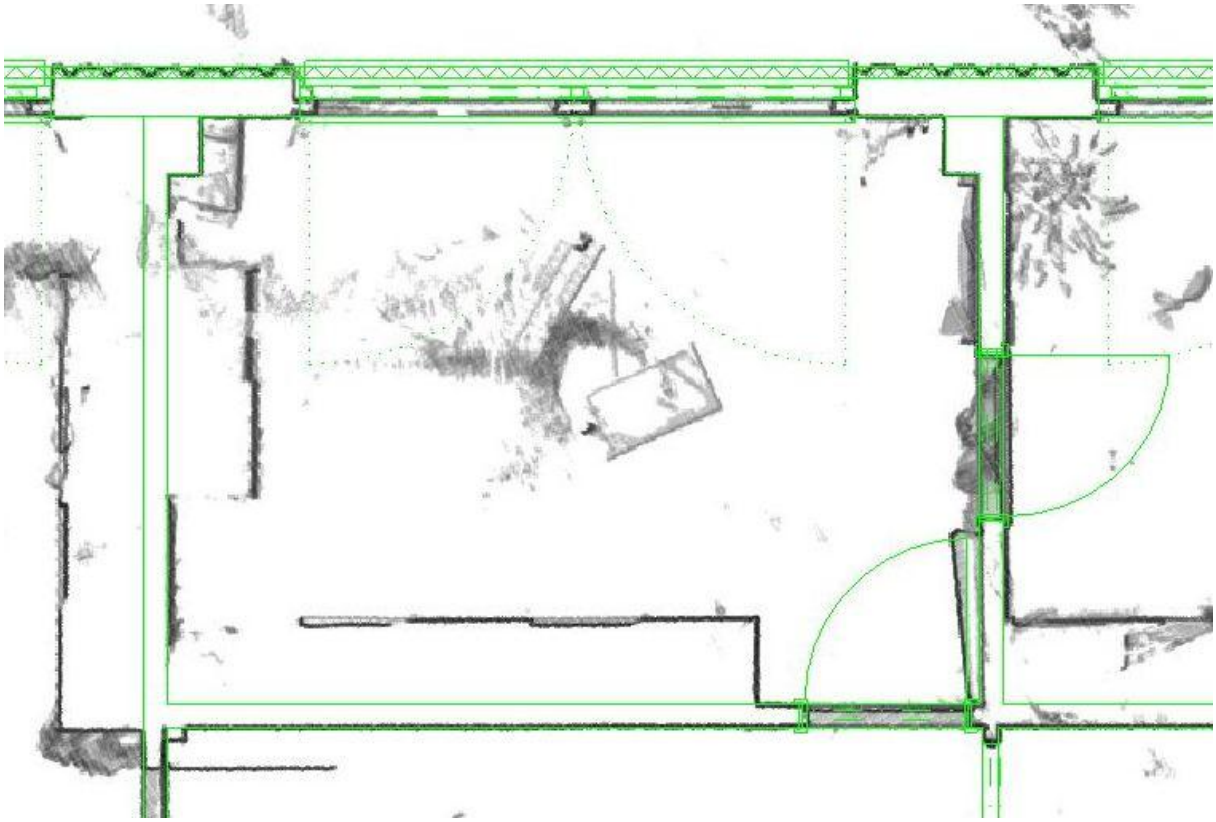


Abbildung 40: Modellausschnitt Büroraum mit Scan im Hintergrund; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Nach fertiger Modellierung wurden noch die zugehörigen Räume definiert. Diese beinhalten nicht nur den klassischen Raumstempel sondern auch das zugehörige Volumen. Beim resultierenden BIM-Modell ist rein der gebaute Bestand dargestellt, keine Möblierung oder Ähnliches.

Abbildung 41: Schaubild Große Halle; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Nachbereitung

Bei der Nachbearbeitung wurden die Bauteile anhand eines zu Verfügung gestellten Modells umbenannt, um diese während des Forschungsprojektes der TU Wien besser vergleichen zu können. Das Vergleichsmodell wurde von einem professionellen Büro im CAD-Programm ArchiCAD erstellt.

Nach der Anpassung der Bauteilnamen und Raumstempel wurde das gesamte Modell als IFC-Datei exportiert und vor der Weitergabe noch mit dem Programm Solibri auf Vollständigkeit nach dem Export und Import überprüft.

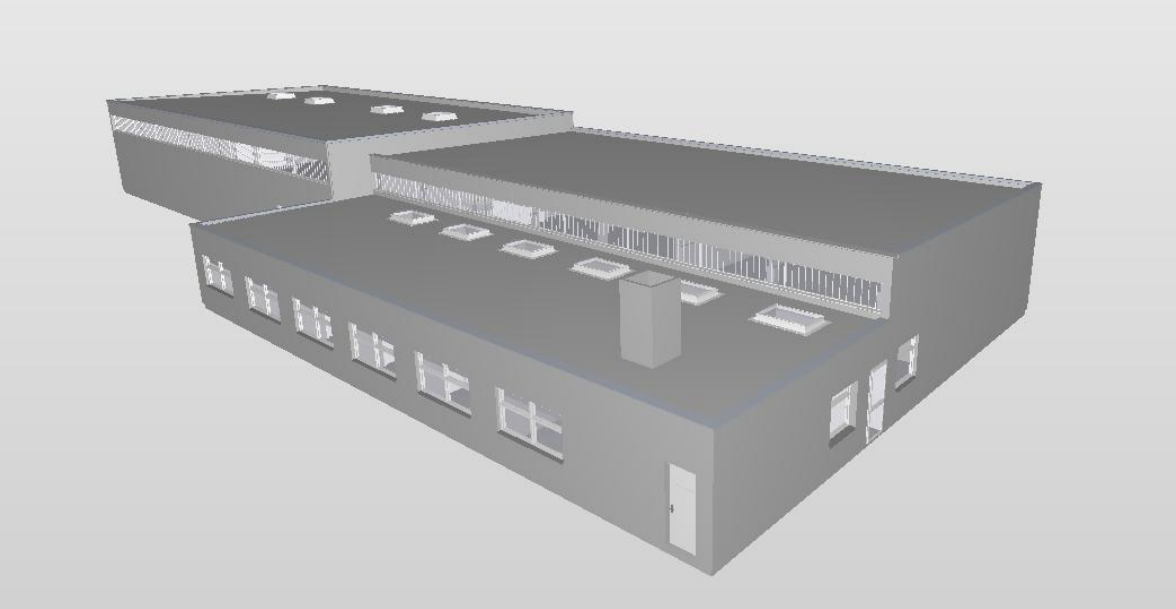


Abbildung 42: Gesamtmodell nach Import in Solibri; Eigene Darstellung

Das Gesamtmodell ist dabei über die IFC-Schnittstelle gut übernommen worden und die zugehörigen Attribute wie zB Bauteilkategorien blieben erhalten.

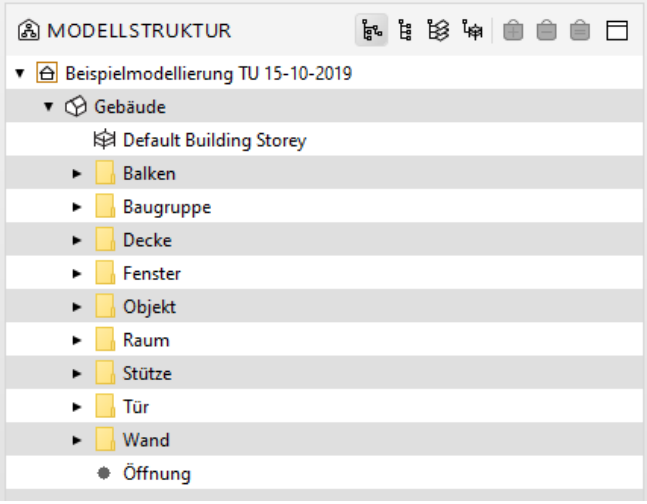


Abbildung 43: Modellstruktur in Solibri; Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Modellweitergabe

Im letzten Schritt wurde das überprüfte Modell mittels IFC-Datei an Meliha Honic vom Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien übergegeben und im Zuge des Forschungsprojektes SCI_BIM ([1] siehe S.50) weiterverwendet.

Schwierigkeiten bei der Modellierung

Aufgrund der vorangehenden Erkenntnisse aus der Recherche sowie den Experteninterviews, den guten Allplan-Programmkenntnissen und der Vorbereitung konnte die Fallstudie ohne größere Probleme durchgeführt werden. Folgend werden die aufgetretenen Schwierigkeiten bei der Modellierung beschrieben.

Die gesamt Punktwolke ist bei der Modellierung nicht direkt verwendbar, sondern nur die Schnittdaten der Scans, welche einen Streifen mit 1m Sichttiefe des Punktwolkenmodells wiedergeben. Diese werden manuell ins CAD-Programm importiert sowie ausgerichtet und liegen dann im Hintergrund als eine Art Schablone bei der Modellierung. Dabei ist ein häufiger Wechsel der Scans notwendig und es kann nicht einfach durch gescrollt werden.

Aufgrund der Modellierung anhand der x-/y-/z-Achsen waren durch Überlagerungen und Störddaten oft Ansichtswechsel nötig. Je größer das Objekt bzw. der zu modellierende Bereich umso aufwendiger, deshalb wurde das Gebäude in 3 Bereiche unterteilt.

Störddaten, auch Clutter oder Noise genannt, sind vom Laser aufgenommene Daten bzw. Objekte die für die eigentliche Aufnahme bzw. für das aufzunehmende Gebäude selbst nicht relevant sind und dieses teilweise verdecken. Dazu gehören z.B. Möbel, Pflanzen bzw. Bäume im Außenbereich sowie alle möglichen Objekte. Diese werden vom Laser erfasst und in der Punktwolke dargestellt. Sie bleiben dann in weiterer Folge bei der Modellierung absichtlich unberücksichtigt. Dies ist oft mit einem erheblichen Zeitaufwand und Fachwissen verbunden, da die interessanten Bauteile hinter den Störddaten nach bestem Wissen ergänzt werden müssen. Als Beispiel ist ein großer Kasten in einem der Büroräume zu nennen welcher mehr als die Hälfte der Wand verdeckt. Dabei wird davon ausgegangen dass die Wand gerade hinter dem Kasten weiter verläuft und sie wird anhand des sichtbaren Teilstückes verlängert.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Unebenheiten der Realität, welche dann natürlich auch Unebenheiten in der Punktwolke ergeben. Diese werden aufgrund der hohen Genauigkeit der Laseraufnahme mit aufgezeichnet und zeigen Unebenheiten aus z.B. Bautoleranzen und Unregelmäßigkeiten. Deshalb ist bei der Modellierung immer auch Abstraktion nötig. Es wird aktiv abstrahiert um für die weitere Verwendung brauchbare Bauteile zu schaffen. Diese erfordern meist eine ebene Oberfläche und werden anhand des Durchschnitts oder gängiger Masse modelliert. Ausnahmen davon treten bei besonders genau aufzunehmenden Objekten auf wie z.B. in der Denkmalpflege.

Da keine Materialerhebungen zu Verfügung standen wurden diese nachträglich anhand von der Erkennbarkeit der Farbscans, Bilder und Annahmen ergänzt.

Ergänzung materieller Gebäudepass

Was wäre bei diesem Modell zusätzlich nötig um einen materiellen Gebäudepass erstellen zu können?

Grundsätzlich ist ein BIM-fähiges Bestandmodell mit Hilfe von Laserscanning erstellt worden. Darin sind alle wichtigen Bauteile zur weiteren Evaluierung enthalten. Diese Bauteile sind eindeutig benannt und per ID zuordenbar.

Fehlend sind jetzt die jeweiligen Materialien und Aufbauten. Diese können anhand von Materialerfassungen vor Ort ermittelt werden. Dazu zählen moderne Methoden, wie Ground Penetrating Radar als auch klassische Methoden wie Klopfen und Bohren bzw. Probeöffnungen herstellen. Aus diesen Erhebungen werden dann Materialaufbauten erstellt die den Bauteilen anhand ihrer Element ID eindeutig zugewiesen werden können. Diese werden dann mittels mehrschichtigen Bauteilen ins BIM-Modell eingearbeitet.

Das daraus entstehende Modell könnte mit Datenbanken und Analysewerkzeugen für Ökodaten gekoppelt werden, welche daraus dann den MGP errechnen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

6. Ergebnisse

6.1 Stand in der Praxis

Experteninterviews

Die Ergebnisse der Interviews zeigen, dass das Thema BIM im Bestand ein sehr breit gefächertes Thema ist, welches zwar in der Praxis bereits angekommen ist, es zeigt sich aber noch großes Weiterentwicklungspotential und muss auch seitens der Auftraggeber und weiteren Projektbeteiligten angenommen werden.

Die Fachgebiete der Interviewpartner sind Architektur, Vermessungswesen sowie CAD-Softwareentwicklung inkl. Vertrieb und Schulungen. Dabei umspannen die Tätigkeitsbereiche Sanierung im Altbau und Altbauadaptierungen im Bereich der Architektur, alle Bereiche des Vermessungswesens (Angefangen von der Erstellung von 2D Bestandsplänen, Grundstücksvermessungen und Kataster, bis hin zur 3D Vermessung und Erstellung von BIM-Modellen) sowie Bausoftware speziell für CAD, AVA und Bauphysik, auch in Verbindung mit Laserscanning. Die Bürogrößen sind zwischen 7 und 50 Personen, wobei zusammengefasst alle Arten und Größen von Gebäuden bearbeitet werden, für eine Vielzahl an privater sowie öffentlicher Auftraggeber.

Abbildung 44: Aufnahmemethoden BIM-Vermessung; Vortrag DI Hanns H. Schubert 2015

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die Vermessungsart ist oft von der Situation vor Ort und den Kundenwünschen abhängig, aber die gängigste Variante ist die Vermessung mittels terrestrischen Laserscannern. Oft werden diese, wie in der vorhergehenden Abbildung dargestellt, auch kombiniert mit Handscannern sowie ergänzenden Aufnahmen und Dokumentationen. Diese Daten werden dann später im Büro, also nicht mehr vor Ort weiterverarbeitet. Nach einer Aufbereitung fürs CAD Programm wird dann manuell ein Gebäudemodell erstellt, in welches alle erhobenen Kennwerte ein gepflegt werden. Eine weitere Variante die verwendet wird, jedoch weniger gängig ist, ist mittels Flexijet. Dabei wird zwar vor Ort auch mit einem Scanner gearbeitet, es werden aber anhand von CAD Zeichenbefehlen die gemessenen Punkte direkt in CAD Elemente übernommen. Genauigkeit und Dauer der Aufnahmen ist wiederum stark von den Projektwünschen und Objektgegebenheiten abhängig. Ein weiterer wichtiger Punkt sind die Bauteilaufbauten und Materialkennwerte, welche oft nur teilweise mittels Annahmen gemacht, oder von spezialisierten Firmen genau aufgenommen werden.

Allgemein ist die Anzahl der Projektbeteiligten stark von der Projektgröße abhängig, aber es wird versucht interne Schnittstellen möglichst zu vermeiden, so dass im Idealfall durchgehend dieselbe Person oder ein gleichbleibendes Team daran arbeitet. Als Software wurden die gängigen großen CAD Lösungen genannt, ergänzt durch zusätzliche Programme zur Vermessung und Scandatenaufbereitung, wobei ArchiCAD bei allen Interviewpartnern vertreten ist. Dies liegt aber auch daran das der Interviewpartner aus der Softwareentwicklung von ArchiCAD stammt. Dabei wird zusätzlich zu den Programmherstellerinternen Formaten auch verstärkt das universelle IFC Format zum Datenaustausch verwendet, wenn auch nicht immer ganz ohne Probleme zwischen den Softwarelösungen. Die Abrechnung ist oft ein schwieriges Thema, es geschieht meist über einen Schätzwert je m² anhand der Aufnahmeart, Größe und Detailierungsgrad.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Fallstudie

Die Fallstudie beinhaltet nicht den kompletten üblichen Projektablauf, da die erhobenen Scandaten zu im Zuge des Forschungsprojektes SCI_BIM zu Verfügung gestellt wurden. Somit ist die Projektvorbereitung, Datenerhebung sowie ein Teil der Datenvorbereitung eine externe Vorleistung. Die eigene Arbeit begann mit der Aufbereitung der gesamten Punktwolke. Dazu wurde diese mithilfe des Programms PointCab ausgerichtet, bereinigt und es wurden maßgebende Schnitte in den drei Hauptachsen definiert, da die CAD-Zeichenprogramme - in diesem Fall Allplan - die Punktwolke nicht ohne weiteres übernehmen können. Diese Schnitte wurden berechnet, exportiert und als 2D Informationen in das CAD Programm importiert. Zuvor wurde auch im Allplan eine geeignete Projektstruktur erstellt. Anhand dieser Schnitte und der Panoramabilder die der Laserscanner mit aufgenommen hat wurde das Gebäude modelliert. Zur einfacheren Übersicht geschah dies in 3 selbst gewählten Gebäudeabschnitten. Die Geometrie der Bauteile konnte Großteils aus den Scanschnitten gemessen werden, Ausnahmen gab es bei einzelnen Stellen wo z.B. große Kästen Wände verstellten und somit den Laser bzw. dessen Sicht auf die eigentlichen Bauteile beeinträchtigten. Diese fehlenden Abmessungen wurden dann von Nachbarbauteilen abgeleitet oder angenommen. Meist war aufgrund von Bautoleranzen und Unebenheiten auch eine bewusste Abstrahierung bzw. Anpassung notwendig um in sich geschlossene, einheitliche Bauteile zu erhalten. Die Modellierung erfolgte mit Architekturelementen, welche neben den Abmessungen auch weitere Parameter enthalten. Somit konnte anhand der Panoramabilder und der Begehung vor Ort auch der Bauteilaufbau, oder zumindest die Bauweise definiert werden um ein BIM-fähiges Modell zu erhalten. Anschließend wurden die zugehörigen Räume im Modell definiert.

Das Modell beschränkt sich rein auf gebauten Bestand ohne Möblierung oder haustechnische Einbauten. Die fertigen Bauteile wurden anschließend Anhand eines Beispielmodells zur Vergleichbarkeit für SCI_BIM umbenannt und das ganze Modell wurde mithilfe der IFC-Schnittstelle in der Software Solibri überprüft.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

6.2 Forschung und Entwicklung

Die aktuellen Trends auf dem Gebiet von BIM im Bestand gehen in Richtung von automatisierten Prozessen zur Datenerhebung und Verarbeitung als auch zu einer umfangreicheren Nutzung dieser Modelle.

Bei ersterem ist ein wichtiges Thema, dass aktuell BIM-fähige Modelle bei Bestandsgebäuden hauptsächlich aus einer manuellen Modellierung entstehen und somit sehr aufwendig und arbeitsintensiv sind. Es werden daher intelligente Programme Entwickelt die diesen Vorgang automatisieren oder teilautomatisieren sollen.

Bei der umfangreicheren Nutzung von Modellen geht es um die weitere Nutzung dieser für Building Performance Berechnungen wie zum Beispiel den Materiellen Gebäudepass oder auch als Grundlage für eine Verwendung vom BIM im Bereich des Facility Management.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

6.3 Leitfaden für Scan-to-BIM

Dieser Leitfaden soll eine Hilfestellung bei der Verwendung von BIM im Bestand darstellen und leitet sich aus den Erkenntnissen dieser Arbeit ab.

Dabei wird eine grundsätzliche Einteilung in folgende Phasen anhand der gängigsten Aufnahmemethode mittels Laserscanning gemacht. Andere Methoden beinhalten meist einen ähnlichen oder leicht abgewandelten Ablauf je nach erforderlichen Arbeitsschritten. Diese 6 Phasen sind eine Hilfestellung und stellen lediglich Anhaltspunkte zur Strukturierung dar.

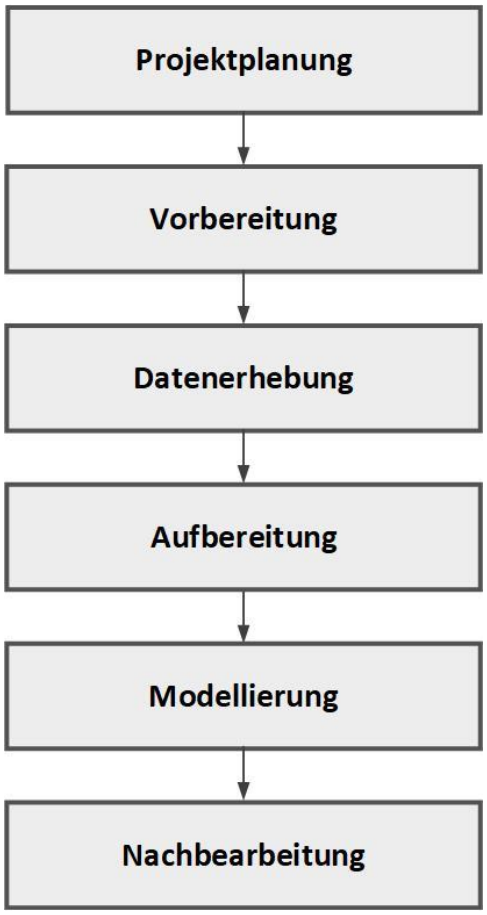


Abbildung 45: Leitfadenphasen BIM im Bestand, Eigene Darstellung

Projektplanung

In dieser ersten Phase geht es um die Projektplanung und Grundlagenermittlung. Dabei kommen meist folgende Punkte, nicht zwingend in genannter Reihenfolge zu tragen:

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Es werden alle vorhandenen Pläne sowie andere zugehörige Unterlagen zum Objekt gesammelt, gesichtet und evtl. gleich auf Weiterverwendbarkeit geprüft. Diese können von alten handgezeichneten Plänen aus Bauakten, über CAD erstelle Planunterlagen in gedruckter Form bis hin zu digitalen Plänen oder sogar Modellen reichen. Zusätzlich werden auch Fotos sowie schriftliche Zusatzaufzeichnungen verwendet, um sich ein möglichst gutes Bild des Objekts machen zu können. Eventuell kommt es auch direkt zu einer ersten Objektbegehung.

Die Aufnahmeart und das gewünschte Zielsystem sind mit dem Auftraggeber zu klären. Dabei ist die Aufnahmeart oft stark abhängig von den gewünschten Ergebnissen und dem Objekt selbst. Das Zielsystem wird meist direkt anhand der vorhandenen Programme des Auftraggebers oder der nachfolgenden Projektpartner bestimmt.

Ebenso ist in dieser Phase auch schon der Detaillierungsgrad bzw. die Genauigkeit zu besprechen. Oft werden verschiedene Grade innerhalb eines Projektes verwendet. Als Beispiel können Um- und Zubauten genannt werden wo Teile des Objektes, welche nicht umgebaut werden ohne größere Detaillierung aufgenommen werden. Die Teile die jedoch verändert werden, oder an die etwas Neues angebaut wird werden hingegen besonders genau und detailliert behandelt. Dabei kann auch die Aufnahmeart je nach Situation wechseln.

Vorbereitung der Vermessung

In dieser Phase sind bereits alle Grundlagen ermittelt und die Aufnahmeart weitestgehend geklärt. Jetzt muss als Vorbereitung für die eigentliche Vermessung die Situation vor Ort geklärt werden. Dazu zählt vor allem die Objektzugänglichkeit. Ist das Gebäude leer stehend und man kann sich darin frei bewegen oder wird es aktuell genutzt. Bei Bürogebäuden, Wohnhäusern oder auch Sonderbauten kommt es oft zu einem erheblichen Koordinationsaufwand mit den Nutzern, was sich natürlich im Weiteren auch auf die Aufnahmedauer und –kosten auswirkt.

Ebenso spielen die örtlichen Gegebenheiten wie die Beleuchtung eine große Rolle, da diese vor allem auch für manche Aufnahmemethoden essentiell ist.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Weiter kann ein örtliches Koordinatensystem aufgebaut werden sowie Fixpunkte für die folgende Vermessung angebracht werden. Diese sind jeweils von der Art des Objektes und vor allem der Aufnahmeart variabel. Gerade bei größeren Projekten ist die Vorbereitung wichtig um die Zeit der Datenerhebung selbst, also die Zeit in der die meist Aufnahmegeräte vor Ort verwendet werden, möglichst gering zu halten.

Datenerhebung

Bei der Datenerhebung selbst kommt es grundsätzlich zur Geometrieerhebung vor Ort, aber es können auch weitere Daten wie Materialien erfasst werden.

Die Geometrieerhebung beginnt oft mit dem Anlegen eines Fixpunktnetzes und der Anbringung von Ziel- bzw. Referenzmarken, sofern dies nicht schon in der Vorbereitungsphase gemacht wurde.

Anschließend erfolgt die Durchführung der Scans. Dabei können je nach Objektgröße und zu Verfügung stehender Aufnahmegeräte einer oder auch mehrere Scanner gleichzeitig verwendet werden.

Zusätzlich finden ergänzende Messungen statt, zum Beispiel mittels kleinem Handscanner oder klassischem Handaufmaß sowie es wird eine Dokumentation mittels Fotografien und schriftlichen Notizen gemacht.

Bei der Erhebung von Materialien und zusätzlich Kennwerten wird meist anhand visueller Begutachtung oder mit Probeöffnungen gearbeitet. Wenn erforderlich können jedoch auch Spezialisten zur Materialprüfung herangezogen werden, welche zum Beispiel mit Ground Penetration Radar (GPR) arbeiten.

Aufbereitung

Im nächsten Schritt werden die Scandaten zur weiteren Verwendung aufbereitet. Dies erfolgt im Büro und nicht mehr vor Ort. (Eine Ausnahme davon stellt die Methode mit dem Flexijet dar, bei der direkt auf der Baustelle gemessen und ins CAD gezeichnet wird.)

Dabei wird meist mit einer speziellen Software zur Punktwolkenbearbeitung gearbeitet. In diese werden die Rohdaten, also die einzelnen Punktwolken der Scans

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

importiert, anhand der Referenzpunkte zueinander ausgerichtet und schließlich zu einer Punktwolke zusammengefügt. Im weiteren Verlauf kann diese auch bereinigt werden, was bedeutet das nicht relevante Daten bzw. gescannte Bereiche entfernt werden. Ebenso kann das Gesamtdatenvolumen mithilfe einer Reduktion der Punktdichte durch das Programm reduziert werden. Speziell bei größeren Objekten erleichtert dies aufgrund der enormen Datenmenge das weitere Handling.

Die aufbereitete Punktwolke wird oft nicht als Ganzes exportiert und ins CAD zur Modellierung weitergegeben. Es ist gängig Schnitte in der X-, Y- und Z-Achse durch diese zu legen welche danach berechnet und als zweidimensionale Informationen exportiert und weitergegeben werden.

Modellierung

Bevor mit der eigentlichen Modellierung im CAD begonnen werden kann muss dort eine passende Projektumgebung geschaffen werden. Bei den meisten Programmen heißt das, dass eine Projektstruktur, Ebenen und Teilbilder oder Layer anhand der Projekterfordernisse erstellt werden. Danach erfolgt der Import der vorbereiteten Scandaten bzw. Schnitte, welche oft auf eigenen Teilbildern als Hilfskonstruktion liegen und gerne transparent dargestellt werden.

Anhand dieser passiven Schnitte orientiert sich dann die Modellierung selbst. Diese geschieht aktuell überwiegend manuell und mittels objektbasierten Bauteilen. (eine aktuelle Entwicklung im Bereich von automatischer Modellgenerierung wird im Punkt 3.3 beschrieben) Dabei werden alle vorhandenen Informationen eingearbeitet. Zusätzlich zu den geometrischen Grundparametern aus den Schnitten der X-, Y- und Z-Achse werden andere Attribute wie gegebenenfalls vorhandene Materialkennwerte ergänzt.

Beim Modellierungsvorgang ist ein gewisses Fachwissen erforderlich, da in diesem Arbeitsschritt Entscheidungen getroffen werden, die sich auch auf die weitere Projektqualität auswirken können. Ein wichtiger Punkt dabei ist die bewusste Abstrahierung der Scandaten. Diese zeigen aufgrund der hohen Genauigkeit auch alle Unebenheiten durch Bautoleranzen und dergleichen. In den meisten Fällen ist es aber nicht sinnvoll so geringe Abweichungen genauestens darzustellen und so werden Bauteile zu durchgehenden Ebenen abstrahiert. Als Beispiel kann eine

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

händisch gemauerte und verputzte Innenwand eine variierende Stärke von 11,5-12,5 cm aufweisen, aber modelliert wird sie in der ursprünglich gedachten Stärke von 12cm. Ausnahmen dabei sind natürlich Sonderbauteile oder Restaurierungsarbeiten im Denkmalschutz, in diesen Fällen können genaueste Darstellungen ohne Abstraktion erforderlich sein. Ebenso ist es oft nötig Bauteile die nicht komplett vom Scanner erfasst werden konnten zu ergänzen. Dazu zählen besonders Bauteile, die von Möbeln verdeckt wurden.

Des Weiteren gehört zur Modellierung die Definition der zugehörigen Räume und je nach Erfordernis und Genauigkeit auch eine Ergänzung ersichtlicher Einbauten oder Möblierungen.

Nachbearbeitung

Die Modellnachbearbeitung ist eine relativ offene Phase und stark von der weiteren Projektbearbeitung und eventuellen Anforderungen des Auftraggebers abhängig. Dabei wird grundsätzlich das erarbeitete BIM-fähige Modell überprüft und auf die weitere Verwendung vorbereitet. Mögliche Arbeiten in dieser Phase sind auch Anpassungen der Bauteilnamen und Raumstempel. Wird das Modell selbst weiterverwendet oder an den Auftraggeber bzw Projektpartner übergeben. Bei letzterem ist Anhand des Zielsystems zu klären wie die Daten weitergegeben werden, dabei ist ein Export im universalen IFC-Format gängig.

Es ist auch ratsam das Modell mittels einer zusätzlichen Software, einem sogenannten Modell-Checker vor der Weitergabe zu überprüfen. Dabei werden oft Fehler in der Modellierung sichtbar. Ist man mit dem Ergebnis zufrieden ist das Modell bereit zur Übergabe.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

6.4 Aktualität und Verbesserungsvorschläge

Aktualität

Die Wichtigkeit der Themengebiete Building Information Modeling und Umgang mit Baubestand zeigt sich auch durch eine aktuelle Studie des ACE - The Architects' Council of Europe[2], welche sich mit der Digitalisierung im Architekturumfeld befasst. Dabei wurden Daten von ArchitektInnen aus ganz Europa erhoben und länderabhängig miteinander verglichen. Zu erwähnen ist das es die Situation im Bereich der Architektur und nicht des ganzen Bausektors wiederspiegelt.

Dabei zu sehen ist, dass in Österreich zwar Neubauten mit einem Anteil von 53% den größten Tätigkeitsbereich der Architektur darstellen, jedoch Sanierung mit 38% einen enormen Anteil haben. Die restlichen 9% entfallen auf die Denkmalpflege. Im europäischen Vergleich liegt Österreich mit den 38% über dem Durchschnitt von 36%.(ACE 2023, 28)

Bei der Verwendung von BIM gaben 24% der befragten Personen an damit zu arbeiten, was genau im europäischen Durchschnitt liegt. Im Gegensatz haben lediglich 8% Kontakt mit Laserscanning, was aber auch daran liegt das dies Großteils vom Fachgebiet des Vermessungwesens abgedeckt wird.(ACE 2023, 70)

[2] The Architectural Profession in Europe 2022 - 2022 Sector Study

Research commissioned by: The Architects' Council of Europe

www.ace-cae.eu

Research undertaken by: Mirza & Nacey Research Ltd

www.mirza-nacey.com

Co-funded by the Creative Europe Programme of the European Union

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Verbesserungsvorschläge

In folgender Tabelle wird kurz auf den aktuellen Ist-Stand und seine Defizite eingegangen, welcher aus den Experteninterviews und der Fallstudie erarbeitet wurde. Im Vergleich dazu sind mögliche Verbesserungspotential aus den kommenden Entwicklungen dargestellt.

	Ist-Stand	Verbesserungspotentiale
Projektbeteiligte und Schnittstellen		
	Mehrere Personen zB Vermessung + Verarbeitung getrennt	Selbe Person(en) durchgehend von messen bis BIM Modell
Software und Formate		
	Versch. Software und Formate, oft abh. Von der Fachrichtung	Hersteller- und Fachübergreifende Bearbeitung (Ansatz IFC)
Abrechnung (und Verbreitung BIM?)		
	Teilweise fehlt Verständniss für BIM, oft schwer abrechenbar, meist Schätzungen und m² Preise, seltener nach tats. Aufwand	Besseres Verständniss, vorallem auch bei Auftraggeberinnen. Durch weiterverwendung der Daten zukünftiger Mehrwert
Erhebung Geometrie und verw. Geräte		
	teilw. Extern - Geometer, teilw. Selbst: von händischem Rollmassband über Disto bis hin zu Laserscan, und auch als Kombi	Leistungsfähigere Geräte die schneller und einfacher Totalvermessungen machen, (evtl vollautomatisch)
Dauer		
	je nach Art und Größe, Nachbearbeitung meist wesentl. Länger/aufwändiger als Scan	
Arbeitsschritte		
	je nach Projekt, grundsätzlich: Vorbereitung, Vermessung, Nachbearbeitung	
Erhebung Bauteile und zus. Kennwerte		
	Oft nur nach Bestandsplänen, teilweise Probeöffnungen, selten durch Spezialisten mit Materialprüfung oder GPR	automatisierte Vermessung inkl. einer GPR Datenerhebung
Erstellung BIM		
	3D-Daten erheben, dann manuell Rest einarbeiten zu BIM-Modell (Zeitintensiv: Fachwissen + Abstrahierung)	(teil-) automatisierte Erstellung eines BIM-Modells
Allgemeine Verwendung		
	Oft arbeiten nur einzelne Gewerke/Planer mit BIM, daraus dann teilweise wieder nur 2D Daten weiterverwendet	Durchgehende Verwendung von BIM von allen Beteiligten

Abbildung 46: Vergleich Ist-Stand und Verbessungspotentiale, Eigene Darstellung

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

7. Conclusio

In der vorliegenden Arbeit wurde die Verwendung von Building Information Modeling und modernen Bauaufnahmemethoden anhand von Literaturrecherche, Experteninterviews und einer eigenen Fallstudie betrachtet. Dabei lag der Fokus auf der Darstellung der aktuell gängigen Methoden in der Praxis und es sollte mittels eines Leitfadens eine Hilfestellung bei der Herangehensweise mit BIM im Bestand gegeben werden. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen das Building Information Modeling auch im Bereich der Bestandsaufnahme in der Praxis angekommen ist. Aus den Interviews mit den Experten geht jedoch hervor, dass es ein sehr komplexes Thema ist, welches nicht immer einem einheitlichen Ablauf folgt, sondern stark projekt- und objektabhängig ist. Am gängigsten ist dabei eine Aufnahme mittels Laserscanner in Kombination mit manueller Modellierung. Diese ist jedoch relativ zeit- und somit auch kostenintensiv.

Die aktuellen Entwicklungen der Forschung auf diesem Gebiet gehen in Richtung von automatisierten Prozessen zur Datenerhebung und Verarbeitung bzw. Modellgenerierung als auch zu einer umfangreicheren Nutzung dieser Modelle. Aufgrund dieser Entwicklungen und der immer leistungsfähigeren Geräte zur Aufnahme und Bearbeitung ist ein enormes Entwicklungspotential gegeben, um zukünftig wesentlich effektiver BIM-fähige Modelle gebauten Bestandes zu erstellen. Diese sind je nach erhobenen Daten in der Lage sowohl für Renovierungen, Umbauten, für bauphysikalische Zwecke wie Energieausweise und Gebäudepässe, als auch für Facility Management und den Gebäudeabbruch alle nötigen Informationen zu Verfügung zu stellen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

8. Nachtrag Erkenntnisvergleich

In diesem Nachtrag wird ein kurzer Überblick über eine andere aktuelle Diplomarbeit gegeben und ein Erkenntnisvergleich von jener mit der vorliegenden Arbeit gezogen.

Dabei handelt es sich um die Arbeit mit dem Titel „Effiziente Workflows zur Erstellung von BIM-Modellen auf Basis von Punktwolken“ von Matthias Kriegler, welche ebenfalls unter der Leitung von Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in techn. Iva Kovacic an der TU Wien erstellt wurde. Sie wurde im Rahmen des Projekts LargeClouds2BIM mit der TU-Projektnummer: 1873490 von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) unterstützt.

Die Arbeit untersucht verschiedene BIM-basierte Workflows anhand eines Objektes – ein Einfamilienhaus – und zeigt deren Stärken und Schwächen anhand verschiedener Parameter auf. Es wurden einige Softwarelösungen für sich betrachtet und auch gemischt verwendet. Dabei wurden speziell acht Workflows getestet, welche sich anhand der verschiedenen Softwarezusammensetzungen ergaben. Der Vergleich geschah anhand einer Fallstudie, bei der Matthias Kriegler alle acht Workflows selbst getestet und ausgewertet hat. Die Bewertung beinhaltete dabei Kriterien wie die Anzahl der benötigten Programme, deren Kosten, der Zeitaufwand, die Genauigkeit als auch die Benutzerfreundlichkeit des jeweiligen Workflows.

Keiner der dabei untersuchten Workflows konnte als optimal bezeichnet werden, da alle je nach herangezogenen Bewertungskriterien ihre Stärken und Schwächen aufwiesen.(Kriegler 2023, 117)

Im Vergleich der gerade beschriebenen Arbeit von Matthias Kriegler mit der Vorliegenden ist zu sagen, dass sich beide mit einem zwar ähnlichen Thema, aber in verschiedener Art beschäftigen. So werden in der vorliegenden Arbeit nicht spezielle Workflows anhand von genau definierten Softwareprodukten bearbeitet, sondern an einer allgemeiner gehaltenen Workflowdarstellung gearbeitet. Diese soll einen Projekt- und Objektunabhängigeren Zugang darstellen und diesen mittels des Leitfadens für Scan-to-BIM als Hilfestellung wiedergeben.

Trotzdem zeigen sich anhand der Ergebnisse der beiden Arbeiten einige interessante Vergleiche. Zum Beispiel geht aus beiden Arbeiten hervor, dass es keinen universell optimalen Workflow gibt, sondern dieser stark abhängig von den

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

jeweiligen Projektgegebenheiten ist. Ebenso spielen auch vorhandene Softwarepakete und Softwarekenntnisse eine große Rolle. Auch wichtig beim Thema Software, die Benutzerfreundlichkeit ist oft nicht direkt vom Programm selbst sondern von der Interaktion von Programmen, also dem Import und Export von Daten abhängig. Nötige Genauigkeiten bei der Aufnahme von Baubestand sind durch präzise Laser grundsätzlich gegeben, aber auch immer Projektspezifisch wie genau aufgenommen wird. In beiden Arbeiten wurde gezeigt dass die aktuellen Entwicklungen der Programme vielversprechend sind, auch wenn manche Schnittstellen noch etwas fehleranfällig agieren. Ebenso geht aus den beiden Arbeiten hervor, dass die Punktwolkenverarbeitung und Modellierung einen erheblichen manuellen Zeitaufwand benötigt, welcher aber zukünftig durch intelligente Software automatisiert oder semiautomatisiert werden könnte.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Literaturverzeichnis

ACE, Research commissioned by: The Architects' Council of Europe & Research undertaken by: Mirza & Nacey Research. „The Architectural Profession in Europe." *The Architectural Profession in Europe - 2022 Sector Study.* FEBRUARY 2023.

Austrian Standards. 2021. https://www.austrian-standards.at/ (Zugriff am 2021).

BIMpedia. 2021. https://www.bimpedia.eu/artikel/1003-bim-level-entwicklungsstufen-der-bim-methode (Zugriff am 10. 12 2021).

Blankenbach, Jörg. „Bauwerksvermessung für BIM." In *Building Information Modeling*, von André Borrmann, Markus König, Christian Koch und Jakob Beetz, 591. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015.

Borrmann, André, Christian Koch, Markus König, und Jakob Beetz. *Building Information Modeling.* Wiesbaden: Springer, 2015.

Costin, Aaron, Nipesh Pradhananga, und Jochen Teizer. „Leveraging passive RFID technology for construction resource field mobility and status monitoring in a high-rise renovation project." *Automation in Construction 24*, 2012.

Donath, Dirk. *Bauaufnahme und Planung im Bestand.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2008.

Döring, Nicola, und Jürgen Bortz. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften.* Berlin: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2016.

drone-zone. *drone-zone.* 2020. https://www.drone-zone.de/videogrammetrie-3d-modelle-einfache-mit-videos-und-drohnen-erstellen/ (Zugriff am 16. 12 2021).

ebd. „Abkürzung ebenda, Verweis auf die davor genannte Quelle."

Ehm, Markus, und Christian Hesse. „3D-Laserscanning zur Erfassung von Gebäuden – Building Information Modeling (BIM)." *Die Bautechnik, Vol.91 (4)*, 2014: 243-250.

Fellendorf, Martin, und Detlef Heck. *1. Grazer BIM-Tagung : BIM - Werkzeug zur Optimierung der Planungs- und Bauprozesse.* Graz: Verl. der Techn. Univ. Graz, 2014.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Gläser, Jochen, und Grit Laudel. *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften Wiesbaden, 2004.

Goger, Gerald, Melanie Piskernik, und Harald Urban. *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen.* Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2018.

Hemmerling, Marco, und Boris Bähre. *Informierte Architektur: Building Information Modelling Für Die Architekturpraxis.* Basel: Birkhäuser, 2020.

Honic, Meliha, et al. *SCI_BIM: Scanning and data capturing for Integrated Resources and Energy Assessment using Building Information Modelling.* Wien: Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), 2020.

Jehle, Peter, Stefan Seyffert, Steffi Wagner, und Nikolai Michailenko. „Das intelligente Bauteil im integrierten Gebäudemodell – Pilotprojekt zur Anwendung der RFID-Technologie in Bauteilen." *rfid_tagungsband_2011.* Dresden, 2011.

Kovacic, Iva, et al. *Prozess-Design für den „Building Information Modeling" (BIM) basierten, materiellen Gebäudepass - BIMaterial.* Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2018.

Kriegler, Matthias. „Diplomarbeit: Effiziente Workflows zur Erstellung von BIM-Modellen auf Basis von Punktwolken." Wien, 2023.

Kruse, Jan. *Qualitative Interviewforschung ein integrativer Ansatz.* Weinheim und Basel: Beltz Juventa, 2014.

Kultusministerkonferenz. *Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der KMK für den berufsbezogenen Unterricht und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (via Wikipedia, 2018).* Handreichung, Berlin: Kultusministerkonferenz (KMK), Sekretariat der Kultusministerkonferenz, 1995.

modal gmbh + co kg. *modal.de.* 2018. https://www.modal.de/wissensdatenbank/technikklauseln/ (Zugriff am 20. 3 2018).

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

„ÖNORM A 6241-1.“ *Digitale Bauwerksdokumentation Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) — Level 2.* Wien: Austrian Standards Institute, 2015.

„ÖNORM A 6241-2.“ *Digitale Bauwerksdokumentation Teil 2: Building Information Modeling (BIM) — Level 3-iBIM.* Wien: Austrian Standards Institute, 2015.

Pfeiffer, Franziska. „Scribbr - Eine Fallstudie in 5 Schritten durchführen.“ *Scribbr.* 06. 12 2021. https://www.scribbr.de/methodik/fallstudie/ (Zugriff am 25. 07 2022).

Reisinger, Hubert, Heinz Buschmann, Birgit Walter, Roberta Lixia, und Hans Daxbeck. *GEBÄUDEPASS - Erarbeitung von Grundlagen für die Standardisierung von Gebäudepässen als Gebäudematerialinformationssystem.* Wien: Umweltbundesamt GmbH, 2014.

Scherer, Raimar J., und Peter Katranuschkov. „BIMification: How to create and use BIM for retrofitting.“ *Advanced Engineering Informatics 38*, 2018.

Tautschnig, Arnold, Georg Fröch, und Werner Gächter. *Österreichischer BIM-Bericht 2017.* Innsbruck: STUDIA Universitätsverlag, 2017.

Volk, Rebekka, Julian Stengel, und Frank Schultmann. „Building Information Modeling (BIM) for existing buildings.“ *Automation in Construction 38 (2014) 109–127*, 2013.

Wang, Chao, Yong K. Cho, und Changwan Kim. „Automatic BIM component extraction from point clouds of existing buildings for sustainability applications.“ *Automation in Construction 56*, 2015.

Xianbo, Zhao. „A scientometric review of global BIM research: Analysis and visualization.“ *Automation in Construction 80*, 2017: 1.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsmethodik, Vorgehensweise bei der Diplomarbeit, eigene Darstellung 10
Abbildung 2: Prinzip der qualitativen Inhaltsanalyse; Gläser & Laudel 2004, S. 194 18
Abbildung 3: BIM beruht auf der durchgängigen Nutzung und verlustfreien Weitergabe eines digitalen Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus, Borrmann, et al. 2015 20
Abbildung 4: Informationverlust aufgrund von Unterbrechungen im konventionellen Arbeitsverlauf im Vergleich zu BIM-basierten Prozessen; Hemmerling und Bähre 2020 21
Abbildung 5: Übersicht zur BIM Implementierung in Europa, Stand 2021; Johannes Heinrich, PlanRadar 22
Abbildung 6: little versus big BIM und closed versus open BIM, Hemmerling und Bähre 2020 24
Abbildung 7: BIM-Levels mit steigender Komplexität und wachsendem Integrationsgrad, Hemmerling und Bähre 2020 26
Abbildung 8: BIM Generierungsprozess für Neubauten und Bestandgebäude; Übersetzung von Volk et al 2013 27
Abbildung 9: Systematische Übersicht der Methoden zur Gebäudevermessung und Datenerfassung; Übersetzung von Volk et al 2013 30
Abbildung 10: Festpunktnetz für das Aufmaß eines Gebäudes; Blankenbach, 2015, S. 346 31
Abbildung 11: Messung von raumbestimmenden Strecken (Länge, Breite und Diagonale); 33
Abbildung 12: Tachymetrische Vermessung im Innenraum; Blankenbach, 2015, S. 350 34
Abbildung 13: Bildverband für Mehrbildauswertung; Blankenbach, 2015 37
Abbildung 14: Photogrammetrische Softwarebeispiel PHIDIAS; Blankenbach, 2015 38
Abbildung 15: Terrestrisches Laserscanning; Blankenbach, 2015 40
Abbildung 16: Wireless RFID System; Costin, Pradhananga und Teizer, 2012 42
Abbildung 17: Flowchart der entwickelten Methode zur automatischen Modellerstellung, Wang et al., 2015 43
Abbildung 18: Reduktion der Messpunkte, Wang et al. 2015 44

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abbildung 19: Flächenerkennung durch errechnete Punktecluster, Wang et al., 2015 45
Abbildung 20: Äußere und Innere Grenzerkennung, Wang et al., 2015 46
Abbildung 21: Außenwanderkennung inkl. Öffnungen. (a) Frontal-. (b) Seitenansicht, Wang et al., 2015 47
Abbildung 22: : Wand- und Dachklassifizierung, Wang et al., 2015 47
Abbildung 23: Bsp. Testergebnis(a) Rohdaten; (b) Segmentierte Punktecluster; (c) Erkannte Flächen und Kanten; (d) Geometrieanpassung; sowie (e) entstandenes Modell, Wang et al., 2015 48
Abbildung 24: Grundidee des Gebäudepasses, Reisinger et al, 2014 49
Abbildung 25: Methode für die Erstellung eines semi-automatisierten MGP, Kovacic et al, 2019 50
Abbildung 26: Workflow für die Generierung des MGP, Honic et al, 2020 51
Abbildung 27: Workflow Bestandsaufnahme Standard Laserscan; Eigene Darstellung 81
Abbildung 28: Workflow Bestandsaufnahme Flexijet; Eigene Darstellung 83
Abbildung 29: Schaubild Modellierung Fallstudie; Eigene Darstellung 84
Abbildung 30: Workflow Fallstudie; Eigene Darstellung 86
Abbildung 31: Ausgerichtete Punktwolke im PointCab, Draufsicht; Eigene Darstellung 87
Abbildung 32: Ausgerichtete Punktwolke im PointCab, Ansicht; Eigene Darstellung 87
Abbildung 33: Punktwolke mit Schnittlinien im PointCab, Ansicht; Eigene Darstellung 88
Abbildung 34: Punktwolke mit Schnittlinien im PointCab, Ansicht; Eigene Darstellung 88
Abbildung 35: Beispielschnittbild Z-Achse; Eigene Darstellung 89
Abbildung 36: Beispielschnittbild X-Achse; Eigene Darstellung 89
Abbildung 37: Beispielschnittbild Y-Achse; Eigene Darstellung 89
Abbildung 38: Grundriss Gesamtmodell mit Bereichseinteilung; Eigene Darstellung 90
Abbildung 39: Schnitt durch kleine Halle und Bürotrakt; Eigene Darstellung 91
Abbildung 40: Modellausschnitt Büroraum mit Scan im Hintergrund; Eigene Darstellung 91
Abbildung 41: Schaubild Große Halle; Eigene Darstellung 92
Abbildung 42: Gesamtmodell nach Import in Solibri; Eigene Darstellung 93

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Abbildung 43: Modellstruktur in Solibri; Eigene Darstellung 93
Abbildung 44: Aufnahmemethoden BIM-Vermessung; Vortrag DI Hanns H. Schubert 2015 96
Abbildung 45: Leitfadenphasen BIM im Bestand, Eigene Darstellung 100
Abbildung 46: Vergleich Ist-Stand und Verbessungspotentiale, Eigene Darstellung 106

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschiedlichen Verfahren der tachymetrischen Geometrieerstellung; Donath, 2008, S. 71 35
Tab. 2: Übersicht Interviews, Eigene Darstellung 57
Tabelle 3: Stundendokumentation Modellierung Fallstudie; Eigene Darstellung 85

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Anhang

Interviewauswertung: Extraktionsergebnisse

Allgemeines

Was ist ihr Fachgebiet und hauptsächlicher Tätigkeitsbereich?

- wir Architekten(A1)
- Sanierung und Altbau und Altbauadaptierungen. Zinshäuser.(A3)
- Mein Fachgebiet ist Vermessungswesen.(B1)
- Erstellung von Gebäudebestandsplänen, aber wir machen auch sehr viele Außenbereichspläne von Grundstücken und Straßenverkehrswegen.(B2)
- gemeinsam mit Lösungspartnern Facilitymanagement Projekte. (B3)
- Im Bereich von BIM haben wir gemeinsam mit dem Zivilingenieur für Bauwesen Prof. DI [Name des Geschäftspartners] die Plattform [Name der gemeinsamen Plattform] gegründet. (B4)
- erzeugen jetzt gemeinsam 3-D BIM-Gebäudemodelle. (B5)
- Mein Zuständigkeitsbereich hier bei A-Null ist ArchiCAD als Produkt, ArchiPHYSIK für Energieausweisberechnung, ArchiAVA für Ausschreibungen und auch die Vermessungsgeräte. (C1)
- Schulung bei den Kunden – Einschulung für den Umgangsbereich mit ArchiCAD – Einbringung ins CAD, was die Bauaufnahme betrifft und auch die Betreuung der Kunden, wie Verkaufsgespräche und Präsentationen. (C2)
- Ingenieurkonsultanten für Vermessungswesen mit mehreren Fachbereichen, wie z.B. die klassischen Teilungspläne, Katastervermessungen, Vermessungen im Bau, Absteckungen, Photogrammmetrie, 3D-Stadtmodelle, Datenvisualisierungen, Datenmanagement, Bildverarbeitung mit Drohneneinsatz, Laserscanning, Tunnelvermessungen, Brückenvermessungen.(D1)
- decken also das ganze Gebiet des Vermessungswesens(D2)

Wie viele Mitarbeiter sind in ihrem Büro beschäftigt?

- 7, 2 Geschäftsführer und 5 Angestellte. Kleines Team, aber alle Akademiker.(A4)
- 45(B6)
- 10 Mitarbeiter sowie einige freie Mitarbeiter wie Studenten. (C3)
- um die 50. (D3)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Welche Art von Gebäude wird hauptsächlich bearbeitet? (Wohn-/ Industriebau …)

- Das Zinshaus oder ein Grundstück wo einmal das Zinshaus war. (A5)
- sämtliche Gebäudearten und Gebäudegrößen(B7)
- BIM, wobei ich dazu sagen muss, es sind derzeit ohnehin nur ca. 10% aller Anfragen, 90% sind die klassischen Grundrisse, Schnitte, Ansichten(B8)
- von einem kleinen Einfamilienhaus gehen, wir machen auch viele historische Gebäude wie Kirchen, Theater, öffentliche Gebäude.(B9)
- in Wien in der näheren Umgebung eher die Mehrfamilienwohnhäuser bzw. Zinshäuser. Aber auch schon einige Industriebauten sowie einen Auftrag für Sakralbauten. (C4)
- Hauptsächlich aber Mehrfamilienwohnhäuser wie Dachbodenausbau, Sockelsanierung und Wohnungsumbauten, vor allem deshalb, weil die Bestandspläne hier nicht so eruiert werden können bzw. veraltet sind und nicht mehr aufliegen. (C5)
- Alles was im Bestand aufgenommen werden muss. (D4)
- Und bei Neubauprojekten die Kontrolle(D5)

Wer sind dabei die Auftraggeber?

- private Investoren. Familien oder Firmen.(A6)
- Immobilienkonzerne, die BIG, dann Private, Architekten, große Architekturbüros(B11)
- Baumeister. Also eigentlich alle, die aus altem neues machen. Also auch Wirtschaftsagenturen, Baugenossenschaften. (B12)
- Das sind Architekten selbst, die die Planung dann durchführen werden, die aber keinen Bestandsplan haben. (C6)
- Private und öffentliche Auftraggeber im Verhältnis 50:50. (D6)

Wie viele Projektbeteiligte gibt es in der Regel?

- unterschiedlich, kann einer sein oder mehrere(A7)
- BIM–Projekt machen ist es bei uns so, wir sind drei Geschäftsführer, wir haben auch die Aufgaben geteilt. (B13)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

- Diplomingenieur [Name eines Geschäftsführers], der die Leitung dessen hat. Dann haben wir einen langjährigen Mitarbeiter, den Herrn [Name Mitarbeiter], der sich das Projekt dann näher anschaut, auch um den Aufwand festzustellen und um auch die Kalkulation(B14)
- auch in die technischen Details eingeweiht ist. Dann machen die beiden zusammen das Angebot(B15)
- dann geht eine Partie von uns hinaus. Entweder einer alleine oder zu zweit, je nachdem was für Aufgabenstellungen es sind, auch die Frage natürlich nach der Messtechnik, welche Art der Messtechnik das ist. (B16)
- Im Idealfall ist es eine und dieselbe Person, die den Scan aufnimmt und dann auch die Stationierung des Scan vornimmt und die Verarbeitung in ArchiCAD durchführt.
- Manche Projekte werden aber an Planungspartner weitergegeben, wo zwischen 1 bis 3 Personen involviert sein können. (C7)
- 2 Büros daran beteiligt. (zwischen 2-4 Personen)
- Abhängig vom Auftraggeber und von der Größe des Projekts(C8)
- Wenn es ein FlexiJet oder Archimeter ist, jenes Aufmaßsystem, dass man vor Ort direkt in den Laptop in ArchiCAD einmisst. D. h. man zeichnet dann gleich vor Ort, meistens ist eine Person am Projekt involviert. (C9)
- Wir versuchen in der Regel, dass die Person die vor Ort auswertet, sprich den Laserscan durchführt, sich auch um die Erstellung des BIM-Modells kümmert. Da wenn man vor Ort ist auch den Vorteil hat, dass man weiß wie die Lage vor Ort aussieht, und das ist ein Vorteil bei der Konstruktion. (D7)
- Max. 5 Personen pro Projekt. (D8)

Welche Schnittstellen gibt es intern?

- Das versuchen wir zu vermeiden. Manchmal arrangieren wir uns im Projekt so, d.h. wir teilen uns ein Projekt so wie wir es gerade brauche. (A8)
- Im Idealfall ist es eine und dieselbe Person, die den Scan aufnimmt und dann auch die Stationierung des Scan vornimmt und die Verarbeitung in ArchiCAD durchführt.
- abhängig von der Auftragslage. Im besten Fall ist natürlich durchgehend. (D9)
- Projekte, die sich etwas verzögern. Oft ist das Thema, gerade bei der Vermessung, man kann nicht alles auf einmal vermessen, d.h. man macht das Ganze in mehreren Abschnitten, z.B. wenn bei Wohnungen manche Bereiche nicht zugänglich sind. (D10)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Mit welcher Software wird gearbeitet?

- Wir haben zwei Software-Pakete evaluiert – das Revit und das ArchiCAD.(A2)
- Das ArchiCAD hat eine easy-cheesy (engl. ugs. einfache) Oberfläche(A2.1)
- immer ein Schnittstellenproblem und das ist eine Sache, die beispielweise wir grundsätzlich so machen, dass wir mit unseren Auftraggebern über das Zielsystem reden. (B17)
- Revit, Allplan, ArchiCAD. Das sind die Gängigen bei uns. (B18)
- Nur marginal mit BIM-Software-Lösungen gearbeitet. Wir haben ArchiCAD, Revit, usw. (B23)
- Mit verschiedensten Software-Lösungen. Mit ArchiCAD dann, wenn wir mit FlexiJet vermessen. FlexiJet ist ein Vermessungssystem, wo ich kleinräumig sehr gut und schnell die Räume in 3D erfassen kann. Hat aber seine Grenzen und daher kombinieren wir FlexiJet bei größeren Gebäuden immer mit Theodolit-Messung.(B24)
- Bei dieser haben wir unsere Vermessungssoftware aber wir haben auch TachyCAD, das ist eine Vermessungssoftware, bei der ich auf AutoCAD-Basis 3D-Modelle bekomme. TachyCAD oder mit ArchiCAD. Bei der Vermessung arbeiten wir dann viel mit Laser-Scan. Es entstehen nun immer mehr Programme, die einen Übergang der Messgeräte in die BIM-Software-Lösungen ermöglichen, z.B. auch Allplan. (B25)
- ifc-Schnittstelle bedient werden kann, und diese ist noch bei weitem nicht so weit, dass man alles hinein geben kann. (B26)
- PointCab for BIM oder Points of BIM. Diese können diese ls-Project-Dateien aufmachen und es entsteht dann ein Panoramabild und man kann dann 360° im Raum blicken und an diesem Raum nachzeichnen(C15)
- Von der Faro Software ist dann die Scene Software, die verarbeitet einmal die Rohdaten vom 3-D-Scanner. Das ist dann eine Faro-Laserscan-Projektdatei (.ls Project Datei). Die machen die CADs nicht automatisch auf. (C11)
- für die CADs für ArchiCAD eine extra Punktwolke exportiert. Die kann dann das Dateiformat E57 haben. Oder es kann dann dazwischen noch eine andere Software, die die Scan-Projektdaten von Faro besonders aufbereitet für CAD.(C12)
- Es gibt da eigene optimierte Programme von Punktwolken. Diese können eine ls-Projekt Datei direkt öffnen und verarbeiten, (C13)
- Man zeichnet dann diese Punktwolke direkt nach. (C14)
- Die Punkte selbst dann nicht mehr. Die Punkte dienen um die Koordinaten von dem Element zu haben. (C17)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

- Mit dem PointCab kann man z. B. einen 3 Zentimeter-Schnitt durch die Punktwolke machen – vektorisiert. Diesen vektorisierten Schnitt holt man dann in CAD hinein.(C18)
- Es gibt zwar Points for BIM für andere CAD-Formate, die heißen dann aber anders.
- Points for BIM ist für ArchiCAD.
- PointCab kann für andere CADs verwendet werden, z. B. für Revit. (C22)
- Mit allen Gängigen: Revit, ArchiCAD, Nemetschek, PointCab. (D11)

Mit welchen Datenformaten wird gearbeitet?

- dwg, dfx, ArchiCAD und wir können auch die ifc-Schnittstelle bedienen. Also die gängigen Datenformate. Wir verwenden aber auch Laser-Punktwolken. (B27)
- Die Punktwolkenverarbeitung haben ihre eigenen Dateiformate. Kann man nicht 1:1 einlesen. Diese Scan-Daten werden vom Scanner hergestellt und dann mit einer Scanner-Software verarbeitet. (C10)
- Faro-Laserscan-Projektdatei LS (C11)
- abhängig vom Auftraggeber. (D12)
- Bei ArchiCAD ist es PLA, bei Revit RVT oder IFC. (D12-1)

Wie werden die Daten weitergegeben? (IFC)

- Nein, weil das so kaum wer anderer lesen kann. (A9)
- Wir haben große Probleme, wir haben z. B. keine funktionierenden Schnittstellen zu den Statikern(A10)
- Es fehlt dazu eine ordentliche Norm(A11)
- Hersteller der großen CAD-Systeme auf eine Datennorm einigen(A12)
- Ja, Allplan mit IFC. (B28)
- Oder es wird gesagt, welches Endformat er haben möchte. (B72)
- Datenträger. (B29)
- TGA-Branche (Technische Gebäude Ausrüstung) dabei. Die haben gesagt, dass sie bei ihren ganzen Heizungs-, Klima- und Lüftungsprojekten mit bewährten Programmen arbeiten. Sie sagen wenn wir mit BIM arbeiten müssen, ist das ein Rückschritt (B31)
- Haustechnik leidet extrem darunter, dass sie sich extern extrem weiterentwickelt hat und dann neu integriert werden soll. Das funktioniert dann meisten so, dass hier der

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Architekt die Grobplanung macht, dann gibt es das weiter im BIM-Modell an den TGA-Techniker, dieser macht dann seine Planung, schickt es dann wieder zurück zum Architekten und dieser muss es sich dann in sein BIM einarbeiten. Noch sehr viel Handarbeit. (B32)

- IFC kommt dann auf der anderen Seite des CAD, wenn das CAD-Modell gezeichnet wurde, dann kann man das auf ifc exportieren. (C19)
- IFC hat dann diese Deklarationen – was sind Wände, was sind Decken, was sind Fenster und auch die besonderen Eigenschaften dieser, z. B. dreiflügelige Fenster, bestimmte Materialien, etc. (C20)
- Zur Zusammenfassung:

  Scanner – der die Rohdaten hat

  Scan-Software – die diese Rohdaten verarbeitet

  Scan-Daten – im Zwischenformat wie PointCab oder Points for BIM in CAD aufbereiten lassen oder von den Scan-Daten eine Punktwolke erstellen und diese Punktwolke ins CAD importieren. Dann verarbeiten – Wände und Decken daraus machen und dann kommt danach IFC.

  IFC -Übergabe oder ifc zum Modell überprüfen. (C21)

- An ArchiCAD Kunden eher im PLA-Format, IFC eher selten. Meistens liefern wir PLA-Format oder Revit RVT. (D13)

Gibt es dabei Probleme beim Export und Import in andere Software?

- Es gibt keinen Import und Export ohne Probleme. (A13)
- Ja, die gibt es. Hat verschiedene Gründe. Erstens dass die Software-Lösungen noch etwas schwierig sind. (B30)
- Mit BIM werden alle ins kalte Wasser geschmissen und müssen schwimmen lernen. Aber das größte Problem von BIM ist dieses Schnittstellenproblem. (B33)
- Bei IFC kann es sein, dass die Software etwas anderes interpretiert als gemeint war. In der Regel klappt es aber meistens. (C23)
- Bei ArchiCAD ist das Problem der verschiedensten Versionen. (D14)
- Zwischen den unterschiedlichen Herstellern ArchiCAD und Revit ist auch ein Problem. Das IFC übernimmt nicht alle Daten. (D15)
- Das nächste Problem bei ArchiCAD ist, dass nur geringe Datenmengen/Punktwolken dargestellt werden können. (D16)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie funktioniert die Abrechnung? (Nach Aufwand / nach Gebäudevolumen)

- Es kommt darauf an. (A14)
- Als ganz grobe Schätzung € 3,00 bis 5,00/m², ohne dass spezielle Materialen drinnen habe. (B53)
- Bei den Preisen spielen viele Dinge mit, an die man nicht denkt. So spielen z. B. nicht nur die Entfernung zum Gebäude sondern auch die Betretbarkeit des Gebäudes. (B57)
- Z. B. beim Gefängnis(B58)
- Wir nehmen sehr gerne die Bruttoflächen her und dann den gewünschten Detaillierungsgrad, der gewünscht ist. Es wird dann ein m²-Preis berechnet. (C24)
- 3D-Aufmass ist etwas teurer als ein 2D-Aufmass. Der Vorteil liegt aber darin, dass man sich die Schnitte legen(C25)
- Eigentlich immer nach dem m²-Preis.
- Und wenn es wirklich nicht abschätzbar ist, z.B. im Anlagenbau, dann auf Stundenbasis. (D17)
- von € 2,00 bis € 12,00 pro m².(D18)

Erhebung Geometrie und Gebäudedaten

Wie wird die Geometrie erhoben?

- Wir lassen es in Wirklichkeit vom Geometer vermessen. (A15)
- Also was ich nicht vom Geometer nehme, sind die BIM-Modelle, denn der Geometer liefert mir Rohdaten-BIM-Modelle, denn Geometer kennen sich mit Bautechnik nicht wirklich aus. Es gibt so viele Modelle, die so verkorkst sind. Man muss so viel Detailwissen haben, wo ich die Wände wirklich aufstelle und ich muss als Architekt die Entscheidung treffen, ob ich 2 cm Abweichung über eine vertikale Wand als Abweichung anerkenne oder als Bautoleranz in den Plan hineinschreibe und die Wände übereinander stelle. (A16)
- Auch wenn ich weiß, dass der Putz auf der einen Seite vielleicht 2 cm und auf der anderen Seite 1,5 cm konisch auseinander geht. Der Gedanke hinter der Wand war, eine gerade Wand und nicht die tatsächlich gebogene Form. (A40)
- Rollmaßband (z. B. Sanitäranlage), wir messen mit dem Disto, wir haben Vermessungstotalstationen, wir messen mit dem FlexiJet, einer Messmaschine, die

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

direkt in das ArchiCAD hinein vermessen kann. Das TachyCAD, diese Software, wo man mit Spezial-Lasertheodoliten räumlich gleich draußen vor Ort konstruieren kann, da messe ich 1-2 Punkte am Boden und ein paar Punkte an der Wand, der rechnet sich und verschneidet sich das mit den Kanten. Das ist also eine echte 3D Vermessung. Dann haben wir verschieden Laserscanner, (B34)

- Draußen verwenden wir viel GPS, und zwar präzises und differentielles, da können wir Genauigkeiten bis zum Zentimeter und mit langwierigen Methoden auch genauer(B35)
- Oft werden verschiedene Methoden kombiniert und die Basis vom Ganzen ist immer der Theodolit wegen der Fehlerfortpflanzung. (B36)
- Allerdings glaube ich, dass in zehn oder zwanzig Jahren höchstens, dass die Software so weit verbreitet ist und dass die Leute so gut geschult sind, dass es eine Selbstverständlichkeit ist, mit BIM zu planen und zu bauen. Die Ergebnisse der Planung auch über automatische Theodoliten in der Natur zu übertragen. Das heißt ich stell mir draußen einen Theodoliten hin, schau ein paar Punkte an damit ich mir mit ins System hinein referenzieren kann und dann setz ich mir den Laserstrahl wo der Gebäudeeckpunkt ist oder wo diese Stütze zu stehen kommt usw., ist aber erst am Anfang. (B37)
- Fehlerquellen beim falschen Vermessen. Warum sind so viele Aufmaßpläne falsch? Weil hier einfach Leute arbeiten, die nie vermessen gelernt haben. (B40)
- Räume, die rechtwinkelig aussehen sind rechtwinkelig. Für Räume, die nicht rechtwinkelig sind reichen 2 Diagonalen. Georeferenzierung ist überflüssig. D.h. in ein spannungsfreies System reinzubringen. Es wissen die wenigsten, was da für Fehler passieren können. (B41)
- Benachbarte Räume die aussehen, wie auf demselben Höhenniveau sind auf demselben Höhenniveau – Stimmt nicht! (B42)
- Außenwände sind tragende Wände, alle die übereinander stehen, Außenwände stehen übereinander – stimmt nicht! (B43)
- Größter Fehler: Laser-Disto misst auf mm genau, deshalb sind alle Messergebnisse richtig – stimmt nicht! (B44)
- Der größte Kardinalfehler, wenn man nur mit einem Disto misst ohne 100% Vermessungsfähigkeiten zu haben. (B45)
- Von jedem Standpunkt habe ich dann eine Punktwolke. Diese Punktwolken muss ich dann referenzieren, d.h. um sie in ein System hinein zu bringen, muss ich hier Kugeln aufstellen bzw. mach ich Marken, die ich hin klebe, wo sich der Scanner daran orientiert. Diese müssen vorher mit Theodoliten ein gemessen werden. Dann habe

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ich die Punktwolken – Scan 1, Scan 2, Scan 3 usw., die schmeiße ich in einen Cluster hinein und dann werden sie referenziert, (B60)

- 2 Varianten:

  - 3D-Aufmass mit dem Laser-Scanner um eine Punktwolke zu erstellen. Gerät wird in den Raum gestellt, dreht sich dann und je nach gewünschter Punktwolkendichte (4 bis 15 Minuten), wird pro Raum gemacht.

  - Variante mit dem Flexijet. Da wird dann direkt vor Ort gezeichnet. Ein Flexijet mit einem Dreibein mit einem beweglichen Display oben drauf und einem Laptop. Beide sind dann über Bluetooth miteinander verbunden. (C26)

- Das ist abhängig von der Aufnahmesituation(D19)

Mit welchen Geräten wird gearbeitet?

- Gar nicht. Geometer vielleicht einem 3-D Laserscanner. (A17)
- Rollmaßband (z. B. Sanitäranlage), wir messen mit dem Disto, wir haben Vermessungstotalstationen, wir messen mit dem FlexiJet, einer Messmaschine, die direkt in das ArchiCAD hinein vermessen kann. Das TachyCAD, diese Software, wo man mit Spezial-Lasertheodoliten räumlich gleich draußen vor Ort konstruieren kann, da messe ich 1-2 Punkte am Boden und ein paar Punkte an der Wand, der rechnet sich und verschneidet sich das mit den Kanten. Das ist also eine echte 3D Vermessung. Dann haben wir verschieden Laserscanner, (B34)
- 2 Varianten:
- - 3D-Aufmass mit dem Laser-Scanner um eine Punktwolke zu erstellen. Gerät wird in den Raum gestellt, dreht sich dann und je nach gewünschter Punktwolkendichte (4 bis 15 Minuten), wird pro Raum gemacht.
- - Variante mit dem Flexijet. Da wird dann direkt vor Ort gezeichnet. Ein Flexijet mit einem Dreibein mit einem beweglichen Display oben drauf und einem Laptop. Beide sind dann über Bluetooth miteinander verbunden. (C26)
- Terrestrischer Laser-Scanner und Handheld-Systeme. (D20)

Wie genau ist die Bestandsaufnahme?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

- Keine Wand ist wirklich senkrecht, keine Wand ist wirklich eine durchgehende Fläche, es ist eher so eine bucklige Oberfläche. Das ist halt mit der Hand verputzt worden. (A18)
- Man muss mit der Software wirklich wissen, wie ich am Schnellsten zu einem Ergebnis komme. (A19)
- Zentimeter reichen. Mit dem Laser können sie punktgenau messen, (A20)
- etwa bei 2 – 3cm. In der Norm ist 1cm vorgeschrieben, aber die Bauausführungsgenauigkeit ist in der Regel 2- 3cm. D.h. dass eine Wand nicht immer genau lotrecht oder gerade ist (z. B. Schalung). Man idealisiert daher etwas. (B46)
- Spezialbauten, beispielsweise reine Stahlskelett-Bauten, ist es etwas genauer. Aber bei Beton (Hartbeton) sind es einfach 1 – 3cm. Hier ist das Problem, dass es zu unterschiedlich dicken Wänden kommen kann (auf einer Stelle 23 cm auf einer anderen 25 cm)(B47)
- BIM Planer gegebenenfalls in einem Toleranzbereich von 1,2,3 cm diese Wand parallel machen(B48)
- im mm-Bereich. (C27)
- Genauigkeit der Auflösung ist der Handheld-Scanner zwar ein bisschen weniger als der Laser-Scanner(D21)
- Abhängig vom Kunden – der Laser-Scanner liegt ja bei einer Genauigkeit von 1 mm.(D22)
- 1-2 cm ist die Genauigkeit, die man erreicht. (D23)

Wie lange dauert die Bestandsaufnahme?

- Geometer braucht ein paar Tage und wir brauchen 2-3 Wochen. (A21)
- Hängt von der Größe ab, einige, wenige Wochen. (B51)
- Gerade bei einem Wiener Zinshaus ist ein wesentliches Problem die Zugänglichkeit und die Struktur der Räume, die sind oft zu klein. (B52)
- z.B. bei einem 2.000 m² Haus – 4-5 Tage, die gesamte Bestandsaufnahme würde in einer Woche fertig sein. 1 ½ Tage mit dem Scanner vor Ort, 2-3 Tage wird dann gezeichnet. (C28)
- Bei einem Einfamilienhaus – 300 m² - ca. 3 Tage. (C29)
- 1 Scan braucht ca. 2 Minuten in, Farbe ca. 2 ½ oder ohne Farbe 1 ½ Minuten.
- Und pro Tag schafft man so ein paar Hundert Scans. (D24)
- Mit Handheld-System funktioniert das schneller. (D25)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Welche Arbeitsschritte gibt es?

- Einerseits geht man vom baurechtlichen Konsens aus, beim baurechtlichen Konsens gibt es die Einreichung und die Änderungen, und dann gibt es auch noch den gebauten Konsens, und auf dem basieren dann die wirklichen Baupläne. (A22)
- Vermessen – rein schauen – Plan zeichnen – und dann der bautechnische Konsens(A23)
- wenn es dann ein 3D BIM-Gebäude-Modell sein soll ist meistens das schon so, dass wir bei der ersten Begehung den Auftraggeber, der dann weiter mit unseren Daten arbeiten muss, einladen, dass er mit uns das begeht worauf er besonderen Wert legt. Weil wir wissen ja nicht bei jedem Refurbishment, was eigentlich Sache ist. (B19)
- Es geht von der einfachen Pinselsanierung, das heißt, dass eigentlich nur ausgemalt wird bis zu dem das halt ein paar Kleinigkeiten ausgebessert werden, bis zu dem, dass ganze Wände umgelegt werden. (B20)
- kann in einem Gebäude auch sein dass er an verschiedenen Stellen ganz verschiedene Sachen braucht weil nur ein Teil des Gebäudes abgetragen wird. Ein Teil wird abgetragen, ein Teil wird generalsaniert und beim dritten Teil lässt man es so wie es ist. Es heißt, dass man hier generell die Ganzheit der Planung als Bestandserfasser begreifen soll, (B21)
- jemand von uns und ein Kollege von den Bautechnikern und meistens der Projektant damit man sich anschaut, was die brauchen und der sagt dann beispielweise: „Bitte dort oben, da bei der Stiege, da müssen wir gravierend was ändern. Nehmt mir das bitte ganz detailliert ab, da brauchts die Materialen usw. aber da herunten, bei den 500 m2 tun wir eigentlich nur den Boden auswechseln.“ Also das ist genau das, was man wissen muss, wo muss ich was aufnehmen. (B22)
- neues Projekt, wird es zu nächst besprochen. Zielsystem ist ganz wichtig. Erster Schritt ist, dass man sich Bestandspläne besorgt. (B54)
- Dann bereite ich strategisch den Außendienst vor. Davor habe ich natürlich schon bei der Angebotslegung diverse Dinge heruntergeladen wie Kataster, Google Maps, Pläne(B55)
- Beim Außendienst muss man darauf schauen, ob alle Voraussetzungen gegeben sind, die man braucht. Die Zugänglichkeit, die Beleuchtung, usw. (B56)
- vorbereiten welche Fixpunkte es dort gibt. Es wird im Landeskoordinatensystem vermessen. Dann Polygonzug anlegen, also Festpunkte. Entweder man misst den Polygonzug gleich in Verbindung mit der Detailvermessung oder mit Laser-Scan. (B59)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

- Von jedem Standpunkt habe ich dann eine Punktwolke. Diese Punktwolken muss ich dann referenzieren, d.h. um sie in ein System hinein zu bringen, muss ich hier Kugeln aufstellen bzw. mach ich Marken, die ich hin klebe, wo sich der Scanner daran orientiert. Diese müssen vorher mit Theodoliten ein gemessen werden. Dann habe ich die Punktwolken – Scan 1, Scan 2, Scan 3 usw., die schmeiße ich in einen Cluster hinein und dann werden sie referenziert, (B60)
- 2 Varianten:
- - 3D-Aufmass mit dem Laser-Scanner um eine Punktwolke zu erstellen. Gerät wird in den Raum gestellt, dreht sich dann und je nach gewünschter Punktwolkendichte (4 bis 15 Minuten), wird pro Raum gemacht.
- - Variante mit dem Flexijet. Da wird dann direkt vor Ort gezeichnet. Ein Flexijet mit einem Dreibein mit einem beweglichen Display oben drauf und einem Laptop. Beide sind dann über Bluetooth miteinander verbunden. (C26)
- Der Scanner macht die Rohdaten. Scandauer – je höher die Auflösung, desto länger dauert der Scan. Ergebnis in Scanner-Software – […] – Panoramabild. (C38)
- Die Punkte werden grob zu einander positioniert – wie sie einmal sein sollen, dass sie deckungsgleich darüber passen und dann lässt man sie zueinander berechnen. Scan positionieren – Punktwolken (C39)
- Zuerst einmal die Planung, da benötigen wir von den Auftraggebern Grundrisspläne, falls es die gibt. Dann wird geplant, wo stelle ich mich auf, dann werden grob die Positionen eingezeichnet. Beim Handheld-Scanning, wie gehe ich die Bereiche effizient ab, sodass man keinen Bereich auslässt. (D26)
- Dann Vorbereitung – sprich für Laserscanner anbringen der Passpunktmarken.(D27)
- Im Gebäude arbeiten wir dann meistens mit mehreren Laserscannern gleichzeitig, denn wenn man einen aufstellt, kann man den zweiten gleich weiter versetzen, sodass man keinen Stillstand hat. Und damit hat man gleichzeitig bereits die Einmessung der Passpunktmarken durchgeführt über den Tachymeter. Dafür sind meistens mehrere Teams gleichzeitig simultan im Gebäude unterwegs. (D28)

Wie erfolgt die Erhebung der Bauteile und deren Aufbauten und Schichtdicken?

- Im Großen und Ganzen immer gleich. Also Wände im 15 cm Schritten, die dicker werden, Holzdecken und dann muss man sich das halt alles anschauen, wenn man mal was findet. (A24)
- Das ist eine Sache Bautechniker. Kann Ihnen Hr. Prof. [Name des Partners] besser erklären, (B62)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

- Üblicherweise nimmt man sich grundsätzlich die Bestandspläne her, die da sind und man schaut, ob die weitgehend entsprechen, dem ausgeführten Bau. (B63)
- meistens hier und da eine Bohrung macht, um festzustellen, stimmt das. (B64)
- Probeschlitze oder Probebohrungen. (B65)
- Materialprüfung - wenn man nicht weiß, welcher Baustoff ist das, gibt es Labors(B66)
- Man bohrt keine Löcher in die Wand um die Aufbauten und Putzstärke zu ermitteln. Also zerstörungsfrei, man macht das mit Annahmen. (C30)
- Wir selbst können nur Revisionsöffnungen aufmachen oder lockeren Putz abschlagen. Der Rest dann von einer anderen Firma durchgeführt, z.B. Vermessungstechniker (C31)
- Es ist eher nicht die Aufgabe des Vermessers den Schichtaufbau zu bestimmen. Wir definieren eher nicht tragend bzw. tragend, also die Dinge die sichtbar sind, erfassen wir. Oberflächen erfassen wir natürlich auch(D29)
- Es werden Fotos und Skizzen gemacht, es werden aber auch Informationen z.B. zum Fenstertyp mit aufgenommen. Mit einem Tablet, da wird dann pro Raum alles notiert.(D30)
- Man kann sich auch mit diesem Ground Penetration Radar die Daten selber generieren. Man sieht dann z.B. ob Leitungen in der Wand vorliegen bzw. wo sich die Stahlträger befinden. Aber alle Daten, die wir erhalten, spielen wir ein. (D35)

Können zusätzliche Kenndaten wie der U-Wert ermittelt werden?

- Erfahrungswerten und im Spezialfall mit Probeöffnungen(A25)
- Da kann man nicht überall hinein schauen. Wichtig ist zu dokumentieren was man macht(A26)
- Das sind Dinge die Vereinbarungssache sind und die dann ein Bautechniker durchführt. Wenn die das nicht können, muss man Fachleute beiziehen. (B67)
- Wir selbst können nur Revisionsöffnungen aufmachen oder lockeren Putz abschlagen. Der Rest dann von einer anderen Firma durchgeführt, z.B. Vermessungstechniker (C31)
- hin und wieder Projekte, wo ein Bauingenieur mit uns gemeinsam die Aufnahme macht oder der Haustechniker. (D31)

Wie genau sind diese Erhebungen?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

- Erfahrungswerten und im Spezialfall mit Probeöffnungen(A25)
- Probeschlitze oder Probebohrungen. (B65)
- Materialprüfung - wenn man nicht weiß, welcher Baustoff ist das, gibt es Labors(B66)
- Wir selbst können nur Revisionsöffnungen aufmachen oder lockeren Putz abschlagen. Der Rest dann von einer anderen Firma durchgeführt, z.B. Vermessungstechniker (C31)

Erstellung BIM – Weiterbearbeitung der Daten zu BIM-Modell

Wie werden die erhobenen Daten importiert und was ist das Ergebnis daraus? 3D Modell?

- erhobenen Daten sind bei uns Großteils die Polygonzüge vom Geometer(A27)
- dann bauen wir danach das Model. (A28)
- einfache Import und dann kommt dann gleich ein Model heraus, halte ich für extrem problematisch, (A29)
- 3-D-Daten ins Haus geliefert und erarbeiten dann quasi manuell das BIM-Modell durch Ihr Wissen, und die projektspezifischen Kenndaten werden manuell mit eingearbeitet. (A31)
- Beim Laser-Scan ist es die Punktwolke, bei anderen Ergebnissen kann es z. B. ein dwg 3-D-Modell sein, (B68)
- Aufmassdaten nachzuzeichnen mit ArchiCAD. (C38)
- Scan-Daten – im Zwischenformat wie PointCab oder Points for BIM in CAD aufbereiten lassen oder von den Scan-Daten eine Punktwolke erstellen und diese Punktwolke ins CAD importieren. Dann verarbeiten – Wände und Decken daraus machen und dann kommt danach IFC.
  IFC -Übergabe oder IFC zum Modell überprüfen. (C21)
- Das heißt, vom Laser selber kommen die Punktwolken in ein Zwischen-Registrierungsprogramm, wo dann die Einzelscans angeordnet werden. Danach kommen die Punktwolken in das nächste Zwischenprogramm, das Point-Cap, und dann in das jeweilige Zeichenprogramm. (D32) Und gleichzeitig neben dem Point-Cap in die eigene Software und dort stellen wir die gesamte Punktwolke dar und in der Software können wir dann noch zusätzlich digitalisieren. Wir haben auch auf dem Tablet diese Software mit dabei und wenn wir bereits Punktwolken im Programm haben und dann vor Ort sind, können wir dann gleich Hyperlinks setzen und Fotos damit verknüpfen(D33)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie wird dieses Modell weiterbearbeitet, sodass ein BIM-Modell entsteht? Wie werden dabei die restlichen Daten eingearbeitet?

- Abbild des Bestandes, mit all den Modellen die ich hatte und mit den Abstraktionsentscheidungen, (A30)
- 3-D-Daten ins Haus geliefert und erarbeiten dann quasi manuell das BIM-Modell durch Ihr Wissen, und die projektspezifischen Kenndaten werden manuell mit eingearbeitet. (A31)
- Auch wenn ich weiß, dass der Putz auf der einen Seite vielleicht 2 cm und auf der anderen Seite 1,5 cm konisch auseinander geht. Der Gedanke hinter der Wand war, eine gerade Wand und nicht die tatsächlich gebogene Form. (A40)
- BIM beginnt dort, wo die Inhalte aus bautechnischer Sicht dann hineinkommen.(B10)
- richtigen BIM-Modellierung muss ich aus diesen Unterlagen mit sehr viel Handarbeit weitermachen, geht noch nicht automatisch. (B61)
- manuell die Wand auf eine Standardwand um-gelogen um quasi ein funktionierendes Modell zu machen. Das muss nicht nur die Wand sein, das können auch andere Elemente sein z. B. eine Säule, Unterzug, usw. (B50)
- Wir liefern üblicherweise nur das Volumenmodell und die Eigenschaften dazu kommen dann vom Bautechniker. (B69)
- Nähere Infos bei Hrn. [Name Mitarbeiter] (B70)
- Aufmassdaten nachzuzeichnen mit ArchiCAD. (C38)
- Man bohrt keine Löcher in die Wand um die Aufbauten und Putzstärke zu ermitteln. Also zerstörungsfrei, man macht das mit Annahmen. (C30)
- Ist stark abhängig vom Kunden und von den Anforderungen.
- Aber generell von den Daten, die wir aufnehmen - die unterschiedlichen Oberflächen werden im ArchiCAD einmal aufgebaut. Die Schichten, wenn man sie aufbauen kann z. B. bei den Decken – abgehängte Decke, Rohdecke, Fußbodenaufbau und auch Wandschichten. (D34)
- Man kann sich auch mit diesem Ground Penetration Radar die Daten selber generieren. Man sieht dann z.B. ob Leitungen in der Wand vorliegen bzw. wo sich die Stahlträger befinden. Aber alle Daten, die wir erhalten, spielen wir ein. (D35)
- Es kommt darauf an, wir haben auch automatisierte Verfahren. Es stellt sich halt die Frage, wo das automatisierte Verfahren Sinn macht. (D36)
- Beim BIM geht es nicht darum, ob eine kleine Abweichung ist, sondern die Decke ist eine Decke. Das ist dann ein Problem bei den automatischen Verfahren, dass wenn

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

die Decke durch gewölbt ist, dann sind das mitunter 4 Ebenen. Und dann ist der Aufwand größer. (D37)

- Also ist manuell das momentan Gängige. (D38)
- Im Anlagenbau gibt es dann schon Programme, wo man automatisch oder semi-automatisch Leitungen mal selektiert, d.h. ich klicke dann auf die Leitung und das Programm findet dann das beste passende Modell(D39)
- Aber je komplexer umso sinnloser ist das automatische System. (D40)

Tipps und zukünftige Entwicklung

Haben Sie spezielle Tipps für die Herangehensweise bei der Verwendung von BIM im Bestand?

- nicht überdetaillieren. Denn dann schränkt es sich so ein, dann verbringt man mehr Zeit mit der Pflege des Modells und nicht mehr mit dem Objekt. (A32)
- BIM-Modell ist Mittel zum Zweck zur Errichtung. Das darf nicht zum Selbstzweck werden. (A33)
- abstrahieren soweit es geht und dokumentieren, was sie abstrahiert haben. (A34)
- Die Wände müssen übereinander stehen. Oder Fensterparapete können nur in einer Linie gedacht sein. (A35)
- Für mich ist auch sehr wichtig, dass hier gerade mit BIM der Begriff des Lebenszyklus belebt wird. Das heißt von der Projektidee/-entwicklung/-planung bis zur Richtung und Ausführung, im Betrieb wird was ausgebaut und geändert. (B38)
- Grundsätzliche Empfehlung: wenn eine Liegenschaft saniert werden soll und es gibt Bestandspläne, dass ein Experte, der das kann eine Kurzexpertise macht, (B39)
- BIM auf der grünen Wiese ist komplex und BIM im Bestand ist komplex zum Quadrat.(B71)
- Genauigkeit oft Thema, da die Vermessungstechnik hier ganz etwas Wichtiges ist. Für den Architekten aber nur spezielle Situationen so extrem genau benötigt wird, für den Vermessungstechniker es aber selbstverständlich ist so genau zu arbeiten(C32)
- Architekten ist es dann lieber dass man vom Putz unebene Wände einfach nicht so darstellt, sondern ausgleicht, mit der Toleranz von 1-2 cm, aber dafür ist dann die Wand gerade durchgezogen. (C33)
- Nur z.B. bei einem Aufzugsschacht, da braucht man diese Genauigkeit. (C34)
- Absprache Vermesser und Architekten – betreffend Toleranzen/Genauigkeit. (C35)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

- Das man auf die Vermessungsdaten aufbaut. Was oft passiert, ist das man zwar das ganze Gebäude aufnimmt, aber dass bereits aus älteren Bestandsplänen erstellte BIM-Modell führt zur Kostenersparnis. (D41)

Welche Entwicklungen in naher Zukunft sehen Sie oder wünschen Sie sich auf diesem Gebiet?

- Datenformate(A36)
- Modelle werden leistungsfähiger. (A37)
- skeptisch wenn alles automatisiert wird. (A38)
- der Wunsch nach ich baue das BIM-Modell und es kommt die Ausschreibung hinten raus, das halte ich für kritisch. Ich halte es auch für kritisch wenn ich das Ding automatisiert vermessen lasse und ich dann ein automatisiertes Modell bekomme, weil so viele Entscheidungen dazwischen sind, die jemand anderer für mich getroffen hat. (A39)
- Für die Zukunft wäre ideal, die Punktwolke vom Laser Scanner zu übergeben und die Software würde dann auch Raumkurven und – flächen bearbeiten und auswerten.(B49)
- Bevorzugte Variante – scannen und dann später verarbeiten. Ist aber auch teurer, das Gerät ist auch teuer. Hier steckt auch eine höhere Technologie dahinter(C36)
- einfachere Geräte – müssen keine Dreibein-Geräte sein, evtl. welche die man auch mit der Hand tragen kann. z. B. gibt es schon so einen Handscanner, um Detailaufnahmen einzuscannen. – für Fassadengliederung. (C37)
- Automatisiertere Erstellung des BIM oder zumindest automatisiertere Modellierungsmöglichkeiten. Schnellere, leistungsfähigere Programme. (D42)
- Da wird sich in Zukunft sicher etwas tun und dass es vielleicht einmal einen Standard gibt, mit dem BIM-Modelle generiert werden sollen.(D43)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Interviews mit Extraktionsmarker:

Interview 1

Fachgebiet des Interviewpartners:	Architektur
Interviewdauer:	41 m
Ort, Datum des Interviews:	Wien, 10.12.2015

[Anm.: Es wurde direkt nach der Vorstellung, während der Vorbereitung des Aufnahmegerätes und Interviewleitfadens begonnen, über das Thema zu reden.]

… Wenn man sich früher Handwerker angesehen hat, dann hat z. B. ein Tischler sein Werkzeug an die Wand gehängt und gepflegt. Das sieht man auch bei den Mechanikern, die ihre Schraubenschlüssel etc. an die Wände aufhängen und das ist alles komplett sauber. Und ich finde wir Architekten(A1) haben auch unsere Werkzeuge. Das sind unsere Tools. Natürlich kann ich mit AutoCAD alles zeichnen, aber es ist halt eine zweidimensionale Zeichnung, wo ich Linien hinklatsche (ugs. flüchtig bzw. oberflächlich zeichnen) und die Idee, die ich mit der Linie hatte, verliere ich. Weil es ist eine Linie. Wenn ich mit dem BIM arbeite habe ich mir viel mehr überlegt, weil ich vorher alles definieren muss und die Idee bleibt dann drinnen. Das ist echt super. Wenn ich ein Tool habe, mit dem ich gerne etwas mache, das mir ein schönes Feedback gibt, wo ich etwas tue, dass mir sagt ja das geht und es sagt das drückt sich nicht oder ich kann es dreidimensional anschauen was ich gerade gebaut habe. Dann habe ich ein sofortiges Feedback meiner Idee. Ich finde dies irrsinnig wichtig. Wir haben zwei Software-Pakete evaluiert – das Revit und das ArchiCAD.(A2) Obwohl die am Papier beide gleich leistungsfähig sind, haben wir uns mit dem Revit mit der Oberfläche so schwer getan, weil das Feedback das wir von der Software bekommen haben, offensichtlich nicht die Sprache gesprochen hat, die uns definitiv angesprochen hat. Ich habe immer überlegt, was will das Ding von mir. Und ich bin echt super fit auf allem was Software betrifft und ich tue mir total leicht und ich mach das wirklich gerne, vom Revit bin ich enttäuscht. Wer hat das programmiert? Das ist wirklich furchtbar. Das ArchiCAD hat eine easy-cheesy (engl. ugs. einfache) Oberfläche(A2.1), es ist alles so putzig und so verspielt und grafisch viel schöner und die grafischen Ergebnisse sind schöner und das Grafik-Feedback

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

ist viel hübscher und unterm Strich bauen beide Dinger BIM-Modelle. Und was die mit dem Datenmodell dahinter aufführen ist für uns User eh nicht ersichtlich. Denn wenn die Hersteller ihre Hausaufgaben nicht machen, und die Dinger unterwegs zerfallen, kann ich nichts machen, da ich die Software einkaufe. Das wäre für mich die Frage, warum würde ich ArchiCAD ändern.

Allgemeine Fragen:

Was ist ihr Fachgebiet und ihr hauptsächlicher Tätigkeitsbereich?

Sanierung und Altbau und Altbauadaptierungen.

Zinshäuser.(A3)

Wie viele Mitarbeiter sind in ihrem Büro beschäftigt?

Wir sind 7, 2 Geschäftsführer und 5 Angestellte. Kleines Team, aber alle Akademiker.(A4) Also keine HTL-Abgänger oder technische Zeichner. Die Mindestausbildung ist ein technisches Studium.

Das kommt aber auch aus dem Team, denn gerade im Team treffe ich so viele Entscheidungen wenn ich ein Modell baue, dass ich keine stupide Zeichentätigkeit mehr habe. Derjenige der das macht, macht das ganze Projekt, d.h. er muss baulich sattelfest sein, sonst plant er was, was es nicht geben darf, er muss technisch sattelfest sein, sonst plant er was, was nicht funktioniert und er muss kommunizieren können, denn 80 % der Dinge müssen wir fragen – Hersteller fragen, Kunden fragen, mit der Baupolizei diskutieren – Gesetzestext. Meine Mitarbeiter müssen selbständig arbeiten, müssen kommunizieren können, müssen die Bautechnik und das Baurecht wissen.

Ich finde es wesentlich interessanter als einen Plan zu zeichnen, also ein Projekt zu erstellen mit allen Umgebungen.

Es kann jetzt ein Architekt oder Ziviltechniker, der sich mit seinen Tools auskennt also leistungsmäßig aufnehmen. Was ich echt super finde, weil wir dann tatsächlich jeder Projekte machen können und nicht nur da zu sitzen und zu machen was sich

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

jemand ausdenkt. Das finde ich schade um die Zeit. Da studiere ich zig Jahre und steh dann als Chef und zeichne den Plan. Schade um die Ideen.

Welche Art von Gebäude wird hauptsächlich von Ihnen bearbeitet?

Das Zinshaus oder ein Grundstück wo einmal das Zinshaus war. (A5)

Wer sind dabei die Auftraggeber?

Eigentlich nur private Investoren. Familien oder Firmen.(A6)

Wie viele Projektbeteiligte gibt es in der Regel?

Das ist total unterschiedlich, kann einer sein oder mehrere(A7) – dann ist ein Statiker dabei, oftmals ein Bauphysiker oder Geometer, wenn es Vermessungen gibt. Oder Konsulenten – bis hin zum Brandschutz – oder Schallschutzkonsulenten.

Ganz unterschiedlich.

Welche Schnittstellen gibt es bei Ihnen intern? Bei Ihnen gibt es ja keine reinen Zeichner sondern nur ausgebildete Akademiker. Deshalb ist die Frage ein bisschen relativiert. Normalerweise gibt es die Schnittstellen vom Architekt zu den Zeichnern.

Das versuchen wir zu vermeiden. Manchmal arrangieren wir uns im Projekt so, d.h. wir teilen uns ein Projekt so wie wir es gerade brauche. (A8) Bei einem größeren Projekt zum Beispiel.

Mit welchen Datenformaten arbeiten sie bei der Datenweitergabe? Wird es mit IFC weitergegeben?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Nein, weil das so kaum wer anderer lesen kann. (A9) Wir haben große Probleme, wir haben z. B. keine funktionierenden Schnittstellen zu den Statikern(A10), weil die Mittellösungen verwenden.

Große Baufirmen könnten mit dem Modell noch was anfangen, mittelgroße Firmen haben diese Strukturen nicht, die Haustechniker sind so und so schwierig. Die Großfirmen hätten es wieder, aber mit denen arbeite ich nicht zusammen.

Bei einem Entwurfsprojekt auf der TU Wien, an dem ich mitgearbeitet habe, ist es um die Datenweitergabe gegangen. Dabei hat man selbst erfahren wie die Probleme zwischen den einzelnen Gewerken sind. Selbst wenn man nebeneinander sitzt bekommt man das Modell nicht von einem Programm hundertprozentig ins Nächste.

Es fehlt dazu eine ordentliche Norm(A11) und auch von den Herstellern. Denn wenn sich die Hersteller der großen CAD-Systeme auf eine Datennorm einigen(A12) würden.

Gibt es Probleme im Import und Export?

Es gibt keinen Import und Export ohne Probleme. (A13)

Wie funktioniert bei ihnen speziell die Abrechnung, wenn es um die Erhebung der bestehenden Gebäudedaten geht? Wird nach Aufwand oder Volumen abgerechnet? Oder wird es in das Gesamtprojekt integriert?

Es kommt darauf an. (A14) Also integrieren nie. Denn ich bin der Meinung der Kunde soll das zahlen, es ist ja was wert. Es ist ja eine erbrachte Leistung. Ich erbring ungern eine versteckte Leistung, denn die muss ich irgendwo anders einrechnen, die Zeit habe ich ja verbraucht und das Geld hätte ich dafür gerne. Denn entweder erhöhen sich die Kosten meiner anderen Leistungen, wo ich im Vergleich blöd ausschaue. Also die Aufwandsabrechnung mache ich immer wenn ich es nicht abschätzen kann, wenn ich mit dem Kunden nicht kommunizieren kann.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Erhebung der Geometrie und der Gebäudedaten? Wie wird grundsätzlich erhoben?

Wir lassen es in Wirklichkeit vom Geometer vermessen. (A15)

Ich nehme Annäherungen über Punktwolken, das funktioniert jetzt mit ArchiCAD. Ich nehme aber auch volle Punktzüge vom Geometer, weil ich gerne die Entscheidung selber treffe, wo ich die Projekte hin stelle.

Also was ich nicht vom Geometer nehme, sind die BIM-Modelle, denn der Geometer liefert mir Rohdaten-BIM-Modelle, denn Geometer kennen sich mit Bautechnik nicht wirklich aus. Es gibt so viele Modelle, die so verkorkst sind. Man muss so viel Detailwissen haben, wo ich die Wände wirklich aufstelle und ich muss als Architekt die Entscheidung treffen, ob ich 2 cm Abweichung über eine vertikale Wand als Abweichung anerkenne oder als Bautoleranz in den Plan hineinschreibe und die Wände übereinander stelle. (A16) Das sind echte Entscheidungen, die nur wir treffen sollten, weil wenn wir das Modell nachher weiterverwenden müssen, das sind so Sachen, den ein überexaktes BIM-Modell fällt uns in der weiteren Bearbeitung wahnsinnig auf den Kopf. Also wenn ich anfangen würde, die ganzen Innenwände als Polygonwände zu machen und nicht als normale Wände, dann zerstöre ich mir echt die Bearbeitbarkeit des Produkts. Auch wenn ich weiß, dass der Putz auf der einen Seite vielleicht 2 cm und auf der anderen Seite 1,5 cm konisch auseinander geht. Der Gedanke hinter der Wand war, eine gerade Wand und nicht die tatsächlich gebogene Form. (A40) Die gebogene Form würde ich nur dann modellieren, wenn Denkmalschutz ist und die Wand wirklich als gebogene Form überlegt war. Aber die Entscheidung, welches Modell und welches Objekt ich dann einsetze und es sollte unbedingt einerseits auf die Maßtoleranzen gesehen werden und andererseits auf die Bautechnik. Ich kann mir echt mein BIM-Modell schon beim Bestandsmodell so versauen, indem ich es überkomplex bastle, sodass ich dann die Bearbeitung nachher völlig verliere. Also ob ich die Produkte mit Polygonplatten mache oder die Wand einfach leicht schräg zu stellen, weil die Natura leicht schief steht.

Dann hab ich ein Zinshaus, mit 5 Stockwerken und alles ein bisschen schief usw. und dann ist die Entscheidung vom Geometer. Denn ich habe vom Geometer theoretisch die Geometer-Polygonzüge, auf Norm müsste man überall genau auf 1 m

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

durchgeschnitten haben. Auf 1 m habe ich die Polygonzüge noch, die kann ich mir jederzeit wieder einblenden und ich kann jederzeit wieder nachsehen, wo ich entschieden habe, die Naturmasse zu verlassen, weil ich sie als übergenau empfinde. Das ist für uns sehr wichtig.

Mit welchen Geräten wird gearbeitet?

Gar nicht. Geometer vielleicht einem 3-D Laserscanner. (A17)

Wissen Sie vielleicht aus Erfahrung wie genau diese Bestandsaufnahmen sind?

Keine Wand ist wirklich senkrecht, keine Wand ist wirklich eine durchgehende Fläche, es ist eher so eine bucklige Oberfläche. Das ist halt mit der Hand verputzt worden. (A18) Und bei fast jeder Sanierung klopf ich den Putz ab und verputz die Räume neu. D.h. die Maße die ich vorher gemessen habe, gibt es nachher eh nicht mehr, da sie neu verputzt wurden. Das ist mit Vorsicht zu genießen. Denn ich weiß, dass im Altbau die Wände übereinander stehen, die sind durchgemauert über alle Stockwerke

Da steht die Zwischenwand im EG bis zum letzten Geschoss einfach übereinander. Ich kann sie nur übereinander stellen. Denn wenn sie um ein paar cm springt, heißt es dass es in Wirklichkeit so leicht nach oben verzogen war, aber keinesfalls lässt sich das Ding als eine durchgehende Scheibe modellieren.

Man muss mit der Software wirklich wissen, wie ich am Schnellsten zu einem Ergebnis komme. (A19) Die Genauigkeit – einmal Putz runter, einmal neu verputzen und es schaut schon ganz anders aus. Zentimeter reichen. Mit dem Laser können sie punktgenau messen, (A20) aber meistens ist es Blödsinn. Ich habe so viele Möglichkeiten diesen Raum zu vermessen, und zu meinen Massen zu kommen, die durchaus richtig sind, aber unrelevant sind.

Wie lange dauert so eine Bestandsaufnahme?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Schwierig zu sagen, der Geometer braucht ein paar Tage und wir brauchen 2-3 Wochen. (A21)

Was sind die Arbeitsschritte dahinter?

Zuerst einmal ist das baurechtliche wichtig. Was die Baupolizei glaubt zu wissen, ist wichtig.

Das eine sind dann zwar die Baupläne, die dann auch tatsächlich verändert werden, aber auch konsensualen Veränderungen. Es kann z. B. sein dass ich eine Wand baubehördlich abreißen muss, die die Behörde aber noch als existent sieht, die es in der Natur aber nicht gibt.

Einerseits geht man vom baurechtlichen Konsens aus, beim baurechtlichen Konsens gibt es die Einreichung und die Änderungen, und dann gibt es auch noch den gebauten Konsens, und auf dem basieren dann die wirklichen Baupläne. (A22) Denn wenn ich die einreichplanmäßige Entfernung einer Wand im Polierplan darstelle, und da gibt es keine Wand, habe ich einerseits Kosten produziert, wenn die Baufirma angeboten hat für Wand abbrechen für so und so viele Kubikmeter, die gibt es aber gar nicht. Das führt dann auch zu Verwirrungen auf Baustellen. Es ist relativ komplex.

Arbeitsschritte: Vermessen – rein schauen – Plan zeichnen – und dann der bautechnische Konsens(A23)

Wie erfolgen die Erhebung der Bauteile und deren Aufbau?

Im Großen und Ganzen immer gleich. Also Wände im 15 cm Schritten, die dicker werden, Holzdecken und dann muss man sich das halt alles anschauen, wenn man mal was findet. (A24)

D. h. die zusätzlichen Kenndaten und Grundwerte, usw., können von Ihnen problemlos errechnet werden?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Auch wenn wir mit Erfahrungswerten und im Spezialfall mit Probeöffnungen(A25) arbeiten sind die Erhebungen auch ziemlich genau. Wenn ich Probeöffnungen mache, muss ich im Plan markieren, wo ich sie gemacht habe. Also wenn wir etwas planen, muss immer festgelegt werden auf welchen Erfahrungswerten was beruht, da wird vermerkt da und da sind die Probeöffnungen und der Rest ist Annahme aus Erfahrung. Da kann man nicht überall hinein schauen. Wichtig ist zu dokumentieren was man macht(A26), den dann kommt ein Sachverständiger und sagt, hättest halt dort hinein geschaut. Dann sagen wir ja hätten wir aber es gab keine Notwendigkeit dafür, denn wir haben da hinein geschaut und es war alles normal. Erst wenn ich dort hinein schaue, wo nicht alles normal ist, schaue ich öfters rein. Das Dokumentieren ist ein bisschen heikel.

Die nächsten Punkte behandeln die Erstellung des Building Information Modeling-Modells und die Weiterbearbeitung.

Wie werden die erhobenen Daten importiert und was ist das Ergebnis daraus? Ist es ein 3-D-Modell oder ist es eine Punktwolke?

Also die erhobenen Daten sind bei uns Großteils die Polygonzüge vom Geometer(A27) und auch das Wissen von uns, und dann bauen wir danach das Model. (A28)

Also so der easy-cheesy (engl. ugs. einfache) Import und dann kommt dann gleich ein Model heraus, halte ich für extrem problematisch, (A29) da ich ja zu viele Daten habe, als dass das Modell noch bildungstreu bleiben.

Wie wird das Modell weiter bearbeitet, sodass ein richtiges BIM-Modell entsteht und wie werden dabei die restlichen Daten eingearbeitet, speziell die Bauteile, usw.?

Eines Tages entsteht dann ein Abbild des Bestandes, mit all den Modellen die ich hatte und mit den Abstraktionsentscheidungen, (A30) die ich getroffen habe. Das ist dann halt der Klassiker z.B. wenn sie 20 Fenster in einer Reihe haben, und sie bekommen vom Geometer eines, dann wissen sie schon der Planer will sie alle auf

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

einer Reihe haben. Gedacht sind sie auf einer Höhe, aber die Fußböden, die haben Ungenauigkeiten bei Parkettböden und Holzböden und auch früher die Mauerungen. Auf der Fassade sind sie optisch auf einer Linie. Da trifft man die Entscheidung einfach durchzuziehen und schreibt die Geometermaße als unsichtbare Linien hinein. Super genau exakt, man kann es ja eh nachvollziehen. Nur jede ordentliche Sanierung entfernt den kompletten Fußbodenaufbau. Die Maße die der Geometer hergibt, gibt es danach nicht mehr, denn sie sind ja über dem Fußbodenaufbau gemessen. Damit zerfällt das Ding wieder.

D.h. die Lösung die Sie wählen ist, Sie bekommen die 3-D-Daten ins Haus geliefert und erarbeiten dann quasi manuell das BIM-Modell durch Ihr Wissen, und die projektspezifischen Kenndaten werden manuell mit eingearbeitet. (A31)

Haben Sie abschließend noch zusätzliche Tipps für die Herangehensweise für das Arbeiten mit BIM-Modellen?

Wichtig ist, dass man sich am Riemen reißt und nicht anfängt zu übertreiben, denn detaillierter wird es automatisch. Möglichst so wenig unterschiedliche Details, denn das Ding wächst ja eh, also nicht überdetaillieren. Denn dann schränkt es sich so ein, dann verbringt man mehr Zeit mit der Pflege des Modells und nicht mehr mit dem Objekt. (A32) Sie wollen es ja dann bauen. So planen ist ja ein Mittel zum Zweck. Also das BIM-Modell ist Mittel zum Zweck zur Errichtung. Das darf nicht zum Selbstzweck werden. (A33)

Also immer abstrahieren soweit es geht und dokumentieren, was sie abstrahiert haben. (A34)

Die Wände müssen übereinander stehen. Oder Fensterparapete können nur in einer Linie gedacht sein. (A35)

Welche Entwicklungen sehen sie auf dem Gebiet in naher Zukunft und haben sie ihrerseits noch spezielle Wünsche, abgesehen von den Datenformaten?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Ja die Datenformate(A36), ansonsten entwickelt es sich eh gut. Also die Modelle werden leistungsfähiger. (A37) Ich bin froh wenn Dinge keine großen Sprünge machen, sondern sich kontinuierlich weiter entwickeln, das erachte ich als sinnvoller. Es ist ein Expertensystem. Ich bin immer sehr skeptisch wenn alles automatisiert wird. (A38) Da ist immer der Wunsch nach ich baue das BIM-Modell und es kommt die Ausschreibung hinten raus, das halte ich für kritisch. Ich halte es auch für kritisch wenn ich das Ding automatisiert vermessen lasse und ich dann ein automatisiertes Modell bekomme, weil so viele Entscheidungen dazwischen sind, die jemand anderer für mich getroffen hat. (A39) Und ich finde, das ist problematisch, wenn die Entscheidungen nicht mehr wissentlich getroffen werden, wie etwas definiert wird. Eine Ausschreibung ist ein sehr heikles Produkt. Die LBH-Ersteller geben schon an, dass sie sich an die 80 %-Regel halten. D. h. 80 % der geplanten Leistungen sind mit dem LBH beschreibbar. 20 % sind einfach Sonderpositionen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Interview 2

Fachgebiet des Interviewpartners:	Vermessungswesen
Interviewdauer:	1 h 45 m
Ort, Datum des Interviews:	St. Pölten, 15.12.2015

Zuerst einmal was ist ihr Fachgebiet und hauptsächlicher Tätigkeitsbereich?

Mein Fachgebiet ist Vermessungswesen.(B1) Ein wichtiger Zweig ist die Erstellung von Gebäudebestandsplänen, aber wir machen auch sehr viele Außenbereichspläne von Grundstücken und Straßenverkehrswegen.(B2) Dann machen wir gemeinsam mit Lösungspartnern Facilitymanagement Projekte. (B3) Unser größtes Projekt ist der größte Wirtschaftspark Österreichs, das [Name des Projektes] mit 2,8 Millionen m² Grundfläche, mit 58 Gebäuden die vermietet werden, im Eigentum der [Name der Betreibergesellschaft], 17 km Straßen, 13 km Eisenbahn und das alles in einem Datenbestand. Allerdings noch nicht mit BIM sondern noch 2-D plus Höhen, aber das hat alles damit zu tun, dass man hier ganz systematisch vorgehen muss, dass alle Pläne Datenbankfähig sind, d. h. jeder Plan muss so sein, dass er geometrisch richtig ist und dass er von der Software von der er hinein gespielt wird, hundertprozentig verstanden wird und das keine Fehler da sind.

Im Bereich von BIM haben wir gemeinsam mit dem Zivilingenieur für Bauwesen Prof. DI [Name des Geschäftspartners] die Plattform [Name der gemeinsamen Plattform] gegründet. (B4) Hr. Prof. [Name des Geschäftspartners] macht selbst Bestandspläne. Ursprünglich waren wir Mitbewerber, aber als wir gesehen haben, dass die Kompetenz des Vermessers üblicherweise, wenn er gut ist, beim Volumenmodell endet, haben wir in den diversen Gesprächen festgestellt, wie viel Bautechnik in den BIM-Grundlagen erforderlich ist. Und so haben wir uns sozusagen geeinigt und haben gemeinsamen [Name der gemeinsamen Plattform] gegründet, sodass wir sowohl den vermessungstechnischen wie auch den bautechnischen Bereich gemeinsam abdecken und wir erzeugen jetzt gemeinsam 3-D BIM-Gebäudemodelle. (B5) Das Ganze hat noch einen wesentlichen Vorteil, dass der Prof. [Name des Geschäftspartners] selbst bei praktisch jeden einschlägigen Normen im Normenausschuss, mitgearbeitet hat, bei einigen Normen sogar federführend war

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

und zwar von 2-D bis 3-D bis BIM ist er bei den ganzen Sitzungen dabei und er daher die ganzen Details sehr gut kennt. Mir fehlen diese höheren Details in der Bautechnik, aber die decken aber unsere Teams gemeinsam ab. Und auch die Schnittstellen verschwimmen immer mehr, so dass wir bei manchen Projekten schon in den Bauteil hinein greifen und die Teams von Prof. [Name des Geschäftspartners] ebenfalls von uns in der Vermessung lernen, aber wir sehen das ganz neidlos und sehen einfach, dass wir in dieser Richtung die erste Kooperation dieser Form in Österreich sind. Meines Wissens hat es bis jetzt noch niemand so weit gebracht wie wir.

Wie viele Mitarbeiter sind bei Ihnen beschäftigt?

45(B6)

Sie haben ein breites Tätigkeitsfeld, gibt es bei Ihnen ein Spezialisierungsgebiet. Welche Art von Gebäude wird bei ihnen hauptsächlich bearbeitet?

Bei uns werden sämtliche Gebäudearten und Gebäudegrößen(B7) gemacht. Wir machen BIM, wobei ich dazu sagen muss, es sind derzeit ohnehin nur ca. 10% aller Anfragen, 90% sind die klassischen Grundrisse, Schnitte, Ansichten(B8) - weil in Österreich ist man ja noch nicht so weit. Es gibt ja noch nicht sehr viele Unternehmen, die wirklich mit BIM arbeiten und die das Terrain beherrschen, aber deshalb muss ich sagen, wir könnten all diese Dinge auch mit BIM machen. Wir vermessen grundsätzlich alles 3D aber enden sehr oft bei Volumenmodellen und wir liefern oft aus dem 3D– Modell, das wir haben, eben nur die geforderten Grundschnitte, Risse und Ansichten. Warum ist das so? Weil in Österreich das Qualitätsbewusstsein von Bauherrenseite, teilweise natürlich auch von Architektenseite her, nicht gegeben ist. Ich brauche oft nur einfach so einen Grundriss und einen Schnitt und ein paar Ansichten. Daher ist es natürlich auch eine Sache der Kosten, das sich einige davor scheuen, wobei wenn man es gut anlegt, hier das Volumenmodell, inklusive Generierung in Richtung Revit oder ArchiCAD

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

eigentlich nicht mehr kostet als ein 2D–Modell mit vielen Schnitten und vielen Ansichten.

Wer sind bei Ihnen hauptsächlich die Auftraggeber?

Was ich noch nicht gesagt habe, nur ein paar Gebäude, damit man sieht welche Unterschiede es gibt. Das kann von einem kleinen Einfamilienhaus gehen, wir machen auch viele historische Gebäude wie Kirchen, Theater, öffentliche Gebäude.(B9) [es wurden mehrere Gebäude- und Projektnamen genannt, welche aufgrund möglicher Rückschlüsse aus der Transkription entfernt wurden] All dies nicht BIM, ich sag es ausdrücklich, aber es ist kein Problem. So von der Vermessungstechnik her gesehen ist kein so großer Unterschied, der Unterschied zu BIM beginnt dort, wo die Inhalte aus bautechnischer Sicht dann hineinkommen.(B10) Das ich beispielsweise die Wände klassifiziere, das ich die Schicht klassifiziere, bis zu den Materialien rein, das ich das mache. Aber ansonsten wenn meine Mitarbeiter rausgehen bei einem Projekt und es heißt es wird mit BIM gemacht, wie beispielweise das Parkhaus vom Einkaufszentrum [Name Einkaufszentrum], das wir für [Planer Einkaufszentrum] gemacht haben, ist ja nicht ganz unbekannt. Da haben wir also BIM Modelle gebaut bzw. kann auch die Schnittstelle die sein, das wir wirklich nur das Volumenmodell liefern und in Absprache mit dem Planer, dass sich der Planer die bautechnischen Sachen dann selbst hinein modelliert.

Aber grundsätzlich nochmals Vermessung, wenn sie ordentlich gemacht wird, endet üblicherweise beim Volumenmodell.

Und auch für den Denkmalschutz.

Das heißt die Auftraggeber sind bei Ihnen bunt gemischt?

Immobilienkonzerne, die BIG, dann Private, Architekten, große Architekturbüros(B11) vor allem, mit denen arbeiten wir sehr gut zusammen, Baumeister. Also eigentlich alle, die aus altem neues machen. Also auch Wirtschaftsagenturen, Baugenossenschaften. (B12) Aber wie gesagt die Anzahl der BIM–Projekte hält sich noch in Grenzen.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die nächsten Fragen sind natürlich sehr projektabhängig, eventuell wenn sie das eher auf ein Zinshaus oder ein Wohngebäude beziehen. Wie viele Projektbeteiligte gibt es in der Regel bei Ihnen? Also angefangen von den Mitarbeitern, die das vor Ort aufnehmen bis zur weiteren Büroarbeit.

Also wenn wir ein BIM–Projekt machen ist es bei uns so, wir sind drei Geschäftsführer, wir haben auch die Aufgaben geteilt. (B13) Dieser Diplomingenieur [Name eines Geschäftsführers], der die Leitung dessen hat. Dann haben wir einen langjährigen Mitarbeiter, den Herrn [Name Mitarbeiter], der sich das Projekt dann näher anschaut, auch um den Aufwand festzustellen und um auch die Kalkulation(B14) zu machen. Der aber auch in die technischen Details eingeweiht ist. Dann machen die beiden zusammen das Angebot(B15) und dann geht eine Partie von uns hinaus. Entweder einer alleine oder zu zweit, je nachdem was für Aufgabenstellungen es sind, auch die Frage natürlich nach der Messtechnik, welche Art der Messtechnik das ist. (B16) Was ich aber auch dazu sagen möchte, ganz wesentlich, dass BIM nicht nur Gebäude bedeutet. Weil gerade in Deutschland forcieren sie ganz stark den Tiefbau, das heißt, Straßenbau, Brückenbau, Tunnelbau und daher sind üblicherweise sämtliche Architekten mit ganz, ganz wenig Ausnahmen völlig überfordert hier wirklich ordentliche Plangrundlagen zu schaffen. Das ist eine Domäne der Vermessungsbüros, wobei man auch hier wieder sagen muss, dass ein Großteil der Vermessungsbüros spezialisiert ist auf Kataster, auf die Grundteilungen. Das heißt, wir haben hier nicht allzu viele Unternehmen, die so etwas wirklich können. Die nicht nur ihre eigene Software verwenden, sondern die auch völlig andere Softwarelösungen bedienen können. Weil es ist immer ein Schnittstellenproblem und das ist eine Sache, die beispielweise wir grundsätzlich so machen, dass wir mit unseren Auftraggebern über das Zielsystem reden. (B17) Welches Zielsystem derjenige hat, ob Revit, Allplan, ArchiCAD. Das sind die Gängigen bei uns. (B18) Je nachdem was der für Zielsystem hat schauen wir bei Revit beispielsweise auch noch welche Familien er hat und nachdem werden unsere Pläne angepasst. Also das man es direkt hineinspielen kann oder wenn es ausgemacht ist, dass er sagt, das machen wir selber, das er das dann bekommt. Aber wie gesagt, BIM ist nicht nur Gebäude und auch auf der grünen Wiese ist es Bestand und zwar deshalb, weil ich habe Anschlüsse an das Verkehrswegenetz, dort

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

habe ich meine ganzen Leitungen drinnen liegen, Kanalwasseranschlüsse usw. Das muss ich natürlich auch in 3D haben, damit ich dann das Gebäude oder die Gebäude, es ist ja nicht immer so, dass auf einem Grundstück nur ein Gebäude hinkommt. Schauen Sie sich eine Fabrik an, wo 17 Hallen dort stehen, eine große Fabrik. Oder schauen Sie sich einen Wirtschaftspark an wo 10.000 Leute arbeiten. Also das wird meistens zu eng gesehen und das werden Sie vielleicht bei den anderen Interviews auch sehen dass die meisten sich nur auf ein Gebäude beschränken. Es ist das eine Gebäude aber BIM-Planung heißt schon bisschen mehr.

Dann natürlich sind es unsere Mitarbeiter die das draußen vermessen und dann geht es weiter, wenn es dann ein 3D BIM-Gebäude-Modell sein soll ist meistens das schon so, dass wir bei der ersten Begehung den Auftraggeber, der dann weiter mit unseren Daten arbeiten muss, einladen, dass er mit uns das begeht worauf er besonderen Wert legt. Weil wir wissen ja nicht bei jedem Refurbishment, was eigentlich Sache ist. (B19) Einmal heißt es, es geht. Ich kann Ihnen dann ein Beispiel zeigen, wie so etwas ausschaut. Es geht von der einfachen Pinselsanierung, das heißt, dass eigentlich nur ausgemalt wird bis zu dem das halt ein paar Kleinigkeiten ausgebessert werden, bis zu dem, dass ganze Wände umgelegt werden. (B20) Das hängt jetzt immer davon ab was braucht der Planer und das kann in einem Gebäude auch sein dass er an verschiedenen Stellen ganz verschiedene Sachen braucht weil nur ein Teil des Gebäudes abgetragen wird. Ein Teil wird abgetragen, ein Teil wird generalsaniert und beim dritten Teil lässt man es so wie es ist. Es heißt, dass man hier generell die Ganzheit der Planung als Bestandserfasser begreifen soll, (B21) damit man nichts Überflüssiges macht. Damit man nur das macht, was tatsächlich gebraucht wird sonst wird das auch zu teuer.

Dann geht bei dieser Begehung draußen, auch meistens schon oder praktisch immer auch ein Kollege von den Bautechnikern mit. Also jemand von uns und ein Kollege von den Bautechnikern und meistens der Projektant damit man sich anschaut, was die brauchen und der sagt dann beispielweise: „Bitte dort oben, da bei der Stiege, da müssen wir gravierend was ändern. Nehmt mir das bitte ganz detailliert ab, da brauchts die Materialen usw. aber da herunten, bei den 500 m2 tun wir eigentlich nur den Boden auswechseln.“ Also das ist genau das, was man wissen muss, wo muss

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ich was aufnehmen. (B22) Weil man nicht alles bis ins letzte Detail aufnimmt, auch Dinge die unberührt bleiben, hab ich nichts davon.

Mit welcher Software wird bei ihnen gearbeitet?

Nur marginal mit BIM-Software-Lösungen gearbeitet. Wir haben ArchiCAD, Revit, usw. (B23) aber wir arbeiten relativ wenig damit, da wir die Zulieferer der exakten Geometrie sind, die schon in die Nähe der BIM-Modellen geht. Wir liefern die Geometrie so, wie es das Projekt braucht.

Mit verschiedensten Software-Lösungen. Mit ArchiCAD dann, wenn wir mit FlexiJet vermessen. FlexiJet ist ein Vermessungssystem, wo ich kleinräumig sehr gut und schnell die Räume in 3D erfassen kann. Hat aber seine Grenzen und daher kombinieren wir FlexiJet bei größeren Gebäuden immer mit Theodolit-Messung.(B24)

Bei dieser haben wir unsere Vermessungssoftware aber wir haben auch TachyCAD, das ist eine Vermessungssoftware, bei der ich auf AutoCAD-Basis 3D-Modelle bekomme. TachyCAD oder mit ArchiCAD. Bei der Vermessung arbeiten wir dann viel mit Laser-Scan. Es entstehen nun immer mehr Programme, die einen Übergang der Messgeräte in die BIM-Software-Lösungen ermöglichen, z.B. auch Allplan. (B25) Diese Dinge werden von uns verwendet, wenn wir etwas zuliefern müssen.

Wenn ein Datenbestand da ist, von dem man dann erfährt, dass er z.B. in Allplan hinein muss, aber nur über die ifc-Schnittstelle bedient werden kann, und diese ist noch bei weitem nicht so weit, dass man alles hinein geben kann. (B26) Alleine bei der Architektur gibt es da jede Menge Probleme. Es haben grundsätzlich alle diese Systeme ihre Probleme, weil sie aus der Architektur oder vom Maschinenbau kommen und für BIM noch nicht wirklich gerüstet sind.

Mit welchen Datenformaten wird bei Ihnen gearbeitet?

dwg, dfx, ArchiCAD und wir können auch die ifc-Schnittstelle bedienen. Also die gängigen Datenformate. Wir verwenden aber auch Laser-Punktwolken. (B27)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Und die Datenweitergaben vor allem bei Allplan erfolgt mit IFC?

Ja, Allplan mit IFC. (B28)

Und die Weitergabe mit Punktwolken-Daten, wie funktioniert das?

Mit einem Datenträger. (B29)

Oder es wird gesagt, welches Endformat er haben möchte. (B72)

Gibt es Probleme beim Import und Export mit Fremdsoftware, wenn sie die Daten weitergeben?

Ja, die gibt es. Hat verschiedene Gründe. Erstens dass die Software-Lösungen noch etwas schwierig sind. (B30)

z. B. habe ich ein Seminar abgehalten, über BIM-Vermessung, und dort waren Leute von der TGA-Branche (Technische Gebäude Ausrüstung) dabei. Die haben gesagt, dass sie bei ihren ganzen Heizungs-, Klima- und Lüftungsprojekten mit bewährten Programmen arbeiten. Sie sagen wenn wir mit BIM arbeiten müssen, ist das ein Rückschritt (B31) für uns. Es ist ein generelles Thema, dass die TGA die kürzeste Halbwertszeit hat, d.h. dass man bei machen dieser Produkte nicht einmal mehr nach 10 Jahren Ersatzteile mehr bekommt. Beispiel - eine große Baufirma in Österreich muss die gesamte Klimatechnik tauschen lassen, da das ganze Programm auf Windows XP läuft und Windows XP nicht mehr von Microsoft gewartet wird. Das sind vor allem große Kostenprobleme.

Gerade die Haustechnik leidet extrem darunter, dass sie sich extern extrem weiterentwickelt hat und dann neu integriert werden soll. Das funktioniert dann meisten so, dass hier der Architekt die Grobplanung macht, dann gibt es das weiter im BIM-Modell an den TGA-Techniker, dieser macht dann seine Planung, schickt es dann wieder zurück zum Architekten und dieser muss es sich dann in sein BIM einarbeiten. Noch sehr viel Handarbeit. (B32)

Weiteres Problem ist, dass viele Dinge nicht definiert sind, z. B. verschiedenste Leitungen in einem Krankenhaus – für die brauche ich jeweils einen Begriff und diese

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Begriffe sind noch nicht ausdefiniert, d.h. die Gewerke müssen erst lernen miteinander zu kommunizieren.

Mit BIM werden alle ins kalte Wasser geschmissen und müssen schwimmen lernen. Aber das größte Problem von BIM ist dieses Schnittstellenproblem. (B33)

Wie funktioniert die Abrechnung? In Architekturbüros wird oft die Arbeit der Bestandsaufnahme in die restl. Arbeit integriert und nicht gesondert verrechnet.

Das ist absolut ein ganz gravierendes Problem.

Aber in Österreich gibt es viele unbekannte rechtliche Situationen. Nach der Rechtsprechung des OGH, muss der Auftragnehmer vom Auftraggeber funktionierende Pläne bekommen. Wenn der Auftraggeber zum Auftragnehmer sagt, er muss mit diesen Plänen arbeiten und keine Extra-Pläne bezahlen will, gibt er eine Anweisung. Und gibt er eine Anweisung, haftet er mit für die Planungsfehler. Das wissen die wenigsten. Sehr schwierige rechtliche Situation.

Gebäudebestandspläne sind meistens sehr ungenau.

Wenn Architekten erstklassige Pläne bekommen, wird das Projekt um ein vielfaches erleichtert.

Erhebung der Geometrie und Gebäudedaten:

Wie wird genau die Geometrie erhoben?

Wir verwenden das Rollmaßband (z. B. Sanitäranlage), wir messen mit dem Disto, wir haben Vermessungstotalstationen, wir messen mit dem FlexiJet, einer Messmaschine, die direkt in das ArchiCAD hinein vermessen kann. Das TachyCAD, diese Software, wo man mit Spezial-Lasertheodoliten räumlich gleich draußen vor Ort konstruieren kann, da messe ich 1-2 Punkte am Boden und ein paar Punkte an der Wand, der rechnet sich und verschneidet sich das mit den Kanten. Das ist also eine echte 3D Vermessung. Dann haben wir verschieden Laserscanner, (B34) wobei dieser fraglich ist. Jener ist draußen sehr schnell, aber die Software kann noch nicht

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

vollautomatisch auswerten. Er kann nur halbautomatisch mit vielen Eingriffen arbeiten. Draußen verwenden wir viel GPS, und zwar präzises und differentielles, da können wir Genauigkeiten bis zum Zentimeter und mit langwierigen Methoden auch genauer(B35) als bis zum Zentimeter messen. Das geht mit Einschaltung von Differentialsignalen über die Atomzeituhr, ist aber ausgesprochenes Spezialisten-Handwerk.

Oft werden verschiedene Methoden kombiniert und die Basis vom Ganzen ist immer der Theodolit wegen der Fehlerfortpflanzung. (B36)

Hr. Prof. [Name des Geschäftspartners] hat mit seinem Umfeld diese Dinge entwickelt, damit man diese Differenzierung – was brauch ich alles – mit Materialienaufbau, detaillierte Info des Materials, Bauteileinfo. Detaillierungsstufen von BIM.

Allerdings glaube ich, dass in zehn oder zwanzig Jahren höchstens, dass die Software so weit verbreitet ist und dass die Leute so gut geschult sind, dass es eine Selbstverständlichkeit ist, mit BIM zu planen und zu bauen. Die Ergebnisse der Planung auch über automatische Theodoliten in der Natur zu übertragen. Das heißt ich stell mir draußen einen Theodoliten hin, schau ein paar Punkte an damit ich mir mit ins System hinein referenzieren kann und dann setz ich mir den Laserstrahl wo der Gebäudeeckpunkt ist oder wo diese Stütze zu stehen kommt usw., ist aber erst am Anfang. (B37) Gebäude werden immer 3-D vermessen.

Liegenschaft ist mehr als ein Gebäude. Bei einer Liegenschaft, die einem gehört, da gibt's Kataster, die Grundstücke usw. Dann noch den Naturstand, wo ich Lagen und Höhen drinnen hab, auch die Bäume und Kanalgitter, etc. Wozu brauch ich das? Wenn ich etwas ändere, muss ich wissen ob die Bäume, die da drinnen sind gefällt werden dürfen oder nicht. Ich habe alle Informationen drinnen, die ich brauche um einen Altbestand auf ein neues Ziel hin zu orientieren. Ich muss auch wissen wie tief der Kanal drinnen liegt, weil das Wasser rinnt ja nicht bergauf weil wenn ich mein Gebäude zu tief setze, dann kann vom Keller das Abwasser nicht in den Kanal hinein rinnen sondern müsste ich eine Pumpstation machen usw. Also alle Information, das ist dann der Naturstand, aber über die Liegenschaft, da sind wir nicht im Gebäude drinnen. Dann kommen noch alle Versorgungs- und Entsorgungsleitungen dazu.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

In Wien gibt's 55 verschiedene Einbautenträger. Da gibt's auch private Lichtquellenleiter, da gibt's Gasleitungen, da gibt's Telekomleitungen, dann gibt's verschiedene Gashoch/-nieder/-mitteldruckleitungen, Stromleitungen. Unfassbar was es alles gibt. Das alles brauch ich wenn ich ein vollständiges BIM Planungsprojekt durchführe.

Eine Geschichte: Da ist ein Bürogebäude umgebaut worden in einem Hotel und so wie es in den Betrieb gegangen ist, sind die Fäkalien im Erdgeschoss herausgekommen weil die Dimension des Kanals wo es einmündet – es ist zwar hinein geronnen – aber die Dimension war zu gering. D.h. Entscheidungen kann ich nur treffen aufgrund von Entscheidungsgrundlagen. Wenn ich irgendetwas plane ist es nichts anderes als ich eine Bestandsaufnahme, ich habe ein Ziel wo das hingehen soll und alles was ich verändern möchte, muss ich so definieren dass ich es im Planungsprozess benennen kann. Mein 4. Hauptspruch ist, was man nicht benennen kann, kann man nicht denken. Was man nicht denken kann, kann man nicht in Handeln umsetzen.

Die Qualität von Bestandsplänen sind die Geometrische Richtigkeit, die Aktualität, die richtige Struktur und inhaltlich eine Vollständigkeit für das was ich brauche.

Wesentlich ist auch, ich muss nicht alles vermessen sondern der Fachmann kann erkennen, wenn er Plangrundlagen zur Verfügung bekommt, wie hoch der Aufwand ist, um von diesen Plangrundlagen jene Qualitätsstufe zu erreichen, die vereinbarungsgemäß benötigt wird um das Projekt zu planen. Da gibt es sehr oft richtige Schätze, die man nur umstrukturieren muss, damit man daraus ein Modell machen kann weil sie mit ganz anderen Lehren gemacht werden als fürs BIM benötigt werden.

Für mich ist auch sehr wichtig, dass hier gerade mit BIM der Begriff des Lebenszyklus belebt wird. Das heißt von der Projektidee/-entwicklung/-planung bis zur Richtung und Ausführung, im Betrieb wird was ausgebaut und geändert. (B38) Am häufigsten wird in Industriebetrieben umgebaut, Unternehmen wie ZKW Zizala, die die Lichtsysteme für BMW machen, müssen dauernd umbauen. Da muss man schauen was noch nutzbar ist, muss in die Projektentwicklung zurückgehen, muss neu planen und wenn es nicht geht muss man einen Rückbau machen, fragen ob es recycle bar ist.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wer das beherrscht, hat ein überlegenes Wissen. Der denkt dann nicht nur kurzfristig, denn alle diese Dinge braucht man.

CAFM (Computer Aided Facility Management) – alles was mit Bewirtschaftung, mit Instandhaltung, mit Instandsetzung und mit den routinemäßigen Arbeiten, wie Reinigung usw. zu tun hat ist Facilitymanagement also der elektronische Hausmeister.

Wenn man das auch, und das ist ja auch ein großes Ziel von BIM, dass es auch diesen Leuten zur Verfügung stellt. Wenn irgendetwas ausfällt, kriegt es derjenige sofort mit und man kann es reparieren. Bis zu dem dass der Auftrag geschrieben wird, bis zu der Störungsstatistik, dass das alles mit funktionierenden Daten passiert. Und genau die funktionierenden Daten sind nicht nur die Vermessung, sondern alle andern funktionierenden Daten müssen funktionieren. Und eines steht fest, Unternehmen, die ihre Daten erstklassig dokumentieren haben einen riesigen Vorsprung gegenüber den anderen. Beispiel ist, auch wenn nur in 2D, die oberösterreichische Landesregierung managet tausend Gebäude mit einer Facilitymanagement-Software wo sie sofort auch Energie-Benchmarks machen können, wo sie alles von Feuerpolizeilicher Übersicht von Details drinnen haben, bis zum Abfallmanagement etc. Aber sie haben immer aktuelle Grundlagen, Plangrundlagen und Sachinformationen.

OK-Bereich. Muss nicht immer alles 100 %ig sein. Es kommt auch immer auf die Kosten an. Wenn die Kosten für die Verbesserung der Daten so hoch sind, dann ist es schon zu hoch – bis zum break-even.

Grundsätzliche Empfehlung: wenn eine Liegenschaft saniert werden soll und es gibt Bestandspläne, dass ein Experte, der das kann eine Kurzexpertise macht, (B39) die durchaus durch ihren Aufwand etwas kosten kann, welches Planwerk, wie weiterverwertet werden kann und dann hat der Auftraggeber eine ganz klare Entscheidungsgrundlage. Was brauchen wir, was die Daten können und nicht können und was die Fehlerquellen sind, wenn man diese Gammeldaten verwendet, die unbrauchbar sind und sehr oft ist es so, dass ein Teil der Unterlagen verwendbar bis sehr gut verwendbar ist aber fast immer so, dass man dann wenn man diese

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Vorstudie macht, dass die Aufnahme optimiert werden kann hinsichtlich der Durchführung und hinsichtlich der Kosten.

Kurzexpertisen sinngemäß für BIM verwendbar. Muss ein bisschen was austauschen.

Auch die Fehlerquellen beim falschen Vermessen. Warum sind so viele Aufmaßpläne falsch? Weil hier einfach Leute arbeiten, die nie vermessen gelernt haben. (B40) Das muss kein Diplomschüler sein, weder ein Cheftechniker sein, sondern das müssen Leute sein, die vermessen können.

Alle Räume, die rechtwinkelig aussehen sind rechtwinkelig. Für Räume, die nicht rechtwinkelig sind reichen 2 Diagonalen. Georeferenzierung ist überflüssig. D.h. in ein spannungsfreies System reinzubringen. Es wissen die wenigsten, was da für Fehler passieren können. (B41) Wenn ich eine Gerade habe, die an einem Ende ganz fix ist und zum anderen Ende n 1 cm abweicht, nach 5m - 1cm abweicht, hab ich auf 50m 10 cm Abweichung und auf 100m 20 cm Abweichung, und das bei nur 1cm. z. B. bei einer Mauer.

Benachbarte Räume die aussehen, wie auf demselben Höhenniveau sind auf demselben Höhenniveau – Stimmt nicht! (B42)

Außenwände sind tragende Wände, alle die übereinander stehen, Außenwände stehen übereinander – stimmt nicht! (B43)

Größter Fehler: Laser-Disto misst auf mm genau, deshalb sind alle Messergebnisse richtig – stimmt nicht! (B44)

Der größte Kardinalfehler, wenn man nur mit einem Disto misst ohne 100% Vermessungsfähigkeiten zu haben. (B45)

Das ist katastrophal für ein BIM-Modell. Das muss stimmen.

Daher ein schlauer Satz: „Wenn ich 1 Altgrad habe, bin ich auf 100m auf 175cm Abweichung."

Bsp. Akademie der Bildenden Künste in Wien

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Bestandaufnahme – wenn wir das so fortschreitend, von Raum zu Raum messen, entstehen ½ m bis 1 m Fehler. Wenn wir nicht außen, ein vermessungstechnisches Polygonnetz legen, das mit hoher Präzession gemessen wird, wo wir sagen können da sind wir auf den cm sicher. Alle diese Punkte von denen aus wir dann weitergehen, sind ganz genau. Zumindest im Toleranzbereich.

Dann gehe ich ins Gebäude hinein – Polygonzug hier werden die Fehler durch Ausgleichung noch ausgeglichen, nach der Gaußschen Methode (Summe der minimalen Fehlerquadrate), dann mache ich wieder einen Polygonzug – gleiche das wieder aus, damit ich keine Fehlerfortpflanzung habe.

Ohne vernetzungstechnisches Polygonnetz entstehen Fortpflanzungsfehler. Immer wieder ausgleichen wichtig.

Jeder glaubt, dass wenn man mit einem Gerät vermisst, das richtig ist, aber das ist nicht so. Nicht einmal die amtlichen Festpunkte sind richtig. Trotzdem ist das österreichische Katasterwesen das Beste auf der Welt, das erste wo Grundbuch und Kataster digital verbunden sind. Das flächendeckend in einem einheitlichen System ist, der digitalen Katastralmappe. Jedoch sind in dessen Digitalmappe auch Fehler vorhanden. Größte Abweichung im Kataster – 410 m!

Die meisten beherrschen den Theodoliten nicht und daher kommen die großen Probleme mit den Fehlerfortpflanzungen, die bei 2D Planungen nicht auffallen, im 3D Modell aber schon zu Problemen führen. Im 3D-Modell passt das nicht mehr.

Genauigkeit der Bestandsaufnahme?

Die Ergebnisgenauigkeit liegt in etwa bei 2 – 3cm. In der Norm ist 1cm vorgeschrieben, aber die Bauausführungsgenauigkeit ist in der Regel 2- 3cm. D.h. dass eine Wand nicht immer genau lotrecht oder gerade ist (z. B. Schalung). Man idealisiert daher etwas. (B46) Dies ist jedoch ein noch nicht ganz gelöstes Problem. Bei österreichischen Bauten ist die Zielgerade ca. 2- 3 cm. Bei Spezialbauten, beispielsweise reine Stahlskelett-Bauten, ist es etwas genauer. Aber bei Beton (Hartbeton) sind es einfach 1 – 3cm. Hier ist das Problem, dass es zu unterschiedlich dicken Wänden kommen kann (auf einer Stelle 23 cm auf einer anderen 25 cm)(B47) mit dieser Messmethode. Das wollen aber die BIM Programme nicht. Nun muss der

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

BIM Planer gegebenenfalls in einem Toleranzbereich von 1,2,3 cm diese Wand parallel machen(B48) auch wenn sie nicht ganz parallel ist. (momentan noch ein unlösbares Problem bei BIM). Wir haben eine generelle Erfassungsgauzone von 1 – 3 cm und in dieser ist das Problem, dass der Planer mit Revit die Wand parallel machen muss. Abgesehen davon sind auch bei vielen Altbauten die Wände sehr gekrümmt und da wäre es sinnvoll das Bild wegzulassen.

Für die Zukunft wäre ideal, die Punktwolke vom Laser Scanner zu übergeben und die Software würde dann auch Raumkurven und – flächen bearbeiten und auswerten.(B49) Leider sind wir noch nicht soweit.

Das heißt es wird quasi manuell die Wand auf eine Standardwand um-gelogen um quasi ein funktionierendes Modell zu machen. Das muss nicht nur die Wand sein, das können auch andere Elemente sein z. B. eine Säule, Unterzug, usw. (B50)

Ein weiteres Problem bei BIM bei der Bestandsvermessung ist der Detaillierungsgrad. Ob ich jedes kleine Detail angebe, z.B. alle Steckdosen, jeden Schalter, jede kleine Leitung, usw. die nicht einmal vom Laserscanner 100 %ig richtig erkannt werden. Dieser arbeitet sehr ungenau, weil die Punkte darüber schießen und unterschiedlich misst.

Trotzdem hat mir der ehemalige Präsident des österreichischen Zeitungs-Herausgeberverbandes, Herbert Binder, gesagt: „Es gibt Situation, wo man lieber guter Zweiter als perfekter Erster ist“. Man muss bei BIM–Vermessungen, wie schon vorhin erwähnt, sich mit dem Planer besprechen, wie weit gehe ich wo ins Detail, weil es sonst zu umfangreich wird.

Wenn wir als Bsp. ein Wiener Zinshaus nehmen, wie lange schätzen sie dauert so eine Bestandsaufnahme?

Hängt von der Größe ab, einige, wenige Wochen. (B51) Beim Zinshaus hab ich folgendes Problem. Da geht es nicht nur um die Messtechnik, sondern auch darum, dass das Gebäude bewohnt ist. Es ist ein ziemlicher Aufwand die Logistik der Wohnungsbesuche zu steuern. Jede Wohnung schaut anders aus. Z.B. sind die

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Wohnungen unterschiedlich oder die Leute unwillig. Gerade bei einem Wiener Zinshaus ist ein wesentliches Problem die Zugänglichkeit und die Struktur der Räume, die sind oft zu klein. (B52)

Also man kann doch einige Wochen für so ein Zinshaus brauchen. Beispielsweise ein Volumenmodell eines Zinshauses in 3D, keine Materialien dabei. Oft bei Zinshäusern auch aus alten Plänen entnehmbar, wenn Pläne vorhanden und in einem guten Zustand sind. Früher hat man viel gewissenhafter gebaut als heute.

Ich würde gerne noch auf eine vorige Frage zurückgreifen bezüglich der Abrechnung am Beispiel von so einem Zinshaus. Funktioniert das nach Aufwand oder wird das nach Gebäudevolumen geschätzt?

Jedes Gebäude ist anders. Schon gewisse Erfahrungswerte. Bevor wir ein Angebot legen, sehen wir uns das Gebäude an. Hängt stark vom Detaillierungsgrad ab. Einmessen der Fassade, etc.

Als ganz grobe Schätzung € 3,00 bis 5,00/m², ohne dass spezielle Materialen drinnen habe. (B53)

Sehr unterschiedlich. Kommt auch auf das Modell an – Volumenmodell oder 3-D-Modell. Unter € 3,00/m² kaum. In der Regel das Volumenmodell € 3,00-5,00/m².

Welche Arbeitsschritte gibt es?

Bei einem neuen Projekt, wird es zu nächst besprochen. Zielsystem ist ganz wichtig. Erster Schritt ist, dass man sich Bestandspläne besorgt. (B54) Wenn man vom Auftraggeber keine Bestandspläne erhält, besorgt man sich welche bei der Baubehörde. Grundsätzlich erhält man dort aber nur die Einreichpläne. Werden dann meistens gleich bei der Baubehörde eingescannt.

Besser ist jedoch, man tritt an den Planer heran und bekommt digitale Pläne. Problem – Urheberecht der Pläne.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Dann bereite ich strategisch den Außendienst vor. Davor habe ich natürlich schon bei der Angebotslegung diverse Dinge heruntergeladen wie Kataster, Google Maps, Pläne(B55) – dann teile ich mir den Außendienst ein.

Beim Außendienst muss man darauf schauen, ob alle Voraussetzungen gegeben sind, die man braucht. Die Zugänglichkeit, die Beleuchtung, usw. (B56)

Bei den Preisen spielen viele Dinge mit, an die man nicht denkt. So spielen z. B. nicht nur die Entfernung zum Gebäude sondern auch die Betretbarkeit des Gebäudes. (B57)

Z. B. beim Gefängnis(B58) [Anstaltsname] durften wir das Gebäude nur mit einem Gefängniswärter betreten, die div. Zellen wurden geräumt und man durfte dann nur von 8:00 bis 15:30 Uhr vermessen. Dies ist dadurch massiv Kosten beeinflussend, da ich um 30 % mehr Tage benötige, als wenn ich von 7:00 bis 17:00 Uhr vermessen könnte.

Oder beim technischen Zentrum der Bank [Bankname] durfte man nur mit Begleitperson und vorheriger Anmeldung in die Räume hinein – aus Hochsicherheitsgründen.

Dann muss man sich sicher sein, dass das Gebäude leer steht bzw. teilweise leer steht, Beleuchtung – Winter/Sommer – oder wenn Räume kein Licht haben, sicher gehen, dass ich eine Beleuchtung dabei habe.

Das alles muss man berücksichtigen, wenn man rationell und schnell und zu Marktpreisen arbeiten will.

Vorher schon vorbereiten welche Fixpunkte es dort gibt. Es wird im Landeskoordinatensystem vermessen. Dann Polygonzug anlegen, also Festpunkte. Entweder man misst den Polygonzug gleich in Verbindung mit der Detailvermessung oder mit Laser-Scan. (B59)

Funktion des Laser-Scans: Hat einen Spiegel und dieser Spiegel dreht sich irrsinnig schnell und sendet pro Sekunde 1 Million Laserstrahlen aus, die 3-D Koordinaten, mit Raumrichtung und Entfernung, machen. Aber wenn ich 3 mm auf 10 m Entfernung hab benötigt er 30 Minuten. Wenn ich 12 mm hab, brauch ich 3 Minuten. Wenn ich es sehr genau anbiete, wird es sehr teuer. Aber manchmal braucht man es

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

für hohe Genauigkeit, vor allem bei historischen Gebäuden, z. B. Denkmalschutz. Das kann ich dann auch mit Fotos hinterlagern. Die Raumstruktur muss man sich anschauen. z. B. [Beispielprojektname], eine große Schule – dort haben wir Aufnahmen vom EG und Obergeschoss inkl. Stiegenbereich ca. 1500 m² - da brauche ich 27 Standpunkte – das sind 18 Punkte in einem Geschoss, Auflösung inkl. Farbaufnahme – hierfür wurden 4 Stunden benötigt. Von jedem Standpunkt habe ich dann eine Punktwolke. Diese Punktwolken muss ich dann referenzieren, d.h. um sie in ein System hinein zu bringen, muss ich hier Kugeln aufstellen bzw. mach ich Marken, die ich hin klebe, wo sich der Scanner daran orientiert. Diese müssen vorher mit Theodoliten ein gemessen werden. Dann habe ich die Punktwolken – Scan 1, Scan 2, Scan 3 usw., die schmeiße ich in einen Cluster hinein und dann werden sie referenziert, (B60) die einzelnen Scans. Wenn sie referenziert sind, dann klatsche ich sie zusammen und dann habe ich hier dieses Modell. Aus diesem Modell kann ich dann diese Bilder machen. Und zum Schluss, wenn ich es ausgewertet habe, kann ich direkt im Import der Punktwolke in Revit den Architekten oder in ArchiCAD und über die ifc-Schnittstelle ins Allplan.

Viele wollen dann nur einen Grundriss, Schnitte und Ansichten – das ist etwas einfacher, als wenn ich ein BIM-Modell baue.

Die 10 % die ein BIM-Modell wollen, wollen Qualität haben.

Bei einer richtigen BIM-Modellierung muss ich aus diesen Unterlagen mit sehr viel Handarbeit weitermachen, geht noch nicht automatisch. (B61) Die Aufnahmen mit dem Laser-Scan, dann die Einzelscans – diese bringe ich dann in dieser Gesamtpunktwolke zusammen und dann muss ich mit dieser Software die einzelnen Bauteile überall angreifen und dann die Platzierung in Revit und die Nachbearbeitung in Revit. Die Platzierung dieser Bauteile erfolgt manuell. Man kann hier Ansichten von oben, mit Schatten innen oder Beleuchtung oder von unten, oder man kann einen Horizontalschnitt machen, etc. Ein Vorteil ist, man kann da alle Details dem Bauherrn zeigen. Bessere Vorstellbarkeit für den Bauherrn.

Wie erfolgt die Erhebung der Bauteile z. B. die Aufbauten einer Vermessung?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Das ist eine Sache Bautechniker. Kann Ihnen Hr. Prof. [Name des Partners] besser erklären, (B62) als ich.

Auch Vereinbarungssache mit dem Auftraggeber.

Üblicherweise nimmt man sich grundsätzlich die Bestandspläne her, die da sind und man schaut, ob die weitgehend entsprechen, dem ausgeführten Bau. (B63) Insbesondere dass man schaut, sind da Zwischendecken eingebaut, denn man hat oft um Heizkosten zu sparen bei besonders hohen Räumen Zwischendecken eingebaut, oder ob man aus sonstigen Gründen Leitungen reinlegt, etc. Sind diese Pläne weitgehend vertrauenswürdig, dann kann man es nach diesen Plänen machen. Wobei man aber meistens hier und da eine Bohrung macht, um festzustellen, stimmt das. (B64)

Man muss sich aus den Unterlagen ein Bild machen, wie schaut das Gebäude heute aus, im Verhältnis zu früher. Aus vertrauensvollen alten Plänen. Wenn diese nicht vertrauensvoll sind, muss man gegebenenfalls an typischen signifikanten Stellen die typisch für das Gebäude sind, Proben machen. Entweder Probeschlitze oder Probebohrungen. (B65) Bei den Probebohrungen, wenn ich z. B. den typischen Aufbau einer tragenden Wand wissen will, schaue ich in einem Raum wo nicht wirklich was passieren kann, vorzugsweise in oberen Stockwerken, da die Wände nach oben schmäler werden. Materialprüfung - wenn man nicht weiß, welcher Baustoff ist das, gibt es Labors(B66) z. B. Camillo-Sitte die genau den Stoff prüft. Oder Baufachleute, die sich aus Erfahrung mit diesen Dingen sehr gut auskennen. Beim BIM immer nur die Besten heranziehen.

Wenn Sie eine BIM-Bestandsaufnahme machen, werden Kenndaten wie U-Werte ermittelt?

Das sind Dinge die Vereinbarungssache sind und die dann ein Bautechniker durchführt. Wenn die das nicht können, muss man Fachleute beiziehen. (B67) Unheimlich wichtig ist es ein Netzwerk aufzubauen. Dort habe ich die besten Spezialisten, die es gibt. Man muss sich aber auch einbringen. Austausch von Wissensgütern auf hohem Niveau.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Erstellung des BIM und Weiterbearbeitung der Daten zum Model.

Wie werden die Daten importiert und was ist das Ergebnis daraus?

Beim Laser-Scan ist es die Punktwolke, bei anderen Ergebnissen kann es z. B. ein dwg 3-D-Modell sein, (B68) es kann auch sein, dass man es in ArchiCAD liefert oder in Revit.

Wir liefern üblicherweise nur das Volumenmodell und die Eigenschaften dazu kommen dann vom Bautechniker. (B69)

Weiterbearbeitung des Modells, werden die Bauteile dann manuell in die Punktwolke eingebaut?

Nähere Infos bei Hrn. [Name Mitarbeiter] (B70)

Tipps bei der Anwendung von BIM im Bestand?

BIM auf der grünen Wiese ist komplex und BIM im Bestand ist komplex zum Quadrat.(B71)

Welche Entwicklung in der nahen Zukunft sehen bzw. wünschen Sie sich auf diesem Gebiet?

Ich war immer jemand, der gewisse Regeln gebrochen hat und habe mich auch nicht immer gleich zufrieden gegeben, mit dem was existiert. Und wenn man was Neues macht ist es immer wieder dasselbe System. Zuerst wird es belächelt, dann wird es umkämpft und zum Schluss will jeder selber die Idee gehabt haben. Das ist bei neuen Dingen so. Und ich bin mit einigen Dingen durch die Wand gegangen. Das Wort „unmöglich“ sollte so klein wie möglich geschrieben werden und nicht aufgeben, wenn etwas nicht so funktioniert, lebenslang auf der Suche nach Herausforderungen zu bleiben. Immer lernen, immer bereit sein, etwas Neues anzufangen, was andere noch nicht gemacht haben. Ist nicht immer leicht. Wenn man sich auf neue Dinge einlässt, kommt es manchmal auch zu Schwierigkeiten.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Interview 3

Fachgebiet des Interviewpartners:	Softwareentwicklung
Interviewdauer:	2 h 24 m
Ort, Datum des Interviews:	Wien, 18.12.2015

Allgemeine Fragen:

Was ist Ihr Fachgebiet und Ihr hauptsächlicher Tätigkeitsbereich?

Mein Zuständigkeitsbereich hier bei A-Null ist ArchiCAD als Produkt, ArchiPHYSIK für Energieausweisberechnung, ArchiAVA für Ausschreibungen und auch die Vermessungsgeräte. (C1)

Für die Schulung bei den Kunden – Einschulung für den Umgangsbereich mit ArchiCAD – Einbringung ins CAD, was die Bauaufnahme betrifft und auch die Betreuung der Kunden, wie Verkaufsgespräche und Präsentationen. (C2)

Fix angestellt bei A-Null, vom Nebenjob neben dem Studium, zum Hauptberuf.

Wie viele Mitarbeiter sind bei Ihnen beschäftigt?

10 Mitarbeiter sowie einige freie Mitarbeiter wie Studenten. (C3)

Welche Bauten werden von Ihnen hauptsächlich bearbeitet? Industriebauten oder Wohnbauten?

Es sind hier bei uns in Wien in der näheren Umgebung eher die Mehrfamilienwohnhäuser bzw. Zinshäuser. Aber auch schon einige Industriebauten sowie einen Auftrag für Sakralbauten. (C4)

Hauptsächlich aber Mehrfamilienwohnhäuser wie Dachbodenausbau, Sockelsanierung und Wohnungsumbauten, vor allem deshalb, weil die

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Bestandspläne hier nicht so eruiert werden können bzw. veraltet sind und nicht mehr aufliegen. (C5)

Wer sind die Auftraggeber bei solchen Zinshäusern? Sind das eher Private Auftraggeber oder öffentliche Einrichtungen?

Das sind Architekten selbst, die die Planung dann durchführen werden, die aber keinen Bestandsplan haben. (C6)

Wie viele Projektbeteiligte gibt es bei der Gebäudeaufnahme? Sind es vor Ort die Selben Beteiligten die das Projekt dann weiterbearbeiten?

Im Idealfall ist es eine und dieselbe Person, die den Scan aufnimmt und dann auch die Stationierung des Scan vornimmt und die Verarbeitung in ArchiCAD durchführt.

Manche Projekte werden aber an Planungspartner weitergegeben, wo zwischen 1 bis 3 Personen involviert sein können. (C7)

Es kann aber auch ein Auftrag sein, dass den Scan ein Vermessungstechniker macht. Der Vermessungstechniker stationiert dann auch und die Daten können dann weitergegeben werden an ein Architekturbüro, die dann die Pläne daraus zeichnen. Es sind dann 2 Büros daran beteiligt. (zwischen 2-4 Personen)

Abhängig vom Auftraggeber und von der Größe des Projekts(C8) (von der Technologie der Punktwolkenverarbeitung gesprochen).

Wenn es ein FlexiJet oder Archimeter ist, jenes Aufmaßsystem, dass man vor Ort direkt in den Laptop in ArchiCAD einmisst. D. h. man zeichnet dann gleich vor Ort, meistens ist eine Person am Projekt involviert. (C9)

Mit welchen Datenformaten arbeiten Sie? Gibt es da ein spezielles Datenformat wenn man von der Punktwolke ausgeht, der die Punktwolke in das Weiterbearbeitungsprogramm in ArchiCAD umwandelt?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die Punktwolkenverarbeitung haben ihre eigenen Dateiformate. Kann man nicht 1:1 einlesen. Diese Scan-Daten werden vom Scanner hergestellt und dann mit einer Scanner-Software verarbeitet. (C10)

Rohdatenverarbeitung ist die Stationierung dieser Punktwolken zueinander, die sind in RGB-Farben zu versehen. Und es wird alles noch fotografiert in 360°. Hinter diesem Panoramabild liegen dann die gemessen Scan-Punkte.

Export-Formate

Von der Faro Software ist dann die Scene Software, die verarbeitet einmal die Rohdaten vom 3-D-Scanner. Das ist dann eine Faro-Laserscan-Projektdatei (.ls Project Datei). Die machen die CADs nicht automatisch auf. (C11) Da gibt es die Variante, dass man für die CADs für ArchiCAD eine extra Punktwolke exportiert. Die kann dann das Dateiformat E57 haben. Oder es kann dann dazwischen noch eine andere Software, die die Scan-Projektdaten von Faro besonders aufbereitet für CAD.(C12)

Es gibt da eigene optimierte Programme von Punktwolken. Diese können eine ls-Projekt Datei direkt öffnen und verarbeiten, (C13) z.B. einen Schnitt durch legen oder sie können das Panoramabild wirklich aufmachen und diese Bildmessung durchführen. Man zeichnet dann diese Punktwolke direkt nach. (C14)

Besondere Software z. B. PointCab for BIM oder Points of BIM. Diese können diese ls-Project-Dateien aufmachen und es entsteht dann ein Panoramabild und man kann dann 360° im Raum blicken und an diesem Raum nachzeichnen(C15) mit Mausklick. Und dann zeichnet man die Wände nach und die Fenster und Türen, Gewölbe, Höhenmessungen, OK, UK. Man kann mit ein paar Klicks sämtliche Informationen raus zeichnen. Man holt dann die gesamte Punktwolke in CAD herein. (C16)

Die Weitergabe von PointCab in das CAD, ist das schon ein BIM-Modell oder 3D-Körper? Die Punkte selbst werden dann auch noch mitgegeben?

Die Punkte selbst dann nicht mehr. Die Punkte dienen um die Koordinaten von dem Element zu haben. (C17) Aber ob das eine Wand oder eine Türe ist, erkennt man nur an der Geometrie und Farbe.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Mit dem PointCab kann man z. B. einen 3 Zentimeter-Schnitt durch die Punktwolke machen – vektorisiert. Diesen vektorisierten Schnitt holt man dann in CAD hinein.(C18)

D.h. die Datenwiedergabe erfolgt im CAD-spezifischen Format, das dann eingelesen werden kann, und zu diesem Zeitpunkt hat es nichts mit IFC zu tun. Das kommt also später.

Ja, IFC kommt dann auf der anderen Seite des CAD, wenn das CAD-Modell gezeichnet wurde, dann kann man das auf ifc exportieren. (C19)

IFC hat dann diese Deklarationen – was sind Wände, was sind Decken, was sind Fenster und auch die besonderen Eigenschaften dieser, z. B. dreiflügelige Fenster, bestimmte Materialien, etc. (C20) Das kann man dann weitergeben für die Haustechniker oder andere Planer.

Zur Zusammenfassung:

Scanner – der die Rohdaten hat

Scan-Software – die diese Rohdaten verarbeitet

Scan-Daten – im Zwischenformat wie PointCab oder Points for BIM in CAD aufbereiten lassen oder von den Scan-Daten eine Punktwolke erstellen und diese Punktwolke ins CAD importieren. Dann verarbeiten – Wände und Decken daraus machen und dann kommt danach IFC.

IFC -Übergabe oder IFC zum Modell überprüfen. (C21)

Diese Lösung mit dem Points for BIM, dieser Zwischenschritt von der Punktwolke ins CAD-Programm, ist speziell für ArchiCAD?

Das Points for BIM ist schon etwas für ArchiCAD. Wir verwenden es für ArchiCAD.

Es gibt ein besonderes Add-On, das nimmt sich Informationen von Points for BIM heraus und gibt es an ArchiCAD weiter.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Es gibt zwar Points for BIM für andere CAD-Formate, die heißen dann aber anders.

Points for BIM ist für ArchiCAD.

PointCab kann für andere CADs verwendet werden, z. B. für Revit. (C22)

Gibt es Probleme beim Import und Export in andere Software? Gibt es Komplikationen im Bereich von BIM-Modell oder IFC?

Das ist dann der Bereich von später wenn das Modell einmal steht.

Bei IFC kann es sein, dass die Software etwas anderes interpretiert als gemeint war. In der Regel klappt es aber meistens. (C23)

Wenn es ArchiCAD ist kann ein Vermessungstechniker die ls-Project-Datei weitergeben. Wenn er Points for BIM oder PointCab hat kann er es sich selber zeichnen.

AutoCAD-Anwender bekommt ein 2D-Modell - Liniengrafik.

Nemetschek beherrscht auch IFC.

Bei der Bestandsaufnahme, wie funktioniert die Abrechnung? Nach Aufwand?

Wir nehmen sehr gerne die Bruttoflächen her und dann den gewünschten Detaillierungsgrad, der gewünscht ist. Es wird dann ein m²-Preis berechnet. (C24)

Bei der Vermessungstechnik wird unterschieden ob sie nur die Vermessung haben wollen oder gleich einen Plan auch haben wollen. Dann kommt noch der Aufwand für das Planzeichnen dazu.

Ein 3D-Aufmass ist etwas teurer als ein 2D-Aufmass. Der Vorteil liegt aber darin, dass man sich die Schnitte legen(C25) kann, wie man sie braucht.

Beim 2D-Aufmass kommt dazu, dass man die Schnitte selber zahlen muss. Man hat da nur 2 bis 3 Schnitte und das 3D-Modell hat viele Schnitte.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Erhebung der Geometrie und Gebäudedaten:

Wie wird die Geometrie erhoben?

2 Varianten:

- 3D-Aufmass mit dem Laser-Scanner um eine Punktwolke zu erstellen. Gerät wird in den Raum gestellt, dreht sich dann und je nach gewünschter Punktwolkendichte (4 bis 15 Minuten), wird pro Raum gemacht.

- Variante mit dem Flexijet. Da wird dann direkt vor Ort gezeichnet. Ein Flexijet mit einem Dreibein mit einem beweglichen Display oben drauf und einem Laptop. Beide sind dann über Bluetooth miteinander verbunden. (C26)

Man arbeitet im CAD aktiviert mit ArchiCAD. Man aktiviert das Handwerkzeug und anstatt mit 2 Mausklicks die Wand zu zeichnen, misst man mit dem Laser den Anfangs- und den Endpunkt der Wand. Und in ArchiCAD zeichnet sich dann diese Wand. Wird dann bei allen Wänden so gemacht und bei den Fenstern auch (Diagonale einmessen, Rücksprungtiefe) und das Fenster platziert sich dann in der richtigen Wand. Bei den Türen auch. Dann kann man auch die Höhenmessung machen. Boden-, Decken-, Unterkante. Von Raum zu Raum.

Vorteil ist man geht mit einem gesamten Plan nach Hause.

Bei der Punktwolke geht man mit dieser Punktwolke ins Büro und man muss diese Punktwolken verarbeiten.

Beide Varianten haben ihre Vorteile.

Es ist auch eine Kostenfrage.

Wie genau ist die Bestandsaufnahme? Liegt die im mm-Bereich?

Ja im mm-Bereich. (C27)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Flexijet Gerätemessung und Faro 3D-Scanner, die Geräte haben eine gewisse Toleranz in der wir uns bewegen.

Der Flexijet ist speziell für Innenräume.

Der Faro 3D-Scanner ist auch im mm-Bereich.

Ungenauigkeiten könnten z. B. bei der Stationierung entstehen.

Wie lange würde z. B. bei einem Mehrfamilienhaus eine Bestandsaufnahme dauern?

z.B. bei einem 2.000 m² Haus – 4-5 Tage, die gesamte Bestandsaufnahme würde in einer Woche fertig sein. 1 ½ Tage mit dem Scanner vor Ort, 2-3 Tage wird dann gezeichnet. (C28)

Bei einem Einfamilienhaus – 300 m² - ca. 3 Tage. (C29)

Wie ist es mit der Erhebung von Bauteilen bzw. Aufbauten? Wird das von Ihnen auch gemacht?

Man bohrt keine Löcher in die Wand um die Aufbauten und Putzstärke zu ermitteln. Also zerstörungsfrei, man macht das mit Annahmen. (C30)

Wenn man es richtig erheben will, muss eine Revisionsöffnung geöffnet werden.

Wir hatten erst einmal Pläne erhalten, wo Aufbauten vermerkt waren. Diese haben wir dann übernommen.

Wir selbst können nur Revisionsöffnungen aufmachen oder lockeren Putz abschlagen. Der Rest dann von einer anderen Firma durchgeführt, z.B. Vermessungstechniker (C31) Fa. [Name Partnerbüro].

Erstellung des BIM-Modells bzw. die Weiterbearbeitung der Daten zum BIM:

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Um die Informationen in den Drucker zu bekommen, gibt man die Kerndaten ein.

Vermessung vor Ort. Aufmassdaten nachzuzeichnen mit ArchiCAD. (C38)

Spezielle Tipps für die Herangehensweise, wenn man mit BIM im Bestand arbeiten will? Was zu beachten ist.

Tipps evtl. zum Scanner oder zu FlexiJet und mit dem technischen Umgang und Tipps zur Nachbearbeitung mit ArchiCAD.

Es ist hier die Genauigkeit oft Thema, da die Vermessungstechnik hier ganz etwas Wichtiges ist. Für den Architekten aber nur spezielle Situationen so extrem genau benötigt wird, für den Vermessungstechniker es aber selbstverständlich ist so genau zu arbeiten(C32) – soll heißen dass man nicht jede Unebenheit bzw. jede Krümmung so als Information dem Architekten weiter gibt, beschränken wieder andere Informationen, weil sie gekrümmt sind. Diese Infos hätte aber gerne der Architekt für einfaches Bearbeiten. Gerade Wände gehen dann noch einfacher zu bearbeiten. Dem Architekten ist es dann lieber dass man vom Putz unebene Wände einfach nicht so darstellt, sondern ausgleicht, mit der Toleranz von 1-2 cm, aber dafür ist dann die Wand gerade durchgezogen. (C33) Es ist dann einfacher Türen zu platzieren oder daraus eine mehrschichtige Wand machen und kann dann automatische eine Dämmung an der anderen Seite anbringen lassen.

Es gibt dann eine besondere Funktion dazu: Wenn es gekrümmt ist oder polygonal muss man wieder besondere beachten, dass es richtig gut ist. Man muss selber eingreifen in diesen automatischen Vorgang in ArchiCAD. Es kostet mehr Zeit um diese Genauigkeiten so aufzunehmen, auch für den Architekten um diesen Plan zu bearbeiten. Oft zu genau.

Nur z.B. bei einem Aufzugsschacht, da braucht man diese Genauigkeit. (C34)

Absprache Vermesser und Architekten – betreffend Toleranzen/Genauigkeit. (C35)

Bei der Bearbeitung in ArchiCAD haben wir eine kleine Toleranzoption drinnen – man misst die Wandstärke am Anfang und am Ende der Wand und hat dann keine einheitliche Stärke. Ist dann keine gerade, einfache Wand, sondern eine

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Trapezwand. Die Wand wandelt sich dann automatisch in eine Polygonwand um, mit 1 bis 2 cm Toleranz.

Bei Decken, z.B. beim Bodenaufbau da gibt es einen tragenden Teil und einen abgehängten. Kein massiver Körper den man dann durchzeichnet bei den Geschoßdecken, sondern auch 3 Bauteile, wie es sein sollte. Die kann man auch unterschiedlich bearbeiten – man kann aus dem Obersten bei der Sanierung dann einen mehrschichtigen Bauteil machen und den unteren kann man dann für die Putzstärke oder für die abgehängte Decke nehmen und dazwischen muss dann der tragende Bauteil sein. z.B. Eruierung durch Revisionsöffnung. Sehr flexibel.

Vermessungstechniker oder Kunden aus einem Architekturbüro die sich so ein Gerät kaufen, bekommen da nicht nur Schulung, um dieses Gerät zu bedienen sondern auch ArchiCAD, wäre dann der optimale Umgang mit diesen Aufmaßen. Da sind der Detaillierungsgrad und die Genauigkeit mit der man arbeiten möchte, ein wesentliches Thema.

Welche Entwicklungen sehen Sie in naher Zukunft auf diesem Gebiet?

Dass das Scannen, so wie es jetzt einfach mit der Faro Software zu machen ist, dass die forciert werden wird. Die wird bevorzugt werden, gegenüber dass man direkt vor Ort misst (Dauer, Schlechtwetter, etc.). Bevorzugte Variante – scannen und dann später verarbeiten. Ist aber auch teurer, das Gerät ist auch teuer. Hier steckt auch eine höhere Technologie dahinter(C36), um so eine Punktwolke zu erstellen. (GPS-Daten, Höhenmesser, etc.). Man wird auf mehr Schnelligkeit, mehr Einfachheit, mehr Komfort gehen.

Eventuell einfachere Geräte – müssen keine Dreibein-Geräte sein, evtl. welche die man auch mit der Hand tragen kann. z. B. gibt es schon so einen Handscanner, um Detailaufnahmen einzuscannen. – für Fassadengliederung. (C37)

[Nach dem Interview wurde ein Laserscanner sowie ein Beispielprojekt hergezeigt]

Zum Scanner:

Der macht die Rohdaten.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Scandauer – je höher die Auflösung, desto länger dauert der Scan.

Ergebnis – Scanner-Software – fertiges Projekt – 4 Stationierpunkte – 4 x der Scan eingestellt – Panoramabild. (C38)

Sense-Software

Punkte werden zueinander angefügt – jeder Standpunkt mit einer eigenen Farbe – die Draufsicht, die Seitenansicht – da sind die Punkte die gemessen wurden.

Die Punkte werden grob zu einander positioniert – wie sie einmal sein sollen, dass sie deckungsgleich darüber passen und dann lässt man sie zueinander berechnen.

Scan positionieren – Punktwolken (C39)

Vorteil – schneller Rechner

Man kann diese Scans auch anders darstellen lassen – nicht nur die Punkte sondern auch mit Farbe eingefärbt. Man sieht dort alles was platziert ist, Tische, Stühle.

Je mehr Punktwolken vorhanden sind, desto schärfer ist es abzulesen.

Beispielprojekt [kurze, stichwortartige Erklärung]

- ls-project-Datei – dwf und dwg-Datei und macht einen Schnitt – Bilddatei, da ja Punktwolken. Keine Vektordatei.
- Grundriss
- mit dem BIM-tools wird dann nachgezeichnet - Panoramabild
- dann wird gemessen – 3-D-Punkt – im ArchiCAD wird die Wand aktiviert –
- Wandstärke – und dann ist im ArchiCAD eine Wand gezeichnet
- Das geht dann auch für Fenster und Türen.
- Nullpunkt festlegen. Werkzeug dazu für die Bemassung.
- Dann für die Decke.
- Wandoberkante messen und die Unterkante (0,0)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

- So wird der Plan nachgezeichnet.

- Die Grundrisse, Ansichten und Schnitte, die es im PointCab gibt, lassen sich dann

- in ArchiCAD importieren.

- visuelle Kontrolle

Punktwolke – die richtig zu verarbeiten – und dann richtig modellieren in ArchiCAD und daraus ein BIM-Modell macht. Mit unterstützenden Informationen z. B. Grundrisse, Schnitte. – Flexibel mit PointCab.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Interview 4

Fachgebiet des Interviewpartners:	Vermessungswesen
Interviewdauer:	28 m
Ort, Datum des Interviews:	Wien, 19.12.2018

Interview 4

Was ist Ihr Fachgebiet und hauptsächlicher Tätigkeitsbereich?

Wir sind Ingenierkonsultanten für Vermessungswesen mit mehreren Fachbereichen, wie z.B. die klassischen Teilungspläne, Katastervermessungen, Vermessungen im Bau, Absteckungen, Photogrammmetrie, 3D-Stadtmodelle, Datenvisualisierungen, Datenmanagement, Bildverarbeitung mit Drohneneinsatz, Laserscanning, Tunnelvermessungen, Brückenvermessungen.(D1)

Wir decken also das ganze Gebiet des Vermessungswesens(D2) ab. Und zusätzlich auch noch sehr viel im Bereich mit Bildverarbeitung, wenn es darum geht große Datenmengen zu visualisieren, und natürlich auch das CAD-BIM.

Wie viele Mitarbeiter sind in ihrem Büro beschäftigt?

In Wien so um die 50. (D3)

Welche Art von Gebäude wird hauptsächlich bearbeitet?

Alles was im Bestand aufgenommen werden muss. (D4)

Und bei Neubauprojekten die Kontrolle(D5) bis Zoll.

Wer sind die Auftraggeber?

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Private und öffentliche Auftraggeber im Verhältnis 50:50. (D6)

Wie viele Projektbeteiligte gibt es bei Ihnen in der Regel?

Wir versuchen in der Regel, dass die Person die vor Ort auswertet, sprich den Laserscan durchführt, sich auch um die Erstellung des BIM-Modells kümmert. Da wenn man vor Ort ist auch den Vorteil hat, dass man weiß wie die Lage vor Ort aussieht, und das ist ein Vorteil bei der Konstruktion. (D7)

Max. 5 Personen pro Projekt. (D8)

Welche Schnittstellen gibt es bei Ihnen intern? Sind diese 5 Personen durchgehend damit beschäftigt, sprich von Anfang bis zum Ende des Projektes? Oder wird das dann weitergegeben?

Ist abhängig von der Auftragslage. Im besten Fall ist natürlich durchgehend. (D9)

Es gibt aber natürlich auch Projekte, die sich etwas verzögern. Oft ist das Thema, gerade bei der Vermessung, man kann nicht alles auf einmal vermessen, d.h. man macht das Ganze in mehreren Abschnitten, z.B. wenn bei Wohnungen manche Bereiche nicht zugänglich sind. (D10) Und da kann es dann zu Verzögerungen, Pausen, innerhalb des Projekts kommen.

Im besten Fall durchgängig. Und dann arbeiten 5 Personen gleichzeitig daran.

Mit welcher Software wird bei ihnen gearbeitet?

Mit allen Gängigen: Revit, ArchiCAD, Nemetschek, PointCab. (D11)

Mit welchen Datenformaten arbeiten Sie?

Das ist abhängig vom Auftraggeber. (D12)

Bei ArchiCAD ist es PLA, bei Revit RVT oder IFC. (D12-1)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie werden die Daten weiter gegeben?

An ArchiCAD Kunden eher im PLA-Format, IFC eher selten. Meistens liefern wir PLA-Format oder Revit RVT. (D13)

Gibt es Probleme beim Import oder Export oder auch Software-intern?

Bei ArchiCAD ist das Problem der verschiedensten Versionen. (D14)

Zwischen den unterschiedlichen Herstellern ArchiCAD und Revit ist auch ein Problem. Das IFC übernimmt nicht alle Daten. (D15)

Das nächste Problem bei ArchiCAD ist, dass nur geringe Datenmengen/Punktwolken dargestellt werden können. (D16)

Der Laserscanner kann 2 Millionen Punkte pro Sekunde bei 3 Minuten Dauer der Aufstellung ergeben das durchschnittlich 180 Millionen Punkte pro Aufstellung. Bei größeren Projekten, wie z.B. [Beispielprojektname] sind es mind. 2000 Aufstellungen und da summiert sich die Datenmenge. Und da das ArchiCAD nur 2 GB sprich 2 Milliarden Punkte darstellen kann, stellt das ein Problem dar. Und da wir uns im TB-Bereich befinden, ist es hier ein großes Problem.

Wie funktioniert grundsätzlich die Abrechnung? Wird nach Aufwand oder Gebäudevolumen abgerechnet?

Eigentlich immer nach dem m²-Preis.

Und wenn es wirklich nicht abschätzbar ist, z.B. im Anlagenbau, dann auf Stundenbasis. (D17)

Was kann man als m²-Preis rechnen?

Das hängt natürlich von der Komplexität ab – reicht von € 2,00 bis € 12,00 pro m².(D18)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Wie wird bei Ihnen grundsätzlich die Geometrie erhoben?

Das ist abhängig von der Aufnahmesituation(D19) – es gibt oft Kunden, die den Vermesser im Haus haben wollen – dann mit Handheld-Scanner, wo innerhalb von wenigen Sekunden Räume aufgenommen werden können.

Mit einer Punktwolke, diese wird dann weiter ausgewertet.

In der Praxis hat sich die Kombination von diesen unterschiedlichen Systemen bewährt.

Mit welchen Geräten arbeiten Sie da?

Terrestrischer Laser-Scanner und Handheld-Systeme. (D20)

Die Handheld-Systeme verwenden zwar dieselbe Aufnahmeart, sind aber mobil?

Genau. Von der Genauigkeit der Auflösung ist der Handheld-Scanner zwar ein bisschen weniger als der Laser-Scanner(D21), aber dasselbe Prinzip. Und im Endeffekt entstehen Punktwolken und Panoramas.

Wie genau ist dabei die Bestandsaufnahme?

Abhängig vom Kunden – der Laser-Scanner liegt ja bei einer Genauigkeit von 1 mm.(D22)

Max. 1-2 cm, oft sind Spiegelungen, Glasflächen.

1-2 cm ist die Genauigkeit, die man erreicht. (D23)

Wie lange dauert so eine Bestandsaufnahme ungefähr?

1 Scan braucht ca. 2 Minuten in, Farbe ca. 2 ½ oder ohne Farbe 1 ½ Minuten.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Und pro Tag schafft man so ein paar Hundert Scans. (D24)

Mit Handheld-System funktioniert das schneller. (D25) Da geh ich einfach mit dem System durch die Räume durch.

Welche Arbeitsschritte gibt es?

Zuerst einmal die Planung, da benötigen wir von den Auftraggebern Grundrisspläne, falls es die gibt. Dann wird geplant, wo stelle ich mich auf, dann werden grob die Positionen eingezeichnet. Beim Handheld-Scanning, wie gehe ich die Bereiche effizient ab, sodass man keinen Bereich auslässt. (D26) Dass man die Standpunkte so wählt, dass man nicht unnötig viele Standpunkte ein misst. Und das vorher angesprochene Problem mit den großen Datenmengen gibt es hier wieder, denn je weniger Standpunkte ich benötige desto weniger Daten gibt es dann zum auswerten.

Dann Vorbereitung – sprich für Laserscanner anbringen der Passpunktmarken.(D27)

Im Gebäude arbeiten wir dann meistens mit mehreren Laserscannern gleichzeitig, denn wenn man einen aufstellt, kann man den zweiten gleich weiter versetzen, sodass man keinen Stillstand hat. Und damit hat man gleichzeitig bereits die Einmessung der Passpunktmarken durchgeführt über den Tachymeter. Dafür sind meistens mehrere Teams gleichzeitig simultan im Gebäude unterwegs. (D28) In der Praxis ist es oft so, dass nur 1 Team rein darf. Ist abhängig vom Bauherrn bzw. den Gegebenheiten vor Ort.

Wie erfolgt die Erhebung der Bauteile bzw. die Aufbauten und Schichten?

Es ist eher nicht die Aufgabe des Vermessers den Schichtaufbau zu bestimmen. Wir definieren eher nicht tragend bzw. tragend, also die Dinge die sichtbar sind, erfassen wir. Oberflächen erfassen wir natürlich auch(D29), also Holz. Beim Laser Scanner gibt es dieses Panorama dazu, zusätzlich werden noch Videos gemacht, abhängig in Ab- bzw. Rücksprache mit dem Auftraggeber, ob es erlaubt ist. Und anhand dieser Videos definieren wir bzw. sehen wir, was ist was. Es werden Fotos und Skizzen gemacht, es werden aber auch Informationen z.B. zum Fenstertyp mit aufgenommen. Mit einem Tablet, da wird dann pro Raum alles notiert.(D30) Wird

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

aber meistens vom Architekten gemacht und kommt in der Vermessung nur selten vor.

Wie kann z. B. der U-Wert ermittelt werden? Ist natürlich schwer möglich, da die genauen Aufbauten nicht mit aufgenommen werden können.

Wir haben schon hin und wieder Projekte, wo ein Bauingenieur mit uns gemeinsam die Aufnahme macht oder der Haustechniker. (D31) Was wir öfters machen ist, wir machen den Scan und schicken die Fotos den Haustechnik-Experten und der trägt die Rohre und jeweiligen Definitionen usw. ein.

Wie werden die Daten vom Scanner in Ihr CAD-System importiert und was ist das Ergebnis daraus? Bekommen Sie im Programm eine Punktwolke?

Die Daten kommen roh aus dem Laser-Scanner raus, sie sind vorregistriert, d.h. sie sind zueinander angepasst. Dann wird im Büro die Feinregistrierung durchgeführt. Vor allem auf Doppellinien achten. Das passiert beim Laser Scan leider oft, da die Programme noch nicht so ausgereift sind.

Daten kommen vorregistriert vom Laserscanner in die jeweilige Software, dort wird die Registrierung gemacht, die Passpunkte, die extra ein gemessen werden, werden mit eingespielt. Falls notwendig ein Nivellement dazu gespielt, um wirklich exakt die Höhe zu bestimmen. Dann kommen diese registrierten Daten in die Software PointCab. In der Software werden Schnitte gerechnet und anhand dieser Schnitte wird dann digitalisiert.

Wir haben im Haus eine eigene Software entwickelt, mit der wir unlimitiert große Datenmengen visualisieren können, d.h. die ganzen Messungen werden in der Software extra durchgeführt und dann im Modell eingetragen.

Das heißt, vom Laser selber kommen die Punktwolken in ein Zwischen-Registrierungsprogramm, wo dann die Einzelscans angeordnet werden. Danach

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

kommen die Punktwolken in das nächste Zwischenprogramm, das Point-Cap, und dann in das jeweilige Zeichenprogramm. (D32) Und gleichzeitig neben dem Point-Cap in die eigene Software und dort stellen wir die gesamte Punktwolke dar und in der Software können wir dann noch zusätzlich digitalisieren. Wir haben auch auf dem Tablet diese Software mit dabei und wenn wir bereits Punktwolken im Programm haben und dann vor Ort sind, können wir dann gleich Hyperlinks setzen und Fotos damit verknüpfen(D33), um die spätere Auswertung möglichst einfach zu gestalten. Diese Software wurde von uns selbst mit einer australischen Spielefirma entwickelt.

Wird diese Software auch vertrieben?

Ja die wird weltweit in 60 Ländern vertrieben. Ist eigentlich der Standard bei Punktwolken für große Datenmengen geworden.

Wie wird dieses Modell weiter bearbeitet, sodass ein BIM entsteht? Wie werden dabei die restlichen Daten eingearbeitet?

Wir sind jetzt im jeweiligen Zeichenprogramm mit der berichtigten Punktwolke und wie werden dann aus der Punktwolke BIM- kompatible Bauteile?

Ist stark abhängig vom Kunden und von den Anforderungen.

Aber generell von den Daten, die wir aufnehmen - die unterschiedlichen Oberflächen werden im ArchiCAD einmal aufgebaut. Die Schichten, wenn man sie aufbauen kann z. B. bei den Decken – abgehängte Decke, Rohdecke, Fußbodenaufbau und auch Wandschichten. (D34) Man kann sich auch mit diesem Ground Penetration Radar die Daten selber generieren.

Man sieht dann z.B. ob Leitungen in der Wand vorliegen bzw. wo sich die Stahlträger befinden. Aber alle Daten, die wir erhalten, spielen wir ein. (D35)

Und die Modellierung erfolgt dann manuell anhand der Punktwolke?

Es kommt darauf an, wir haben auch automatisierte Verfahren. Es stellt sich halt die Frage, wo das automatisierte Verfahren Sinn macht. (D36)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Beim BIM geht es nicht darum, ob eine kleine Abweichung ist, sondern die Decke ist eine Decke. Das ist dann ein Problem bei den automatischen Verfahren, dass wenn die Decke durch gewölbt ist, dann sind das mitunter 4 Ebenen. Und dann ist der Aufwand größer. (D37)

Also ist manuell das momentan Gängige. (D38)

Bei Leitungen ist das eventuell was anderes. Im Anlagenbau gibt es dann schon Programme, wo man automatisch oder semi-automatisch Leitungen mal selektiert, d.h. ich klicke dann auf die Leitung und das Programm findet dann das beste passende Modell(D39) zu den Leitungen dazu.

Aber je komplexer umso sinnloser ist das automatische System. (D40)

Haben Sie spezielle Tipps aus ihrer Erfahrungen, bei der Herangehensweise wenn man BIM im Bestand erheben will?

Das man auf die Vermessungsdaten aufbaut. Was oft passiert, ist das man zwar das ganze Gebäude aufnimmt, aber dass bereits aus älteren Bestandsplänen erstellte BIM-Modell führt zur Kostenersparnis. (D41) Birgt aber große Probleme. Die Aktualisierung eines existierenden BIM-Modells ist sehr mühsam. Wir sehen im BIM aber die Zukunft.

Welche Entwicklung sehen sie in der nahen Zukunft auf diesem Gebiet?

Automatisiertere Erstellung des BIM oder zumindest automatisiertere Modellierungsmöglichkeiten. Schnellere, leistungsfähigere Programme. (D42) ArchiCAD ist leider für Vermesser nicht so stark, um diese großen Datenmengen verarbeiten zu können. Da wird sich in Zukunft sicher etwas tun und dass es vielleicht einmal einen Standard gibt, mit dem BIM-Modelle generiert werden sollen. (D43)

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.