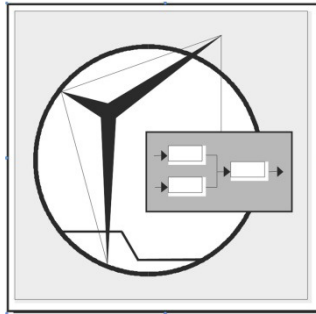


Bauhaus – Universität Weimar

Fakultät Bauingenieurwesen
Professur
Baubetrieb und Bauverfahren



Bachelorprojekt

Analyse von Terminplänen

Eingereicht von:	Mathias Garisch	100064
	Eva Kutzner	110530
	Vanessa Oehler	110013
	Nicole Patzer	110555
	Carolin Schmeing	110349
Eingereicht am:	18.03.2014	
Erstprüfer:	Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Bargstädt M.Sc.	
Zweitprüfer:	apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Steinmetzger	
	Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Hollermann	

Zusammenfassung

Das Bachelorprojekt „Analyse von Terminplänen“ beschäftigt sich mit der Analyse der Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen Vorgängen des Bauablaufs. Die Problematik in der Terminplanerstellung liegt darin, dass ein Terminplan nicht alle Hintergrundinformationen abbildet und es daher zu Projektverzögerungen und Absprachefehlern kommen kann. Dieses Bachelorprojekt macht Gebrauch von bereits aufbereiteten Informationen zur genannten Problematik in Form eines vorangegangenen Bachelorprojekts und eines Masterprojekts, sowie einer Umfrage des Instituts für Bauwirtschaft der Universität Kassel.

In diesem Projekt werden 50 neue und 100 bereits existierende Terminpläne von diversen Unternehmen aus ganz Deutschland analysiert und ausgewertet. Die Analyse der Terminpläne basiert auf geführten Experteninterviews. Das Interview berücksichtigt Faktoren wie zum Beispiel Darstellungsformen, Detaillierungsgrade, Abhängigkeiten, Vorgangsdauern oder Planungsgrundlagen. Durch die Befragung von möglichst vielen Firmen konnte festgestellt werden, dass jeder Terminplanentwickler eine Vorgehensweise entwickelt, nach welcher er arbeitet. Außerdem ist in den Gesprächen deutlich geworden, dass das Theorie-Praxis-Gefälle sehr groß ist. Das heißt, dass theoretische Modelle aus der Ausbildung an beispielsweise Hochschulen, in der Praxis heutzutage wenig angewandt werden.

Nach der Analyse der Terminpläne und Auswertung der Interviews, werden die Daten in eine vom vorangehenden Masterprojekt erstellte Excel-Tabelle eingepflegt. Die vorhandenen Informationen werden dann anhand verschiedenster Diagramme verglichen und ausgewertet.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
1.1 Problem	1
1.2 Zielstellung	1
1.3 Methodik	1
2 Stand der Wissenschaft	2
2.1 Allgemeine Hinweise	2
2.2 Abhängigkeiten	2
2.3 Erkenntnisse	2
3 Beispielhafte Terminplananalyse	4
4 Experteninterviews	8
4.1 Terminplanbeschaffung und Befragungsmethodik	8
4.2 Stichprobe	9
4.3 Änderungen Fragebogen und Auswertungstabelle	12
4.4 Auswertung der Gespräche	12
5 Auswertung und Interpretation	13
5.1 Darstellung der Ergebnisse	13
5.2 Auswertung	14
5.2.1 Auswertung allgemeiner Daten	15
5.2.2 Auswertung des Bauvolumens zu Anzahl Vorgänge	19
5.2.3 Auswertung der Vorgänge	21
5.2.4 Auswertung des kritischen Wegs & der parallelen Vorgänge	30
5.2.5 Auswertung der Kardinalitäten der Vorgänge	31
5.2.6 Auswertung der Ausführungsstrategie	33
5.2.7 Auswertung der Abhängigkeiten	35
5.2.8 Auswertung der Anordnungsbeziehungen	38
6 Schlussteil	41
6.1 Zusammenfassung	41
6.2 Ausblick	43

Anhang A: Excel Tabelle und Terminpläne.....	44
Anhang B: Interviewbogen	47
Literaturverzeichnis	52
Abbildungsverzeichnis.....	53
Eidesstattliche Erklärung	55
Thesen	56

Abkürzungsverzeichnis

AOB	Anordnungsbeziehung
BIM	Building Information Modeling
BGF	Bruttogrundfläche
CAD	„Computer-Aided Design“; Rechnerunterstütztes Konstruieren
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

1 Einleitung

1.1 Problem

Terminpläne sind ein wichtiger Bestandteil für die Ausführung von Bauvorhaben. Sie dienen der Koordination einzelner Arbeitspakete und der Überwachung von Bauzeiten. Terminpläne werden nach unterschiedlichen Eigenschaften und Verknüpfungen, abhängig von der Art des Projektes oder dem gewünschten Grad der Detaillierung erstellt.

Auftretende Verzögerungen und anfallende Kosten können vermieden werden, wenn Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen ausreichend definiert und berücksichtigt werden. Das ist eine zeitintensive Arbeit und viele Terminplanersteller verzichten auf das Darstellen von Abhängigkeiten oder reduzieren sie auf die aus ihrer Sicht Wichtigsten. Dadurch entstehen Terminpläne, die nicht alle wichtigen Informationen darstellen. Es kommt zu dem Problem, dass nur eine Person den Terminplan ändern kann. Das Fehlen von lesbaren Abhängigkeiten kann dazu führen, dass falsche Schlussfolgerungen von anderen ausführenden Gewerken gezogen werden.

1.2 Zielstellung

Ziel der Arbeit ist es, die bereits bestehenden Analyseergebnisse aus einem Bachelor- und Masterprojekt mit weiteren Daten zu ergänzen. Die Ergebnisse werden in anschaulichen Grafiken dargestellt, ausgewertet und analysiert. Außerdem werden bisherige Auswertungsmethoden hinterfragt und optimiert.

Die gewonnenen Erkenntnisse dienen einer Grundlagenarbeit zur Methodenentwicklung für eine effizientere Bauablaufplanung.

1.3 Methodik

Es werden zunächst die Ergebnisse aus dem Bachelorprojekt in die Form des Masterprojektes überführt. Nach der Beschaffung von Terminplänen wird der bereits bestehende Fragebogen aus dem Masterprojekt optimiert und um geeignete Fragen ergänzt. Die Experteninterviews werden von den Gruppenmitgliedern durchgeführt. Abschließend wird die durch diese drei Projekte entstandene Datenbank nach verschiedenen Kriterien quantitativ ausgewertet, sowie mit Hilfe der Gesprächsergebnisse qualitativ analysiert.

Dazu wird in den folgenden Kapiteln zunächst der aktuelle Stand der Wissenschaft wiedergegeben und eine beispielhafte Terminplananalyse durchgeführt. Außerdem wird vor der Auswertung der Aufbau der Datengrundlage für diese erläutert.

2 Stand der Wissenschaft

2.1 Allgemeine Hinweise

Dieser Arbeit liegen die in Kapitel Drei beschriebenen Definitionen des vorangegangenen Masterprojekts zum Thema „Abhängigkeiten in der Terminplanung“ zu Grunde. Darin werden die wichtigsten Definitionen, wie Bauwerkstypologie, Begriffserläuterung der Terminpläne, Darstellungsformen, Detaillierungsgrade, sowie Anordnungsbeziehungen bereits ausführlich aufgezeigt.

2.2 Abhängigkeiten

Das Masterprojekt „Abhängigkeiten in der Terminplanung“ definiert vier Formen der Abhängigkeiten in Bauablaufplänen: Geometrische, kapazitative, technologische und organisatorische Anhängigkeiten. Diese wurden noch einmal in verschiedene Unterkategorien aufgeteilt, welche aber in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden. Das vorangegangene Bachelorprojekt „Terminpläne – Abhängigkeiten zwischen Vorgängen im Bauablauf“ stützt sich ebenfalls auf diese vier Abhängigkeiten, jedoch liegen dabei in anderer Form aufbereitete Daten vor, welche nicht einheitlich ausgewertet werden können. Daher werden die Abhängigkeiten in Terminplänen nur an den insgesamt vorhandenen 100 Plänen des Masterprojekts und dieser Arbeit analysiert.

2.3 Erkenntnisse

Die Thematik der Analyse von Abhängigkeiten in Terminplänen wird bereits in verschiedenen Publikationen aufgegriffen. In dem Bachelorprojekt der Professur für Baubetrieb und Bauverfahren aus dem Wintersemester 2012/13, wird die Thematik von Studenten behandelt und analysiert. Die Bearbeiter des Bachelorprojekts „Terminpläne – Abhängigkeiten zwischen Vorgängen im Bauablauf“ konnten durch den Bezug zu Experten aus unterschiedlichsten Unternehmen herausfinden, dass Terminplanersteller das Augenmerk nicht auf die Eigenschaften der Abhängigkeiten legen. Außerdem konnte die Tatsache erkannt werden, dass „die Charakterisierung der Abhängigkeiten von Bauwerkstyp, Detaillierungsgrad des Terminplans und Denkweise des Planers beeinflusst werden“ (Bachelorprojekt, 2012/13). Zusätzlich wird erfasst, wie zwischen zeitlichen Einflüssen auch die Art der Abhängigkeiten eine Rolle spielt, wodurch geometrische und technologische Beziehungen entstehen können. Organisatorische Abhängigkeiten hingegen werden geplant (Bachelorprojekt, 2012/13).

Weitere Erkenntnisse bringt das 2013 durchgeführte Masterprojekt zum Thema „Abhängigkeiten in der Terminplanung“. Um geeignete Ergebnisse zu erhalten, werden, wie beim oben genannten Bachelorprojekt, Terminpläne von verschiedenen Unternehmen organisiert und Experteninterviews geführt. Das Projekt kommt zu der Erkenntnis, dass die Terminplanung ein sehr komplexes Thema ist und eine spezifische Bearbeitung benötigt.

An einer Terminplanungssoftware für die vereinfachte Erstellung von Bauablaufplänen sind viele Befragte interessiert. Die Stichprobe für die weiteren genaueren Analysen muss laut Masterprojekt noch weiter vergrößert werden, um detailliertere Aussagen treffen zu können.

Bei einer weiteren Bearbeitung des Themenbereiches, sollten die langen Wartezeiten bei der Beschaffung der Terminpläne berücksichtigt werden. Außerdem macht es die Komplexität der Terminpläne schwierig die Fragestellungen objektiv zu analysieren, daher sollten die einzelnen Schwerpunkte auf die Bearbeiter aufgeteilt werden. (Masterprojekt, 2013)

Des Weiteren haben Prof. Dr.-Ing. V. Franz und Dipl.-Ing. B. Kordi vom Institut für Bauwirtschaft der Universität Kassel eine Umfrage zum Thema „CAD-basierte Terminplanung“ durchgeführt. Das Ziel des Forschungsthemas sollte sein, CAD-Zeichnungen als Ausgangspunkt für die Terminplanung zu nutzen. Intention der Umfrage war es, Schwierigkeiten bei der Erstellung von Terminplänen und den Bedarf an CAD-basierter Terminplanung herauszufinden. Dafür wurden Inhaber oder Mitarbeiter von Architekturbüros oder Ingenieurbüros befragt. Als Ergebnis der Umfrage kann festgehalten werden, dass Schwierigkeiten bei der Terminplanung vorliegen. Durch den Einsatz von CAD-basierter Software kann ein Automatisierungsgrad in der Planung erreicht werden. Außerdem können dadurch Fehler vermieden und der Gesamtablauf begrenzt werden (Prof. Dr.-Ing V. Franz, Dipl.-Ing. B. Kordi, 2010, S.44 und 46).

Das Projekt von Prof. Dr.-Ing. V. Franz überschneidet sich insofern mit diesem Bachelorprojekt, als dass die Befragten nach Projektmanagement Software, nach der Planungsgrundlage und nach der Datengrundlage gefragt wurden. Der Unterschied zu dieser Arbeit liegt darin, dass die Befragten Architekten oder Ingenieure nicht auf Grundlage eines bestimmten Terminplans befragt wurden, sondern Antworten geben, die auf eigenen Erfahrungen basieren.

3 Beispielhafte Terminplananalyse

Die beispielhafte Terminplananalyse wird an einem Bauablaufplan zur Erweiterung eines Hangars durchgeführt. Bei diesem Bauprojekt handelt es sich um eine Halle, in welcher Flugzeuge gewartet, repariert und untergebracht werden (Duden online, 12.03.14). In diesem Kapitel wird in fünf Schritten erklärt, wie die Terminplananalyse für diese Arbeit abgehandelt wird. Zunächst werden allgemeine Daten dokumentiert und danach speziellere Themen wie die Darstellungsformen, Detaillierungsgrade und die Benutzung von Software ermittelt. Um die Analyse zu vervollständigen, werden Vorgänge, Meilensteine und Ebenen gezählt. Abschließend werden die Anordnungsbeziehungen ermittelt und es wird festgestellt, welche fehlenden Eigenschaften des Terminplans später im Experteninterview besprochen werden müssen.

1. Dokumentationen der allgemeinen Daten, Bauwerkstyp sowie Unterscheidung nach Neubau oder Sanierung

Zunächst erhält der Terminplan eine Nummerierung, sowie eine Bezeichnung: in diesem Falle „Nummer 107“ und „BP II Nr. 6“. Die Projektbezeichnung „Erweiterung Hangar Mönchengladbach“ wird in einer an das Masterprojekt angelehnte Excel-Tabelle dokumentiert.

Als nächstes wird der Bauwerkstyp anhand der einzelnen Vorgänge bestimmt. Hierbei handelt es sich um ein Hochbauprojekt, Stichwort „Hangar“, welches den öffentlichen Bauten zugewiesen werden kann. Ob es sich bei einem Terminplan um einen Plan für einen Neubau oder eine Sanierungsmaßnahme handelt, kann mit Hilfe des Projektnamens beziehungsweise den Projektvorgängen festgestellt werden. Bei der „Erweiterung Hangar Mönchengladbach“ handelt es sich demnach um einen Neubau, Stichwort „Erweiterung“. Falls die Kategorie nicht ermittelt werden kann, muss das Experteninterview zu Rate gezogen werden.

2. Analyse der Darstellungsform, des Detaillierungsgrades und der genutzten Software

Die Darstellungsform des Bauablaufplans, ein Balkenplan, kann durch die Anordnung von Balken unterschiedlichster Länge auf einer Zeitachse schnell erkannt werden, wie in Abbildung 1 deutlich zu sehen ist.

Ein weiterer Schritt der Terminplananalyse stellt die Einordnung in einen Detaillierungsgrad dar. Zur Auswahl stehen der Rahmenterminplan, der Generalablaufplan, der Steuerungsterminplan, der Detailterminplan und der Feinterminplan. Der Detaillierungsgrad wird nach einer Einteilung einer bereits erstellten Tabelle des Masterprojekts bestimmt. Diese Tabelle kann im Interview im Anhang gefunden werden. Die Schwierigkeit besteht darin, dass nicht alle Terminpläne immer genau auf die Auswahlkriterien des Masterprojekts passen, weshalb man sich oft an den Kriterien „Zeiteinheit“ oder „Anzahl Vorgänge“ orientiert.

Laut der Tabelle des Masterprojekts, ist dieser Terminplan als ein Steuerungsterminplan einzustufen, da dieser Plan zum Beispiel in Wochen eingeteilt ist und aus 50-250 Vorgängen besteht.

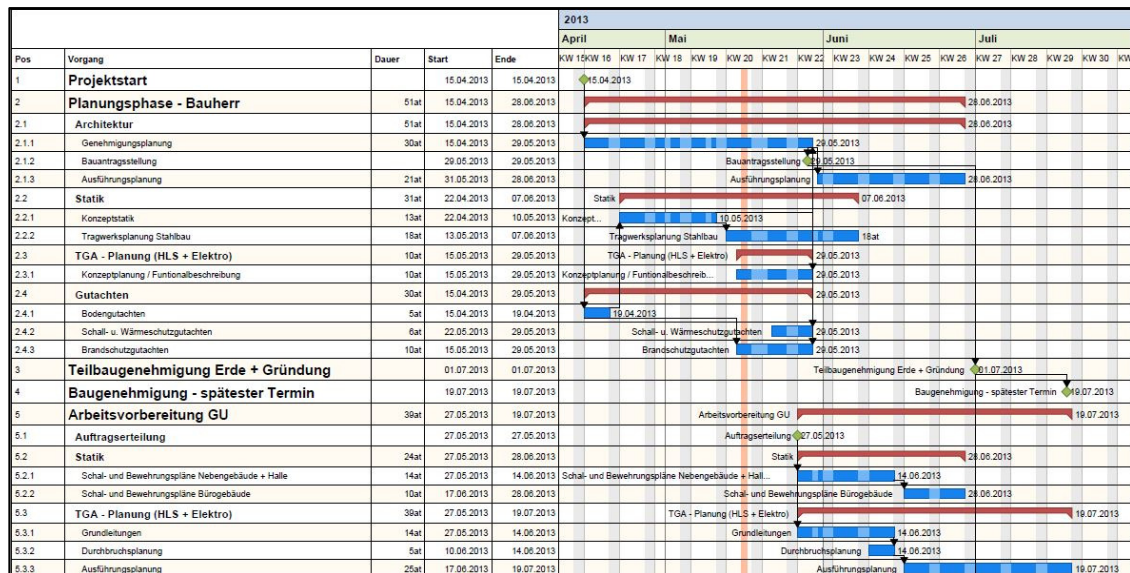


Abbildung 1: Balkenplan

Quelle: Terminplan „Erweiterung Hangar Mönchengladbach“

Der nächste Schritt der Analyse beschäftigt sich mit der Erstellungssoftware. Für die Einordnung stehen diverse Programme (MS Project, Excel, Asta Powerproject oder Sonstiges) zur Auswahl. Die Erweiterung des Hangars wurde mit „Pro Plan“ (Kategorie: Sonstiges) geplant. Es liegt bei diesem Beispielplan außerdem ein 2D-Bauwerksinformationsmodell vor.

3. Ermittlung der Anzahl der Vorgänge, Meilensteine und Ebenen

Nach der Dokumentation der Informationen aus Punkt 2, wird der Fokus auf die Vorgänge des Terminplans gelegt. Als Vorgang werden die Balken bezeichnet, die nicht als Sammelvorgang (Übergruppierung) und nicht als Meilenstein erkennbar sind. Der Beispielterminplan enthält 54 Vorgänge sowie 8 Meilensteine. Abbildung 2 zeigt, welche Balken als Vorgänge, als Sammelvorgänge und welche Symbole als Meilensteine eingestuft werden. Falls in Terminplänen Meilensteine nicht genau identifiziert werden können, sollte der Interviewpartner darüber aufklären.

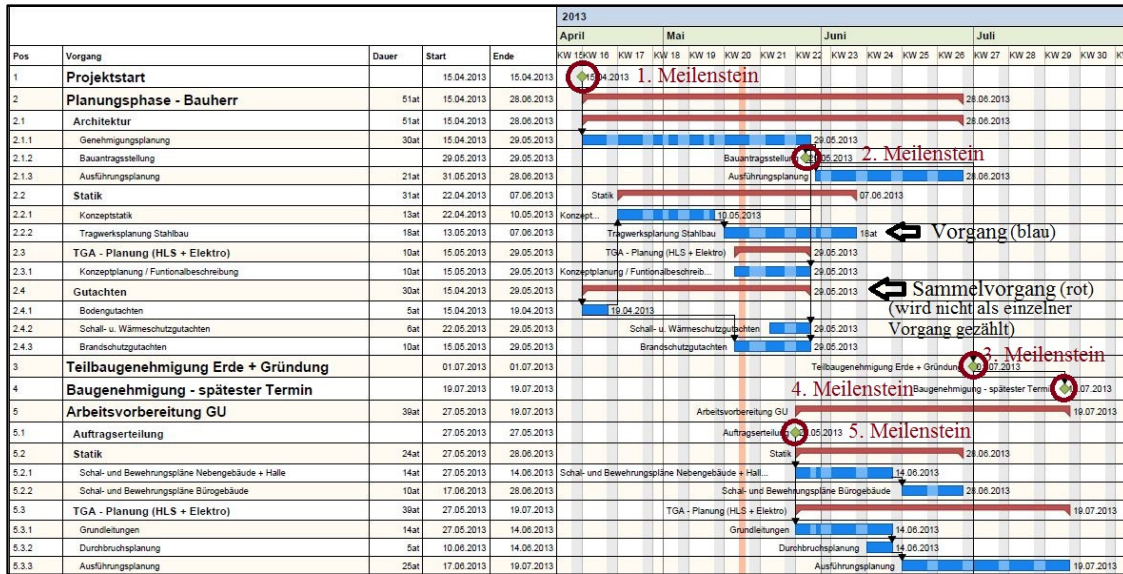


Abbildung 2: Beispielhaftes Zählen der Vorgänge und Meilensteine

Quelle: Terminplan „Erweiterung Hangar Mönchengladbach“

Für den Abschluss dieses Abschnittes ist es wichtig anzumerken, dass der Beispielplan fünf Ebenen enthält. In Abbildung 3 wird dargestellt, wie die Ebenen zu zählen sind. Die Untergruppierungen werden hier nicht berücksichtigt, da sie für die Auswertung nicht relevant sind.

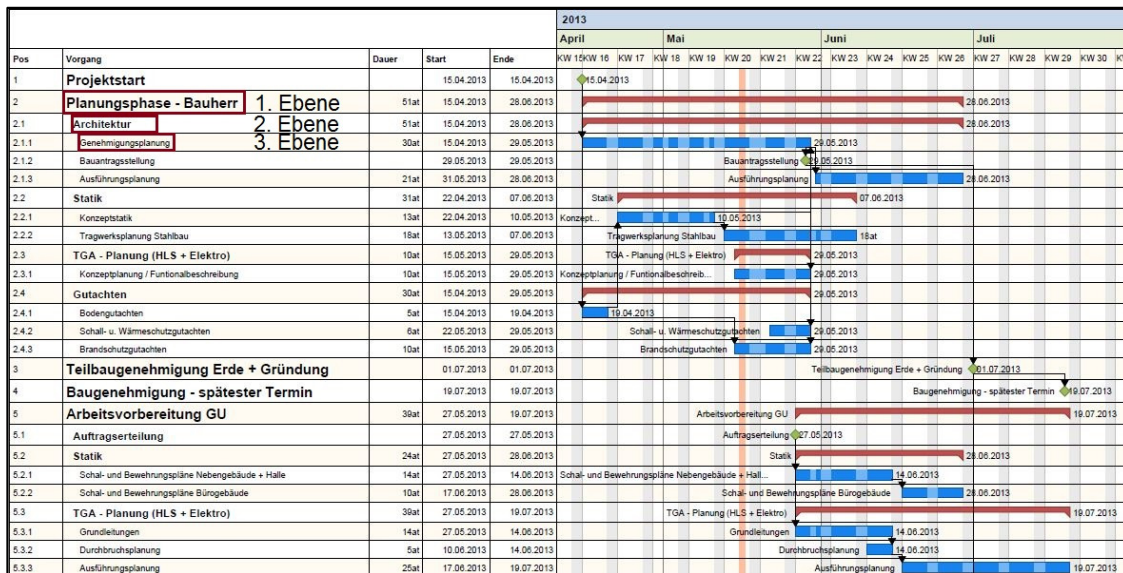


Abbildung 3: Beispielhaftes Zählen der Ebenen

Quelle: Terminplan „Erweiterung Hangar Mönchengladbach“

4. Erfassung der Anordnungsbeziehungen im Terminplan

Die Anordnungsbeziehungen werden durch das Experteninterview beziehungsweise durch den Terminplan ermittelt. Anordnungsbeziehungen werden meistens durch Pfeile, die einzelne Vorgänge miteinander verknüpfen, dargestellt.

Der Beispielterminplan enthält bereits Angaben über sämtliche Anordnungsbeziehungen, sowie die passenden Pfeile, was aber nicht bei allen Terminplänen zutrifft. In Abbildung 4 wird dies beispielhaft dargestellt. Durch die gute Darstellung dieser Beziehungen, konnte die Analyse bereits vor dem Gespräch durchgeführt werden. Dem Terminplan werden insgesamt 60 Anordnungsbeziehungen entnommen, welche sich aus fünf EA, 30 EA+, sieben AA, fünf AA+, zwölf EE und einer EE+ Anordnungsbeziehung zusammensetzen.

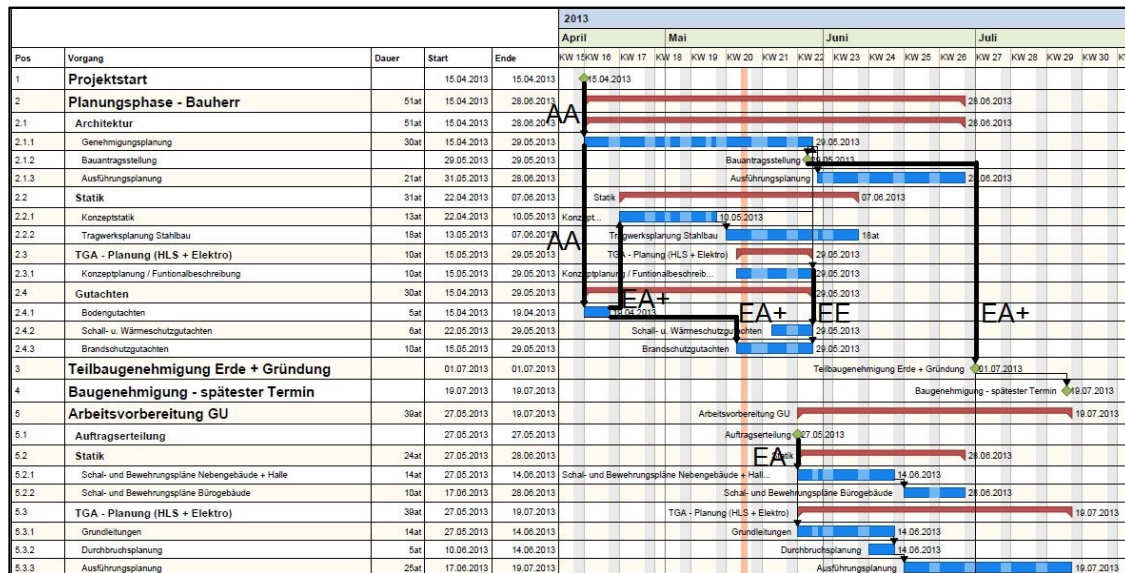


Abbildung 4: Beispiel Darstellung Pfeile und Anordnungsbeziehungen

Quelle: Terminplan „Erweiterung Hangar Mönchengladbach“

5. Weitere Schritte im Experteninterview

Die oben beschriebenen Analysemöglichkeiten können vom Studenten selbst durchgeführt werden, wenn alle nötigen Informationen vorhanden sind. Für die weiteren Punkte der beispielhaften Analyse muss das Experteninterview herangezogen werden. Um den Beispielterminplan vollständig analysieren zu können, müssen noch zwei weitere Fragen zu den allgemeinen Daten (Baukosten und Datengrundlagen) geklärt werden. Des Weiteren wird nach Vorgängen auf dem kritischen Weg, parallelen Vorgängen, Pufferzeiten, Kriterien für die Beeinflussung von Dauern, sowie der Zuverlässigkeit der Vorgangsdauern und Übereinstimmung von Ist- und Soll-Zeiten gefragt. Abschließend werden Kardinalitäten, Ausführungsstrategien, Abhängigkeiten (geometrische, technologische, kapazitative, organisatorische), Vorgänge ohne Abhängigkeiten und bestimmte Merkmale des Projekts, wie zum Beispiel die Bruttogrundfläche im Hochbau, die Trassenlänge im Tiefbau, oder die Brückenlänge im Ingenieurbau mit dem Interviewpartner besprochen. In der Excel-Tabelle werden diese ausgewerteten Daten als Analysegrundlage und zur Erstellung von Grafiken verwendet. Damit ist die Terminplananalyse abgeschlossen und die ermittelten Daten können zur Auswertung des Terminplans genutzt werden.

4 Experteninterviews

4.1 Terminplanbeschaffung und Befragungsmethodik

Im ersten Schritt wurde überlegt, welche Unternehmen zur Terminplanbeschaffung kontaktiert werden können. Es wurden Verwandte, Professoren, Bekannte oder Kontaktpersonen aus einem vergangenen Praktikum angesprochen. Zusätzlich wurden Firmkontakte aus dem Internet herausgesucht und per Email oder Telefon angesprochen. Schwierigkeiten entstanden aufgrund mangelnder Kapazitäten der Unternehmen, weswegen teilweise keine Terminpläne herausgegeben wurden. Viele und vor allem die großen ausführenden Bauunternehmen in Deutschland lehnten es aus rechtlichen, zeitlichen oder kapazitiven Gründen ab, einen Terminplan zur Verfügung zu stellen. Besonders stark war diese Haltung im Ingenieur- und Tiefbausektor. In diesen Bereichen unterstützten uns zum Großteil Ingenieurbüros, deren Hauptaufgabe in der Planung oder der Bauüberwachung liegt. In diesen Büros ist die Terminplanung allerdings nicht eine primäre, sondern eine eher notwendige und nebensächliche Aufgabe. Des Weiteren gestaltete es sich schwierig den Firmen zu vergewissern, dass ihre Daten seriös und anonym behandelt werden. Daher hat sich die Wartezeit auf einige Wochen erstreckt, bis insgesamt 50 Terminpläne vorhanden waren. Im nächsten Schritt wurde nach der Voranalyse der Terminpläne telefonisch oder per Email ein Gesprächstermin mit dem Ansprechpartner vereinbart. In einigen Fällen verlief dies problemlos und ein Termin konnte zeitnah gefunden werden. Allerdings traf man auch auf Desinteresse und zeitliche Probleme. Ein weiteres Problem stellten die Entfernungen von Weimar zu den Unternehmen dar, da Terminpläne aus den unterschiedlichsten Regionen Deutschlands vorhanden waren. Deswegen wurde entschieden, einige Interviews am Telefon zu führen. Die persönlichen Experteninterviews wurden anhand der „face-to-face“-Befragungsmethode, welche aus dem Masterprojekt übernommen wurde, geführt. Außerdem wurden hinsichtlich der Auswertung von jedem Terminplanersteller nur zwei bis drei Projekte analysiert, um eine Vielfältigkeit und Repräsentanz zu garantieren.

In den meisten Fällen wurde das Experteninterview mit dem Ersteller geführt. In einigen wenigen Fällen wurde das Interview aus Zeit- oder Kapazitätsgründen allerdings an einen Kollegen delegiert, der teilweise kaum oder gar nicht an der Terminplanerstellung beteiligt war. In der folgenden Abbildung (Abbildung 5) wird sichtbar, welche Positionen die Gesprächspartner im Interview hatten. Dieser Punkt wurde im Fragebogen neu aufgenommen und deshalb konnten nur 50 Terminpläne ausgewertet werden. Der Bauleiter ist mit 27% bei den Experteninterviews am häufigsten vertreten, noch vor dem Projektmanager mit 21%. Bei der Befragung konnte festgestellt werden, dass die Personen mit direktem Bezug zum Terminplan, wie zum Beispiel Oberbauleiter, Bauleiter, Projektleiter oder Projektmanager, mehr Erfahrung mit der Erstellung des Terminplans haben und daher auch detailliertere Antworten geben konnten. Im Gegensatz dazu, konnten nicht direkt am Projekt Beteiligte, wie zum Beispiel Assistenten oder Praktikanten, weniger aufschlussreiche bzw. nur sehr allgemeine Antworten zum vorliegenden Terminplan geben. Dabei liegt das Problem darin, dass die Erstellung der Terminpläne nicht zu ihrem Aufgabenbereich gehört.

Das Kreisdiagramm veranschaulicht einerseits die Vielfältigkeit der Interviewpartner, unterstreicht aber vor allem, dass der Großteil der Befragten am Projekt direkt beteiligt war. Dies weist auf eine Repräsentanz der Auswertungen hin, worauf im nächsten Kapitel genauer eingegangen wird.

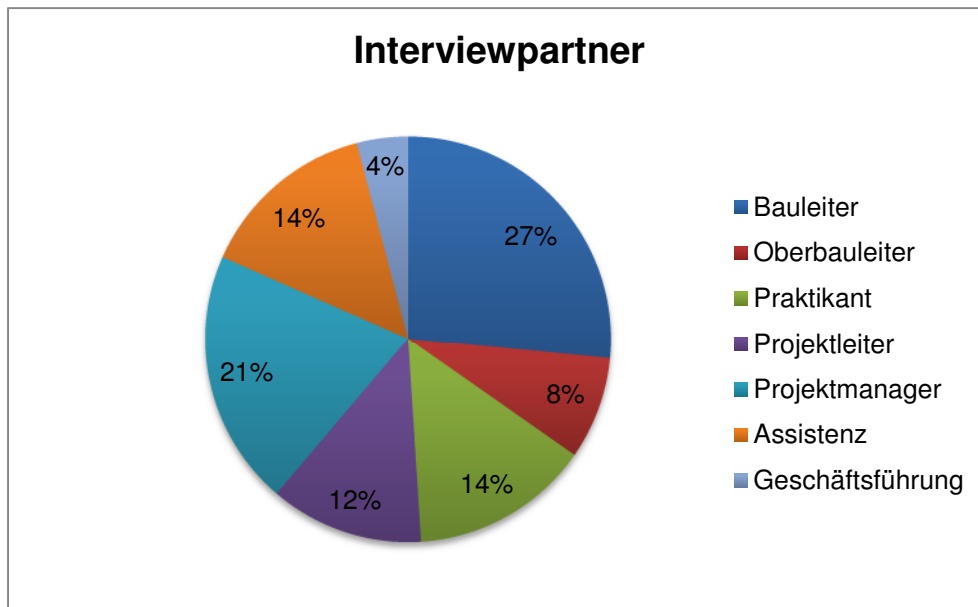


Abbildung 5: Positionen der Interviewpartner

4.2 Stichprobe

Die Terminpläne für dieses Projekt stammen, wie bereits erwähnt, von Unternehmen aus ganz Deutschland. Dabei dominieren Hochbauprojekte mit rund zwei Drittel der Pläne. Einen deutlich geringeren Teil decken jeweils die Terminpläne des Ingenieurbaus und des Tiefbaus mit jeweils rund 20% ab. Betrachtet man diese beiden Sparten in absoluten Zahlen, wird schnell deutlich, dass jeweils 30 Terminpläne immer noch eine sehr kleine Stichprobe der jeweiligen Bausparte darstellen. Nichtsdestotrotz spiegelt die Gewichtung dieser Arbeit die Verteilung der Bauunternehmen im Hochbau- und Tiefbausektor in Deutschland wieder, wie Abbildung 7 zeigt. Dabei ist zu beachten, dass in dieser Aufteilung des Bauwesens die Sparte des Ingenieurbaus mit in den Hochbau einberechnet wird. Somit wurde 2012 zu 85% in Hochbauprojekte investiert, während nur 15% der Investitionen im Tiefbausektor getätigt wurden. Addiert man in unserer Stichprobe die Ingenieurbauwerke zu den Hochbauprojekten kommt man auf einen Anteil von 81%. Einen ähnlich kleinen Anteil wie bei den Bauinvestitionen hat auch bei unserer Stichprobe der Tiefbau mit 19%. Somit kann man bei dieser Arbeit von einer Stichprobe sprechen, die repräsentativ für die deutsche Bauindustrie ist.

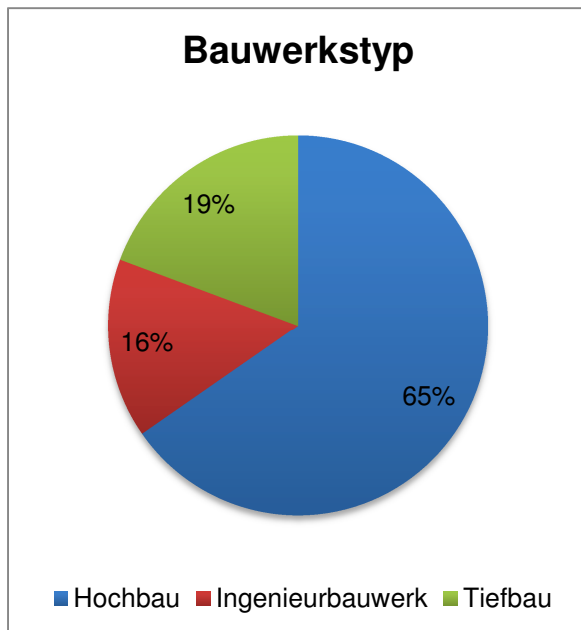


Abbildung 6: Allgemeine Zusammensetzung der Terminpläne nach Bauwerkstyp



Abbildung 7: Zusammensetzung der Bausparten nach Bauinvestitionen in Deutschland 2012

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage des Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (2013)

Wie in Abbildung 8 zu sehen ist, erfolgt die Aufteilung des Hochbaus in vier Sparten. Der öffentliche Bau dominiert mit 41 Terminplänen hierbei nicht nur den Hochbausektor, sondern die gesamte Stichprobe. Es folgen der gewerbliche Bau mit 22 Projekten, der Wohnungsbau mit 17 Projekten sowie der Industriebau mit 10 Projekten. Jedoch ist hier zu beachten, dass diese Aufgliederung nicht der Gewichtung des Hochbausektors in Deutschland entspricht. Einem Bericht des Statistischen Bundesamtes vom September 2013 zufolge zeigt der Wertindex in Abbildung 9 den Wohnungsbau an erster Stelle, gefolgt vom gewerblichen und öffentlichen Bau. Der Wohnungsbau dominiert in diesem Bachelorprojekt nicht, da bei der Terminplanbeschaffung im Hochbau der Fokus auf öffentliche Bauten und Gewerbebauten gelegt wurde. Der Grund dafür ist, dass im vorangegangenen Bachelor- und Masterprojekt bereits mehrere Wohnobjekte analysiert wurden. Außerdem gleichen sich Wohnungsbauprojekte sehr stark in ihrer Errichtung und dadurch ebenfalls in ihren Terminplänen. Es ist folglich weniger interessant diese Sparte zu analysieren, da hier nur noch sehr wenige Besonderheiten in der Terminplanung auffallen.

Im Ingenieurbau dominieren die Brückenobjekte mit 19 Terminplänen. Vergleichsweise wenige Terminpläne sind von Tunnel-, Straßen- und Schienenprojekten vorhanden. Im Tiefbau haben Straßen- und Spezialtiefbauprojekte den größten Anteil, gefolgt von Schienenprojekten.

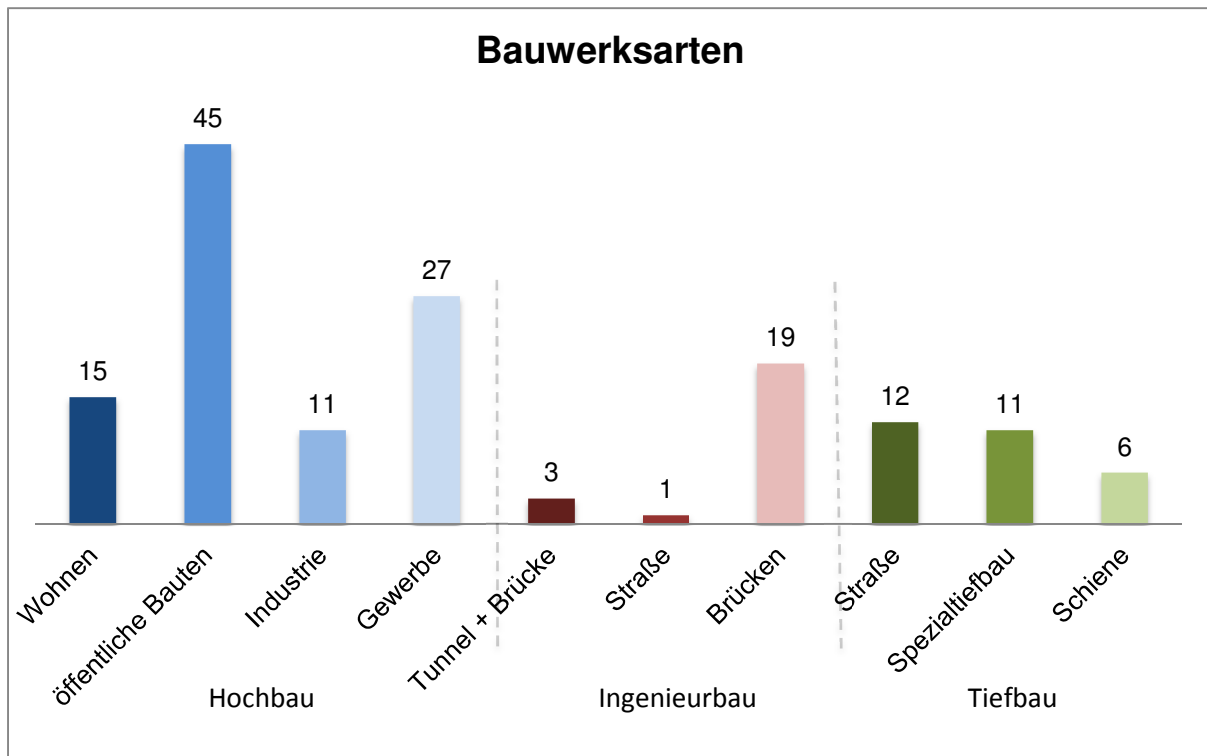


Abbildung 8: Detaillierte Zusammensetzung der Terminpläne nach Bauwerksarten

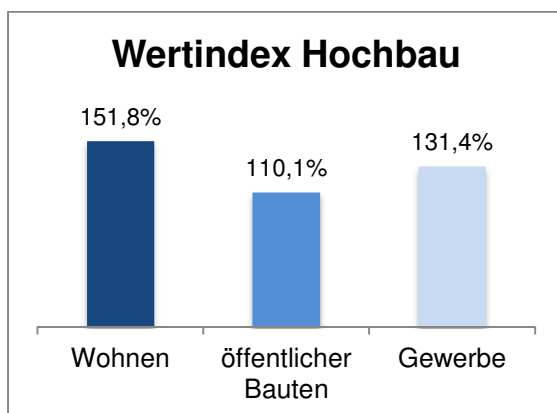


Abbildung 9: Wertindex des Hochbausektors in Deutschland (2010 = 100%)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage des Statistischen Bundesamtes (2013)

4.3 Änderungen Fragebogen und Auswertungstabelle

Bei diesem Projekt war es die Besonderheit, dass zwei bereits existierende Fragebögen vom Bachelor- und Masterprojekt zusammengeführt werden mussten, um am Ende, nach der Einarbeitung der neu gewonnenen Ergebnisse aus dieser Arbeit eine allgemeingültige, repräsentative Aussage mit einem großen Stichprobenumfang treffen zu können. Der Fragebogen wurde vom Masterprojekt größtenteils übernommen und ist in zwei Abschnitte aufgeteilt.

Im ersten Abschnitt werden durch allgemeine Fragestellungen Fakten bezüglich des Bauwerks ermittelt. Im zweiten Teil wird durch detailliertere Fragen speziell auf die Eigenschaften der Vorgänge des Terminplans eingegangen. Bei allgemeineren Fragen nach Baukosten, Bauwerkstyp, etc. wurde der Fragebogen dieses Projektes um die Punkte „Neubau oder Sanierung“, sowie um die Frage nach der Position des Befragten im Unternehmen ergänzt. Diese Informationen gehen aus den Projektnamen teilweise nicht eindeutig hervor. Außerdem wurde im zweiten Abschnitt die Frage nach der Anzahl der Meilensteine hinzugefügt. In dieser Arbeit wird die Aufteilung der Untergruppierungen innerhalb der Ebenen herausgelassen, da sich durch diese Information keine wichtige Schlussfolgerung ergibt. Ebenso existiert die Frage danach, ob der Vorgänger eines jeweiligen Vorgangs ein Meilenstein oder ein Vorgang ist, nicht mehr.

In dieser Arbeit wurde außerdem auf die detaillierte Untergliederung der Abhängigkeiten verzichtet. Es gibt nur noch die Frage nach der Gewichtung der geometrischen, technologischen, kapazitiven und organisatorischen Abhängigkeiten, da es bei der Zusammenführung der Projektergebnisse sonst zu einer Verfälschung des Gesamtergebnisses gekommen wäre. Alle weiteren Fragen wurden aus dem Masterprojekt übernommen.

Zusätzlich wurde die vom Masterprojekt erstellte Excel-Auswertungstabelle übernommen und hinsichtlich der Änderungen des Fragebogens bearbeitet. So wurde zum Beispiel auch die Spalte „Gliederung der Ebenen“ eingefügt, in dieser stehen die Möglichkeiten „Bauteilorientiert“, „Gewerkeorientiert“, „Gemischtorientiert“ und „Sonstiges“ zur Auswahl.

4.4 Auswertung der Gespräche

Die Auswertung der Gespräche erfolgte im Anschluss an die vorherigen Analysen. Da einige Terminpläne teilweise sehr umfangreich waren und die Experten zeitlich oft sehr eingeschränkt waren, konnten in den Gesprächen nicht immer alle Informationen genannt werden. So wurde manchmal nur auf die wichtigsten Punkte der jeweiligen Frage eingegangen, wie z.B. auf die wichtigsten Anordnungsbeziehungen. Es wird in den folgenden Kapiteln sowohl jeweils eine quantitative Auswertung, als auch eine qualitative Auswertung mit den zusätzlichen Erkenntnissen aus den Gesprächen geben.

5 Auswertung und Interpretation

5.1 Darstellung der Ergebnisse

Zu jedem Terminplan wurden die im Interview ermittelten Angaben in eine Excel Auswertungstabelle eingepflegt. Diese Excel Tabelle ist eine Synthese aus dem Bachelor- und Masterprojekt und setzt den Fragebogen zum Experteninterview tabellarisch und übersichtlich um. Dabei wurden für diese Arbeit einige Ideen der vorangegangenen Projekte übernommen, jedoch eine neue Excel Datei erstellt, in welche die Daten aller Projekte eingepflegt wurden.

Dazu wurde zunächst ein Tabellenblatt erstellt, in das die im Interview ermittelten und die bereits existierenden Daten eingetragen werden konnten. Bei Fragen mit mehreren Auswahlmöglichkeiten wurden Drop-Down-Menüs verwendet, um die Eingabe zu vereinfachen und die Tabelle übersichtlich zu gestalten. Wie in Abbildung 10 dargestellt beschreibt eine Zeile einen Terminplan und die einzelne Spalte den jeweiligen Interviewpunkt.

Zu untersuchende Kategorien

Projekt	Name im jeweiligen Projekt	Bearbeiter	Projektbezeichnung	Position des Interviewpartners im Unternehmen	Baukosten	Bauwerkstyp
Terminplan 1	MP I Nr. 1		Cottbus, Klinikum Haus 4+ 11		17.000.000,00 €	Hochbau
Terminplan 2	MP I Nr. 2		Cottbus, Klinikum Haus 3		20.000.000,00 €	Hochbau
Terminplan 3	MP I Nr. 3		Cottbus, Klinikum Haus 4		17.000.000,00 €	Hochbau
Terminplan 4	MP I Nr. 4		Doberlug-Kirchhain, Schloss		10.000.000,00 €	Hochbau
Terminplan 5	MP I Nr. 5		Cottbus, Klinikum 4 Ebene 0		600.000,00 €	Hochbau
Terminplan 6	MP I Nr. 6		Cottbus, Klinikum Haus 5		17.500.000,00 €	Hochbau

Einzelne Projekte

Abbildung 10: Ausschnitt der Excel Tabelle zur Datenverwaltung

Ein nächster Schritt war die Unterteilung der allgemeinen Daten in einzelne Abschnitte, um eine gute Übersichtlichkeit zu garantieren. Dazu wurden die für die einzelnen Auswertungskapitel benötigten Spalten des Tabellenblattes „Daten“ in ein neues Tabellenblatt kopiert. Diese Daten bilden die Grundlage der jeweiligen Pivot-Tabellen auf einem weiteren neuen Tabellenblatt, welche die Daten logisch miteinander verknüpft. Auf diese Weise entstand das in Abbildung 11 abgebildete System zur Gliederung der Excel-Datei.

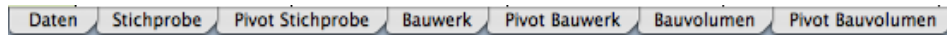


Abbildung 11: Systematische Aufteilung der Excel Tabellenblätter

Auf den Tabellenblättern der Pivot-Tabellen entstanden diverse zur Auswertung benötigte Tabellen und Diagramme. Dazu wurden Kreis-, Balken- sowie Liniendiagramme genutzt, um die Ergebnisse anschaulich zu visualisieren. Diese Diagramme finden sich fast alle in den jeweiligen Auswertungskapiteln wieder. Auf den Tabellenblättern der Pivot-Tabellen befinden sich außerdem Tabellen ohne Diagramme. Eine Visualisierung hat dafür nicht stattgefunden, da diese die Aussagekraft des Textes nicht besonders unterstützen würde. Es wurden lediglich einzelne Daten in den Texten genannt.

5.2 Auswertung

Die nachfolgende Auswertung umfasst die Ergebnisse von insgesamt 150 Terminplänen unterschiedlicher Firmen sowie Projektbereiche. Hierbei wurde, wie in Kapitel 4.1 bereits erläutert, darauf geachtet, dass möglichst viele Firmen bzw. Projekt- und Bauleiter kontaktiert und befragt wurden, um die individuelle Erstellungsmethoden eines Terminplaners in eine möglichst allgemeingültige Aussage zu überführen. Oft sind bestimmte Abläufe, Darstellungsformen, der Detaillierungsgrad, die Bezeichnung der Vorgänge oder die Kalkulation einzelner Vorgangsdauern gleich, da Terminplaner damit bereits gute Erfahrungen gemacht haben. Grundsätzlich kann in den Experteninterviews festgestellt werden, dass jeder Ersteller für seine Zwecke eine Vorgehensweise entwickelt hat, nach der er arbeitet. Aus diesem Grund wurde versucht, maximal zwei bis drei Terminpläne eines Erstellers zu untersuchen. Dabei ist es wichtig, die Auswertung dieser Arbeit nicht projekt- oder firmenbezogen zu gestalten.

Anders als im Masterprojekt beziehen wir in dieser Arbeit auch Terminpläne mit mehr als 300 Vorgängen ein, da sie problemlos in die Auswertung eingearbeitet werden können.

Der durch diese Arbeit erreichte Umfang an Ergebnissen lässt in vielen Bereichen der Auswertung bereits eine allgemeingültige Aussage zu. Allerdings werden in dieser Arbeit in mehreren Auswertungen die Pläne des Bachelorprojektes exkludiert, da zu den jeweiligen Auswertungskriterien keine passenden Daten existieren.

Die Auswertung hinsichtlich des Bauwerkes wurde bereits im Kapitel der „Stichprobe“ (4.1) analysiert, da diese Auswertung die Repräsentanz dieser Arbeit widerspiegelt und nicht in direkter Verbindung mit der inhärenten Logik bei der Terminplanerstellung steht.

Deshalb wird das Kapitel der qualitativen Auswertung in dieser Arbeit mit der Auswertung hinsichtlich der Terminpläne beginnen.

5.2.1 Auswertung allgemeiner Daten

Im Folgenden werden Auswertungen zur Darstellungsform, dem Detaillierungsgrad und der verwendeten Software der Terminpläne dargestellt. Außerdem wird die Methode der Erstellung sowie die Daten- und Planungsgrundlage ausgewertet.

Bei den analysierten Terminplänen handelt es sich ausschließlich um Balkenpläne. Diese Darstellungsform ist nicht nur einfach lesbar und nachvollziehbar, sie hat auch den Vorteil, dass auf der Baustelle problemlos Änderungen eingebracht werden können. Dies wurde in zahlreichen Interviews immer wieder bestätigt.

5.2.1.1 Auswertung hinsichtlich des Detaillierungsgrades

Wie in Abbildung 12 zu sehen ist, überwiegt in der Analyse des Detaillierungsgrades der Detailterminplan. Es folgen der Generalablaufplan, sowie zu gleichen Teilen der Rahmen- und der Steuerungsterminplan. Ein Grund für diese Verteilung ist die Tatsache, dass die Stichprobe Terminpläne von abgeschlossenen Projekten enthält, bei denen der aktuellste und somit der detaillierteste Terminplan analysiert wurde. Gleichzeitig wurden auch einige Pläne von Planungs- und Bauüberwachungsbüros analysiert. Während dieser Interviews wurde oft darauf hingewiesen, dass die Terminpläne teilweise nur für eine bürointerne Terminübersicht erstellt werden. Dabei handelt es sich oft um General- und Steuerungsterminpläne, also um gröbere Pläne. Eine detailliertere Terminplanung erfolgt dann vom ausführenden Bauunternehmen. Dadurch konnten im Verhältnis weniger Detailterminpläne von Tiefbauprojekten als von Hochbauprojekten ausgewertet werden.

Auch bei der Aufgliederung in die verschiedenen Bauwerkstypen dominiert jeweils der Detailterminplan. Im Hochbau folgt dem Detailterminplan der Generalablaufplan, während sowohl im Ingenieurbau als auch im Tiefbau der Steuerungsterminplan an zweiter Stelle steht. Hierbei ist anzumerken, dass die Auswertung bzw. Einordnung der Terminpläne hinsichtlich des Detaillierungsgrades nach den erstellten Kriterien des Masterprojektes in Kapitel 3.5 erfolgt. Diese Einordnung spiegelt nur teilweise die Einordnung der Bauunternehmen wieder, allerdings sind hierdurch die Pläne vergleichbar und können auf der gleichen Grundlage analysiert werden.

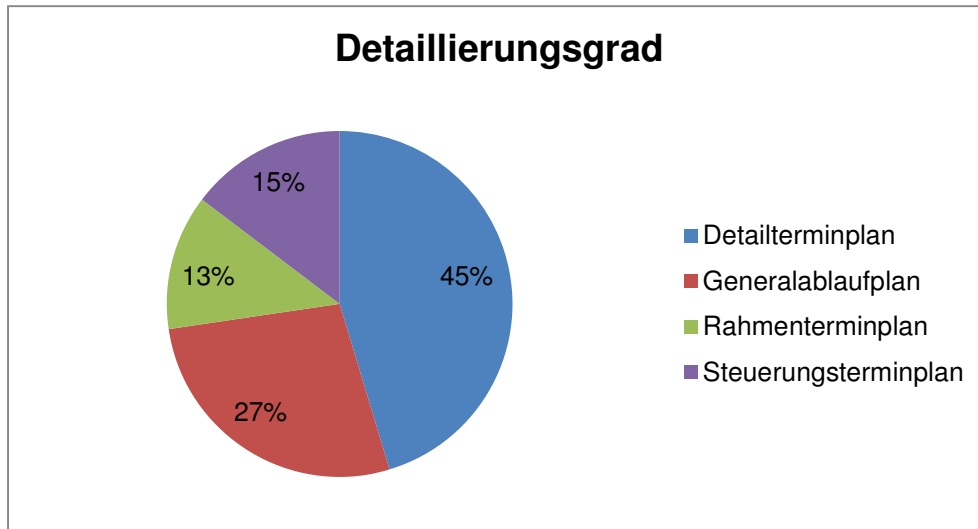


Abbildung 12: Detaillierungsgrad der Terminpläne für alle Bauwerkstypen

5.2.1.2 Auswertung hinsichtlich der Software

Wie Abbildung 13 zeigt, wird rund die Hälfte der Terminpläne mittels der Software MS Project erstellt. Weitere 24% der befragten Bauunternehmen benutzen Asta Powerproject, während 14% mit Excel arbeiten. Hinzu kommen noch Programme, wie beispielsweise Allplan oder ProPlan, die hier nicht einzeln aufgelistet werden, da sie nur einen geringen Teil des Gesamtergebnisses ausmachen.

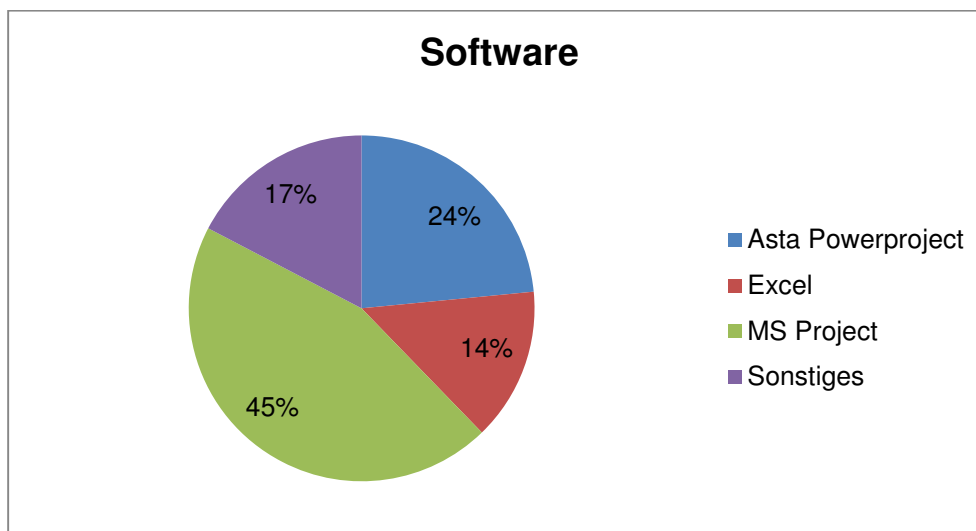


Abbildung 13: Genutzte Software zur Erstellung der Terminpläne

Gliedert man die Auswertung wie in Abbildung 14 nach den Bauwerkstypen, erkennt man eine eindeutige Tendenz zu MS Project. Während im Hochbau zusätzlich viel mit Asta Powerproject geplant wird, kommt dieses Programm in unserer Stichprobe im Ingenieurbau nicht zum Einsatz. Genauso verhält es sich mit Excel, womit im Tiefbau nicht gearbeitet wird. MS Project wird vor allem bei größeren Bauprojekten mit vielen Vorgängen genutzt, ähnlich wie Asta Powerproject, wie Abbildung 15 zeigt.

Aus dieser Abbildung geht ebenfalls hervor, dass die Anwendung von Excel vorrangig bei Terminplänen mit weniger als 50, sowie bei 50 bis 100 Vorgängen liegt.

Grund hierfür ist, dass Excel als Kalkulationsprogramm ursprünglich nicht zur Terminplanung entwickelt wurde und so zum Erstellen von großen Terminplänen weniger geeignet ist. Zur übersichtlichen Darstellung großer Terminpläne bedarf es spezieller Software, wie MS Project oder Asta Powerproject. Da es sich hierbei um kostenpflichtige Programme handelt, ist die Benutzung immer von der Rentabilität für das Unternehmen abhängig. Die Umfrage von Professor Franz bringt ähnliche Ergebnisse, wie dieses Bachelorprojekt. Mit 39,7% ist MS Project das meistbenutzte Programm zur Erstellung von Terminplänen. Die weiteren Erkenntnisse von Prof. Franz können aber nicht mit diesen Ergebnissen verglichen werden, da die Umfrage andere Auswahlkriterien vorsieht. (Prof. Dr.-Ing V. Franz, Dipl.-Ing. B. Kordi, 2010, S.44)

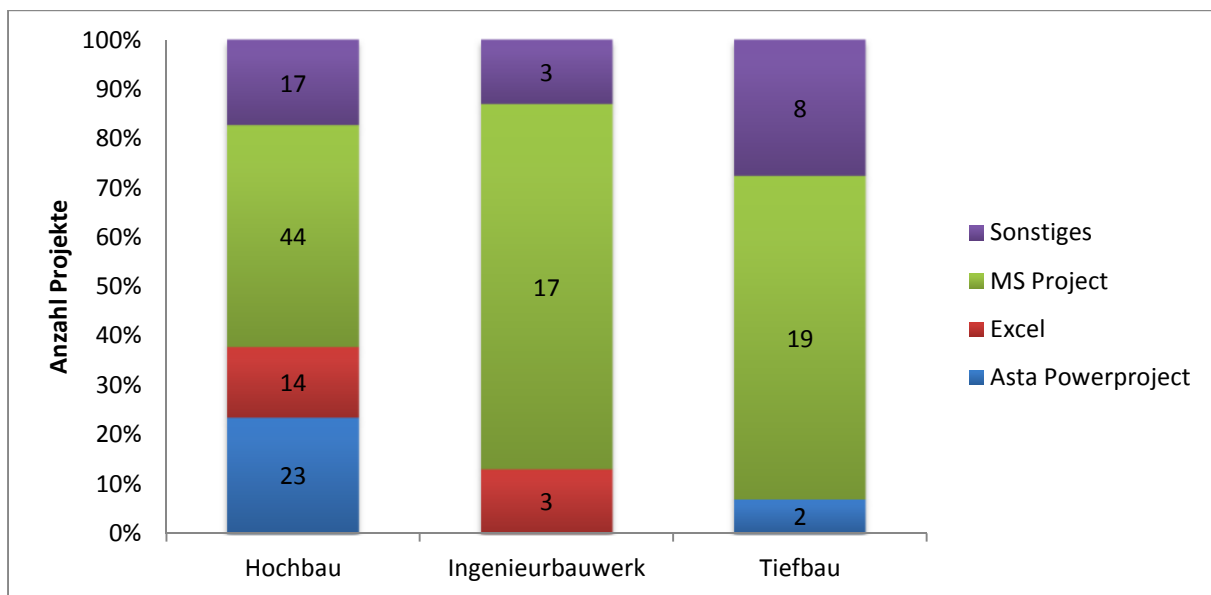


Abbildung 14: Detaillierte Zusammensetzung der verwendeten Software nach Bauwerkstyp

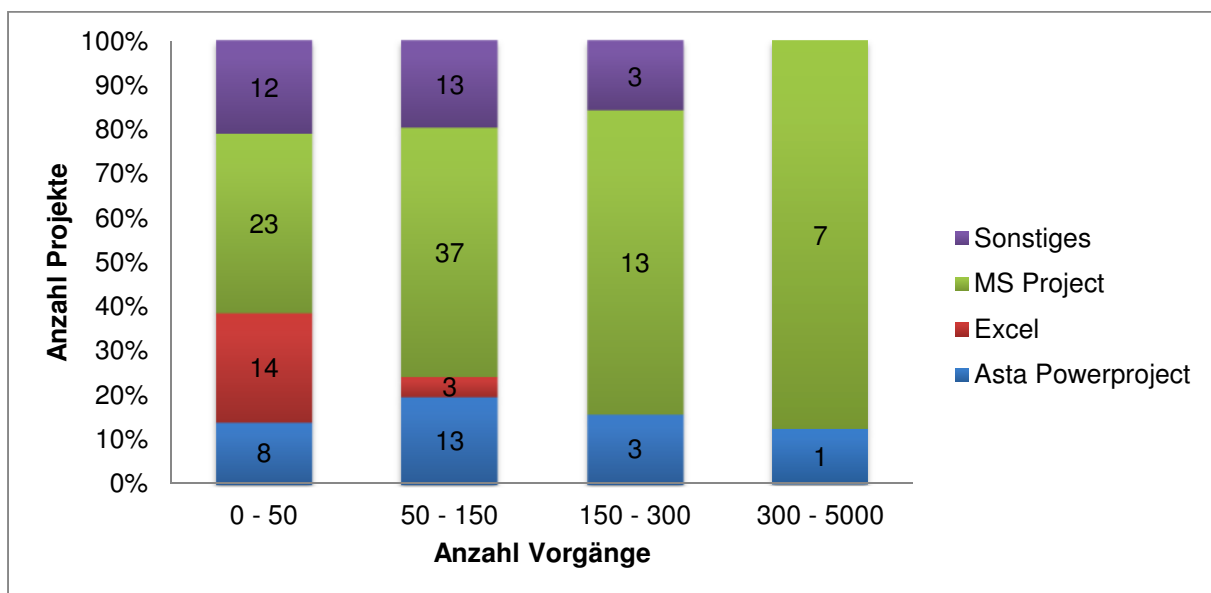


Abbildung 15: Darstellung der genutzten Software nach Vorgangs-Klasse

5.2.1.3 Auswertung hinsichtlich der Erstellungsmethode und Datengrundlage

Bei der Frage nach der Erstellungsmethode während der Terminplanung, konnte man im Interview feststellen, dass heutzutage kaum mehr nach einer bestimmten Methode gearbeitet wird, wie Abbildung 16 zeigt. Häufig wurde nach einer Erklärung der verschiedenen Methoden eine zutreffende Methode nachträglich ausgewählt. Dabei wurde aber in vielen Fällen angemerkt, dass nicht die Terminplanerstellung explizit auf einer der Methoden fußt, sondern die eigene Methode zufällig einer theoretischen Methode ähnelt. In einigen Interviews wurde nach der Erklärung der einzelnen Methoden durch den Experten angemerkt, dass die Theorie noch aus dem Studium bekannt ist, allerdings heutzutage aus Gründen der Effizienz nur noch selten danach gearbeitet wird.

In einigen weiteren Gesprächen, merkte man schnell, dass auch durch die Erklärung das nötige Theoriewissen nicht vorhanden war. Dabei erkennt man schnell, dass besonders bei der Erstellungsmethode das Gefälle von Theorie und Praxis sehr stark ist.

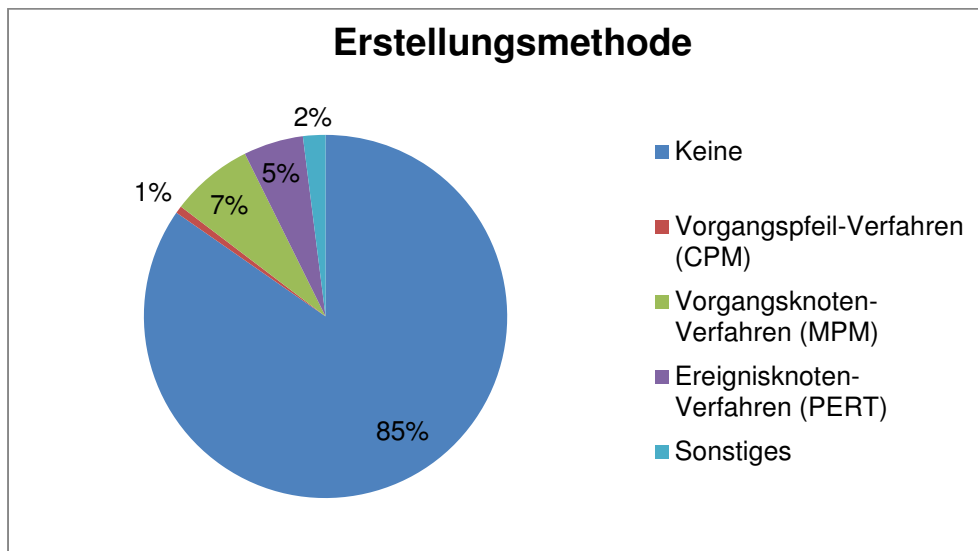


Abbildung 16: Erstellungsmethode der Terminplaner

Wie Abbildung 17 zeigt, basierte die Datengrundlage zu rund 90% auf eigenen Erfahrungswerten der Terminplanersteller bzw. auf Erfahrungswerten einer firmeninternen Datenbank. Lediglich 5% der Terminplanersteller nutzten Erfahrungswerte fremder Firmen oder einzelner Gewerke. Einen ähnlich geringen Anteil macht hier die Erstellung mittels einer Kombination aus firmeninternen und externen Daten aus. Oft wurde in den Interviews eine Kombination aus eigenen Erfahrungswerten und Erfahrungswerten der Gewerke genannt. Außerdem wurde oft angemerkt, dass die vertraglichen Vereinbarungen mit den Bauherren einen großen Teil der Datengrundlage ausmachen.

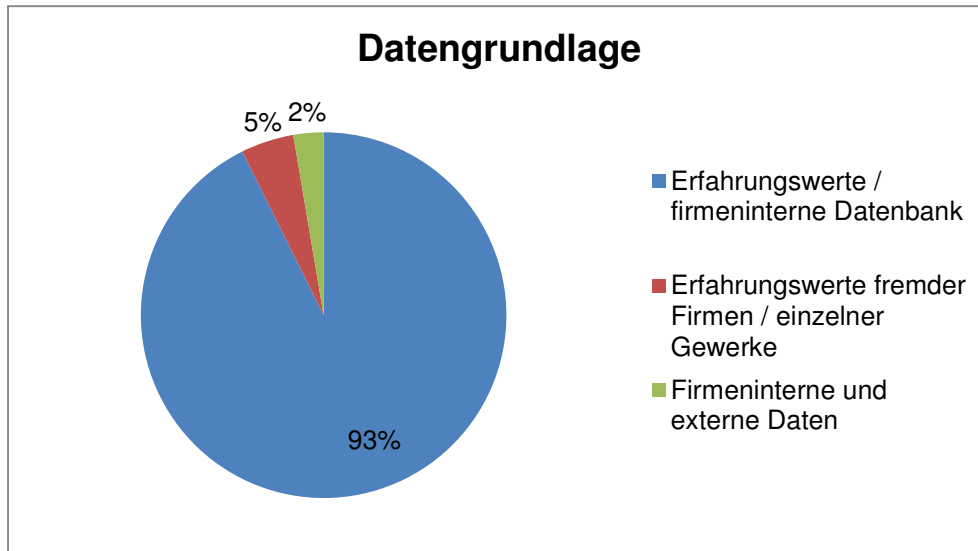


Abbildung 17: Datengrundlage der Terminplanersteller

5.2.2 Auswertung des Bauvolumens zu Anzahl Vorgänge

Im folgenden Kapitel erfolgt eine Auswertung der Verbindung vom Bauvolumen zur Gesamtanzahl der Vorgänge. Eine Auswertung der Beziehung zwischen den Baukosten und dem Bauvolumen, wie sie in Kapitel 6.2.2 des Masterprojektes erfolgt, wird in dieser Arbeit nicht aufgegriffen, da sie nicht relevant erscheint.

Die folgende Auswertung wird sich zunächst nur auf die Hochbauprojekte konzentrieren, da hier eine klare Verbindung des Bauvolumens, der BGF, zu der Gesamtanzahl der Vorgänge zu erkennen ist. Um die Terminpläne hinsichtlich der Kriterien auszuwerten, wurden jeweils vier Klassen erstellt. Bei der BGF werden die Pläne in die Klassen 0 - 5.000 qm, 5.000 qm - 10.000 qm, 10.000 qm - 50.000 qm sowie 50.000 qm - 200.000 qm eingeteilt. Die Gesamtanzahl der Vorgänge teilt sich in 0 - 50 Vorgänge, 50 - 150 Vorgänge, 150 - 300 Vorgänge und 300 - 5.000 Vorgänge auf. Außerdem muss hier eine Auswertung nach Detaillierungsgrad erfolgen. Inhalt dieser Auswertung wird jedoch nicht die Einordnung der Terminpläne hinsichtlich ihrer Vorgangszahl in die jeweiligen Detaillierungsgrade sein. Dies erfolgte bereits im Masterprojekt, während der Erstellung des Fragebogens.

Da die Stichprobe der Detailterminpläne mit 45 Terminplänen die Größte des Hochbaus ist, wurde sich in der Auswertung auf diesen Detaillierungsgrad konzentriert. In Abbildung 18 wird sehr anschaulich bestätigt, dass die BGF die Gesamtanzahl der Vorgänge bestimmt. Von links nach rechts nimmt sowohl die BGF als auch die Vorgangszahl zu.

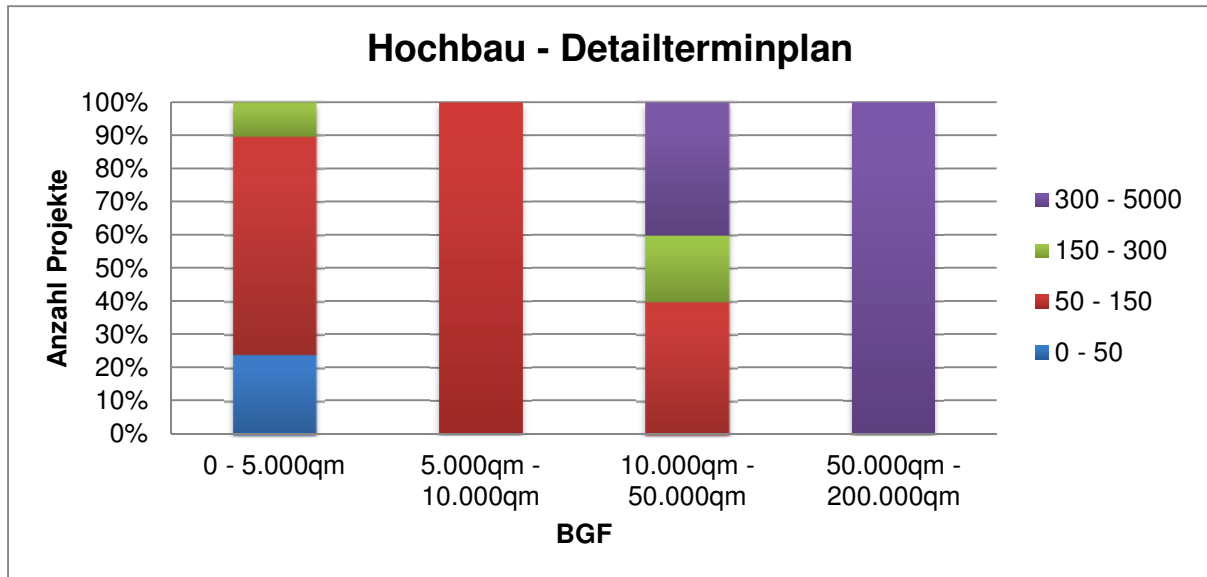


Abbildung 18: Abhängigkeit der Gesamtvorgangszahl vom Bauvolumen im Hochbau bei Detailterminplänen

Wie schon durch das Masterprojekt ausgewertet wurde, ist die Abhängigkeit von der Gesamtanzahl der Vorgänge zum Bauvolumen vor allem im Hochbau deutlich erkennbar. Im Vergleich zum Tiefbau oder Ingenieurbau, werden die Gebäude, seien es Wohn-, Gewerbe- oder Sonderimmobilien, immer ähnlich gebaut, da die Grundform, das Haus, immer ähnliche Bauschritte erfordert. Da es im Tief- und Ingenieurbau sehr viel unterschiedlichere Sparten gibt, gibt es somit auch verschiedene Bauvolumina und Vorgehensweisen. Eine Auswertung nach Trassen-, Brücken- oder Tunnellänge zu der Gesamtanzahl der Vorgänge erfordert eine größere, repräsentativere Stichprobe der verschiedenen Tiefbau- und Ingenieurbausparten.

Eine klare Einteilung der Vorgänge nach Bauvolumen vereinfacht das Lesen des Terminplans, ohne von Beginn an bei der Erstellung mitgewirkt zu haben. Ebenso vereinfacht es die Darstellung des Bauablaufes für die einzelnen Gewerke und ermöglicht so einen reibungsloseren Ablauf auf der Baustelle. Somit ist eine ist die Vorgangszahl abhängig vom Bauvolumen und auch an dieses anzupassen.

5.2.3 Auswertung der Vorgänge

Bei der Auswertung hinsichtlich der Beziehungen in den Vorgängen wird zuerst auf das Verhältnis der Ebenen zur Gesamtanzahl der Vorgänge eingegangen. Gleichmaßen werden die Anzahl der Vorgänge und der Meilensteine analysiert. Darüber hinaus wird untersucht, wie Pufferzeiten auf einzelne Vorgänge aufgeschlagen werden, welche Kriterien die Dauer von Vorgängen hauptsächlich beeinflussen und wie hoch die Zuverlässigkeit der Vorgangsdauern durchschnittlich ist. Zuletzt werden die Angaben über Kongruenzen von Ist- und Soll-Zeiten thematisiert.

5.2.3.1 Auswertung hinsichtlich der Ebenen und Meilensteine

Hinsichtlich der Bauwerkstypologie gibt es keinen großen Unterschied bei der Gesamtanzahl der Ebenen. Es existieren von einer bis zu acht Ebenen in den verschiedenen Terminplänen. Damit gibt es sehr einfach strukturierte, aber auch mehrfach untergliederte Pläne. Dabei fällt auf, dass größere Terminpläne von umfangreichen Projekten mit vielen Vorgängen in mehr Ebenen untergliedert sind als kurze Terminpläne von kleinen Projekten. Die Anzahl der Ebenen der Terminpläne insgesamt beträgt im Durchschnitt sowohl im Hochbau, als auch im Tief- und Ingenieurbau 3 Ebenen. Eine hohe Anzahl an Ebenen kann das Lesen des Terminplans teilweise verkomplizieren und 3 Ebenen ergeben somit eine logische, aber nicht zwingend nötige Darstellungsform.

Ein weiterer Betrachtungspunkt bezüglich der Ebenen ist die Gliederung der Ebenen eines Terminplans. Dabei gab es vier Auswahlmöglichkeiten:

1. Gemischtorientiert
2. Gewerkeorientiert
3. Bauteilorientiert
4. Sonstiges

Bei rund einem Drittel der Terminpläne sind die Ebenen gemischtorientiert gegliedert (siehe Abbildung 19). Das bedeutet, dass die Ebenen sowohl bauteilorientiert als auch gewerkeorientiert gegliedert sind. Eine Erklärung wurde in zahlreichen Experteninterviews gegeben. Während in der Planungsphase die einzelnen Bauteile betrachtet werden, spielen bei der Bauphase die Gewerke die wichtigere Rolle. Nach VOB/A¹ sollten die jeweiligen Ausschreibungen in sich gewerkeorientiert sein. Deshalb kommt es bei einem Terminplan der diese beiden Phasen darstellt zu einer gemischtorientierten Gliederung der Ebenen. Da uns auch Terminpläne vorliegen, die nur eine der beiden Phasen betrachtet, erklärt dies auch den hohen Anteil an Terminplänen die entweder eine reine bauteilorientierte oder eine gewerkeorientierte Gliederung haben. Außerdem liegen auch zu etwa 20% Terminpläne vor, bei welchen keine genaue Einstufung erfolgen konnte. Dabei handelt es sich beispielsweise um organisatorische Terminpläne, die sich für die Projektsteuerung, aber nicht für die Bauausführung eignen. Besonders im Ingenieur- und Tiefbau liegen Terminpläne aus Planungs- und Ingenieurbüros vor, die genau diese Form der Terminplanung erstellen.

¹ Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (Teil A)

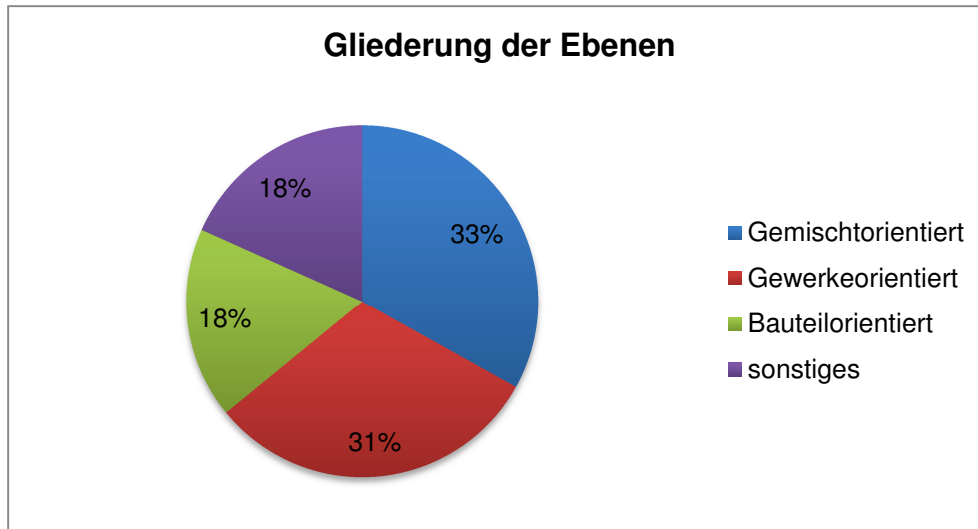


Abbildung 19: Gliederung der Ebenen

Gliedert man die drei Bauwerkstypen auf, werden große Unterschiede deutlich. Im Hochbau ist es eine sehr ausgeglichene Gewichtung von gemischt-, gewerke- und bauteilorientierter Gliederung der Ebenen. In diesem Bereich lagen die meisten Terminpläne von bauausführenden Unternehmen vor, weshalb der Anteil an sonstiger Gliederung sehr klein ist. Dieser Anteil ist, wie vermutet, bei den Terminplänen der Ingenieur- und Tiefbauwerken am höchsten.

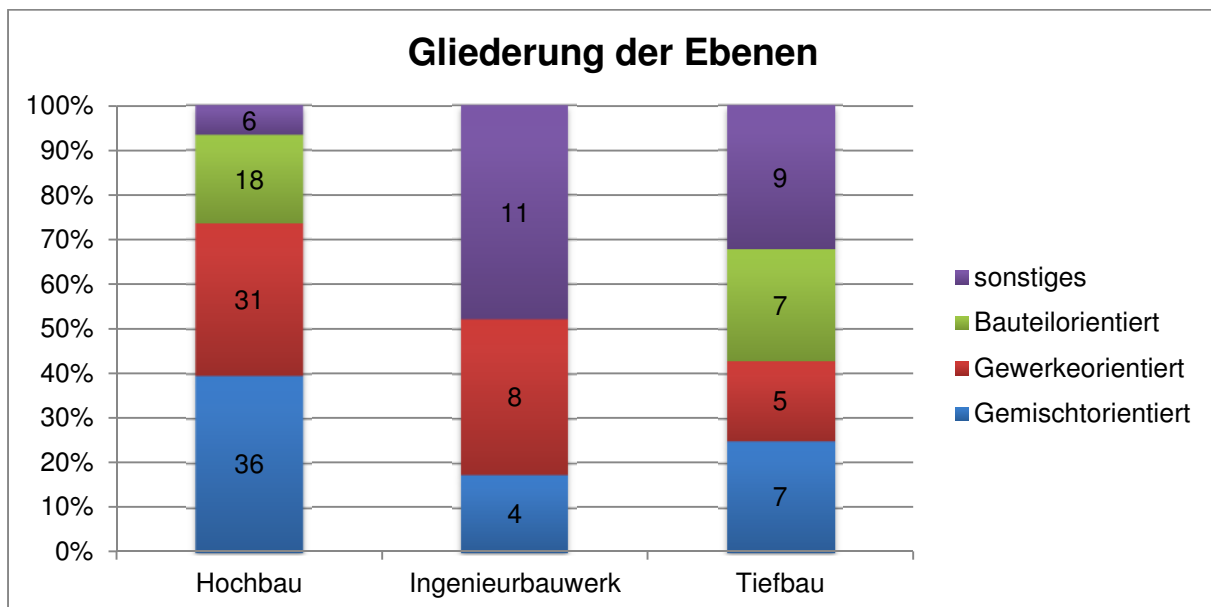


Abbildung 20: Gliederung der Ebenen nach Bauwerkstyp

Bei den Meilensteinen lassen sich keine Abhängigkeiten zur Gesamtanzahl der Vorgänge feststellen. Es ist nicht der Fall, dass mit steigender Anzahl der Vorgänge auch die Anzahl der Meilensteine steigt.

Dies kann zum einen darauf zurückgeführt werden, dass einige Unternehmen bzw. Terminplanersteller teilweise gar nicht oder nur wenig mit Meilensteinen in ihren Plänen arbeiten.

Zum anderen sollen laut Theorie die Meilensteine in den meisten Fällen die Leistungsphasen nach HOAI² beschreiben, deren Anzahl sich nach Bauwerkstypen nicht verändert. Diese Leistungsphasen sind „Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Vorbereitung der Vergabe, Mitwirken bei der Vergabe, Objektüberwachung und Objektbetreuung und Dokumentation“ (HOAI online, 12.03.14). Nach dieser Theorie sollten im Optimalfall in jedem Plan neun Meilensteine vorhanden sein. Eine weitere Erklärung wäre außerdem, dass Meilensteine von jedem Terminplanersteller anders genutzt werden. Bei Aussagen in den Experteninterviews stellte sich heraus, dass Meilensteine auch einen wichtigen Stichtag z.B. für das Liefern bestimmter Bauteile darstellen können. Des Weiteren können sie durch Verträge oder Nachunternehmer vorgegeben sein. Diese Erkenntnisse unterstützen die These, dass jeder Mitarbeiter eines Unternehmens nach seinem eigenen System beim Erstellen von Terminplänen vorgeht. Außerdem belegen sie erneut die bereits genannte These, dass theoretische Grundlagen durchaus bekannt sind, jedoch in der Praxis nicht zur Anwendung kommen.

5.2.3.2 Auswertung hinsichtlich der Pufferzeiten

Bei der Methode des Aufschlagens von Pufferzeiten gab es 5 Möglichkeiten:

1. Auf jeden Vorgang gleich
2. Auf jeden Vorgang unterschiedlich
3. Am Ende des gesamten Projekts
4. Über Wartezeiten bei Anordnungsbeziehungen
5. Gar nicht

Die Ergebnisse variieren unter den verschiedenen Bauwerkstypen. Im Hochbau gab die Hälfte der Unternehmen an, die Pufferzeiten auf jeden Vorgang unterschiedlich aufzuschlagen. Besonders für den Wohnungsbau und Öffentliche Bauten trifft dies zu (siehe Abbildung 21). Eine Begründung hierfür ist, dass diese Gebäude häufig sehr komplex sind und jeder Vorgang unterschiedlich lange Zeiträume in Anspruch nimmt. Dadurch sind für jeden Vorgang individuelle Pufferzeiten von Vorteil. Wenige Unternehmen schlagen Pufferzeiten auf jeden Vorgang gleich auf oder am Ende des gesamten Projektes. Auffällig ist, dass sogar ein Drittel gar keine Pufferzeiten addiert, besonders bei Gewerbe- oder Industriebauten. Im Vergleich zu den anderen Bauwerkstypen sind hier Pufferzeiten nicht unbedingt nötig, da diese Bauwerke meistens einen einfacheren Standard als andere Hochbauprojekte haben. Außerdem werden gerade diese Bauwerke von einem Unternehmen immer nach einem ähnlichen System errichtet.

² Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

Durch diese Erfahrungswerte müssen nicht mehr so große Puffer in die Terminpläne eingearbeitet werden, da Vorgangsdauern bereits bekannt sind und sich nur unwesentlich ändern.

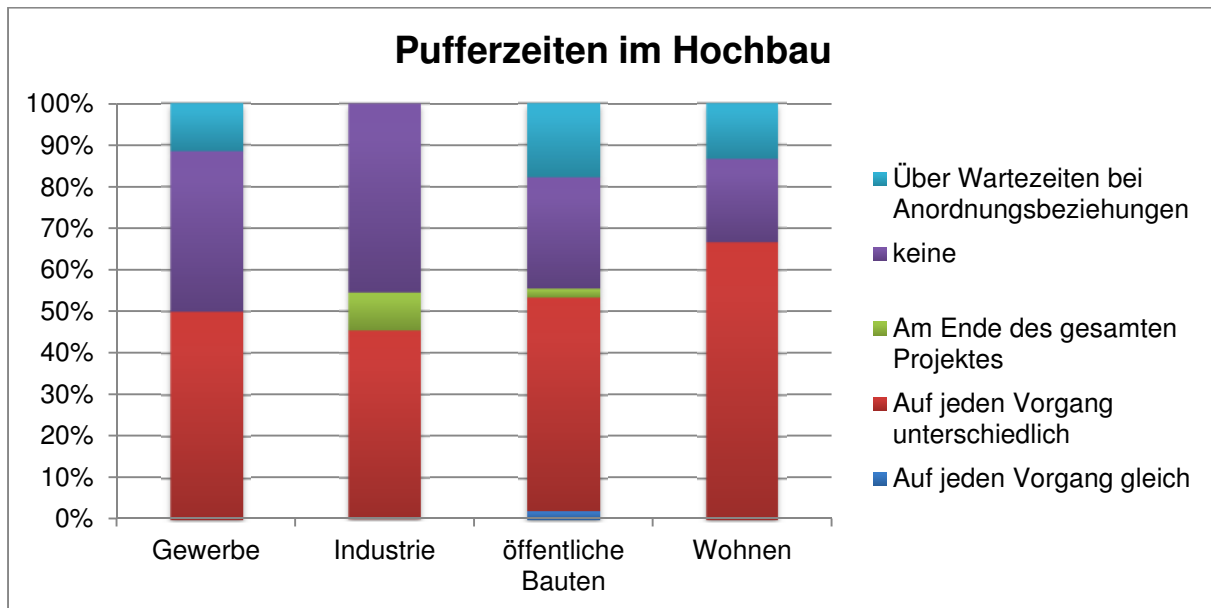


Abbildung 21: Aufschlagen von Pufferzeiten im Hochbau

Bei Ingenieurbauwerken gaben die Befragten mit ca. 40% zu gleichen Teilen an, Pufferzeiten auf jeden Vorgang unterschiedlich oder gar keine aufzuschlagen. Dieses Ergebnis spiegelt besonders der mit 80% vertretene und damit repräsentative Brückenbausektor wieder, wie man in Abbildung 22 sehen kann. Brückenbauprojekte zeichnen sich durch einen hohen Grad an Komplexität und Individualität aus.

Dadurch lässt sich das individuelle Benutzen von Pufferzeiten erklären. Für Straßenbauwerke und Bauwerke aus dem Bereich Tunnel + Brücken lagen zu wenige Terminpläne vor, um dafür eine allgemeingültige Aussage treffen zu können.

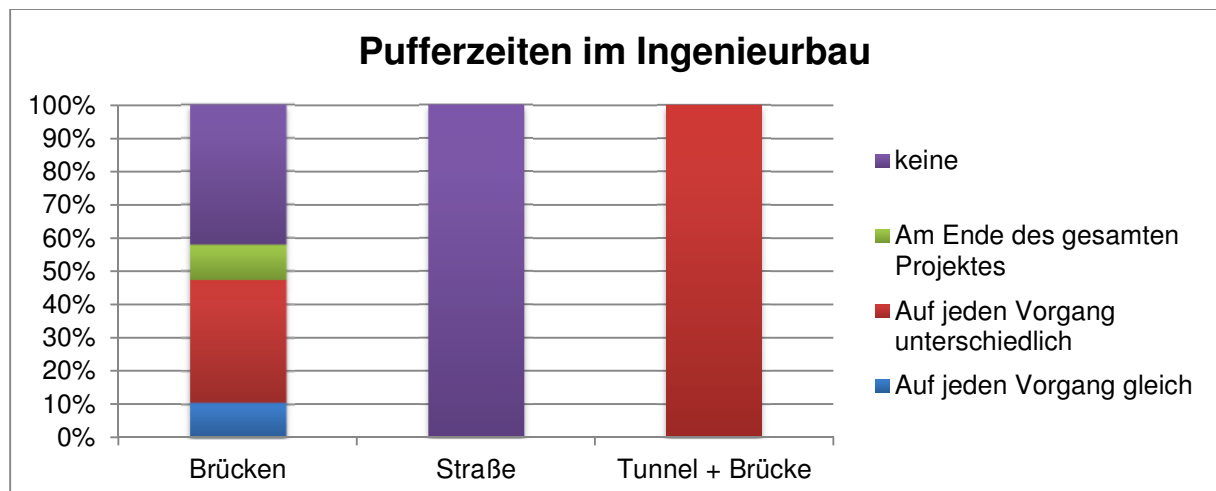


Abbildung 22: Aufschlagen von Pufferzeiten im Ingenieurbau

Die Auswertung der Tiefbauprojekte weist ein anderes Bild auf, bei dem zwar auch Pufferzeiten zum größten Teil auf jeden Vorgang unterschiedlich aufgeschlagen werden, aber ein Drittel mit dem gleichen Puffer für jeden Vorgang arbeitet (siehe Abbildung 23).

Hieraus lässt sich schließen, dass es im Tiefbau nahezu unmöglich ist, ohne Pufferzeiten zu arbeiten und genug Zeit eingeplant werden muss. Dabei kann man die unterschiedlichen Möglichkeiten des Aufschlagens von Pufferzeiten projektbezogen variieren. Im Schienenbau wird hauptsächlich mit Pufferzeiten am Ende des Projektes gearbeitet. Es lagen insgesamt nur sechs Schienenprojekte. Deshalb wird von einer qualitativen Auswertung abgesehen. Beim Straßenbau wird eher mit gleichmäßigen Puffern auf jedem Vorgang gearbeitet und beim Spezialtiefbau mit unterschiedlichen Puffern für jeden Vorgang. Die Begründung für das Anwenden von unterschiedlichen Puffern im Spezialtiefbau liegt schon im Namen selbst. Es handelt sich dabei immer um sehr spezielle Projekte, bei denen für jeden Vorgang ein separater Puffer eingeplant werden muss.

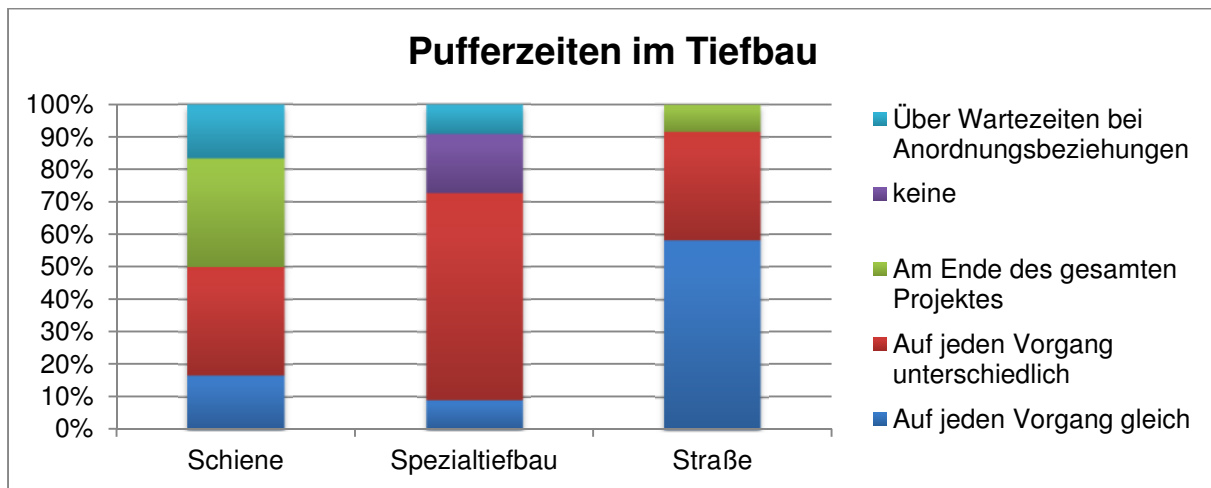


Abbildung 23: Aufschlagen von Pufferzeiten im Tiefbau

5.2.3.3 Auswertung hinsichtlich der Beeinflussung von Vorgangsdauern

Bei der Frage nach Kriterien, die die Dauer der Vorgänge zum größten Teil beeinflussen, gab es drei Antwortmöglichkeiten:

1. Komplikationen durch Nachträge/Erweiterungen
2. Komplikationen durch Änderungen
3. Umwelteinflüsse

Viele Befragte wählten jedoch mehrere Möglichkeiten aus oder ergänzten noch weitere. In Abbildung 24 wird deutlich, dass beim Hochbau alle Angaben relativ gleichmäßig verteilt sind, außer dem Kriterium der Umwelteinflüsse, welches mit 15% heraussticht. Beim Ingenieurbau wurden ebenfalls Umwelteinflüsse als einziger ausschlaggebender Faktor angegeben. Im Tiefbau dagegen werden Vorgänge meistens durch Nachträge, Erweiterungen oder Änderungen beeinflusst. Die Umwelteinflüsse als wichtigster Faktor im Hoch- und Ingenieurbau, wurden in den Gesprächen damit erklärt, dass alle Nachträge, Änderungen oder Erweiterungen so in ein Projekt eingearbeitet werden können, dass es kaum zur Verschiebung von Vorgängen kommt.

Besondere Nachträge wie z.B. Sonderwünsche in Eigentumswohnungen können oft parallel zu anderen Vorgängen abgearbeitet werden und verzögern somit den Bauprozess nicht.

Umwelteinflüsse dagegen sind unveränderlich und ein harter Winter kann zum Beispiel häufig dafür sorgen, dass Bauarbeiten komplett ruhen müssen. Ein weiteres Beispiel sind starke Regenfälle, die in halbfertigen Bauten große Schäden anrichten können, da sie erst behoben werden müssen bevor der Bauprozess fortschreiten kann.

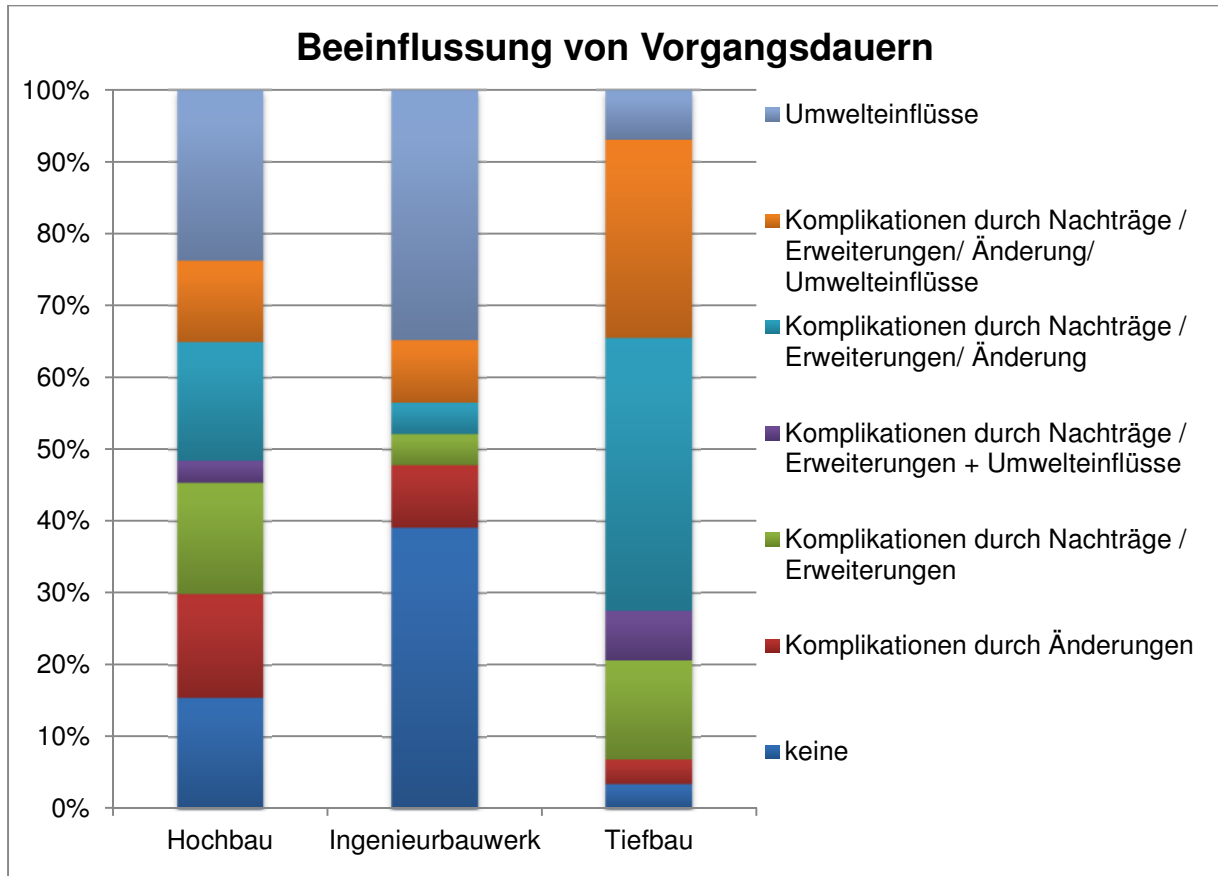


Abbildung 24: Kriterien die die Dauer von Vorgängen beeinflussen

In den Gesprächen war beim Hoch- und Tiefbau eine ergänzende häufige Angabe, dass vertragliche Bedingungen oft die Dauer von Vorgängen beeinflussen können. Außerdem wurden als weitere Beispiele Lieferschwierigkeiten von Baustoffen oder falsche (Baugrund-) Gutachten genannt.

5.2.3.4 Auswertung hinsichtlich der Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern

Im Experteninterview wurde außerdem nach der Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern gefragt. Auf einer Skala von 25 % bis 125%, die in 25%ige Schritte aufgeteilt ist, gaben rund die Hälfte aller Befragten im Hochbau an, dass die Vorgänge zu 100% zuverlässig waren (siehe Abbildung 25). In vielen Interviews wurde außerdem erwähnt, dass es schnell passiert, dass einzelne Vorgänge schneller abgeschlossen sind, andere dafür aber länger brauchen und man insgesamt somit zu einer 100%igen Erreichung der Termine kommt. Wenige gaben an, dass sie schneller mit dem Projekt fertig waren, die Vorgangsdauern also zu 125% eingehalten werden konnten.

Eine kleinere Verschiebung von Vorgängen nach hinten, also eine Zuverlässigkeit von allein 75% kam bei rund einem Drittel der Befragten vor.

Dies kann, wie bereits erläutert, schnell durch Nachträge, Erweiterungen oder gravierende Umwelteinflüsse geschehen. Dass Projektendtermine sehr weit nach hinten verschoben wurden, kam allein bei wenigen der Befragten vor.

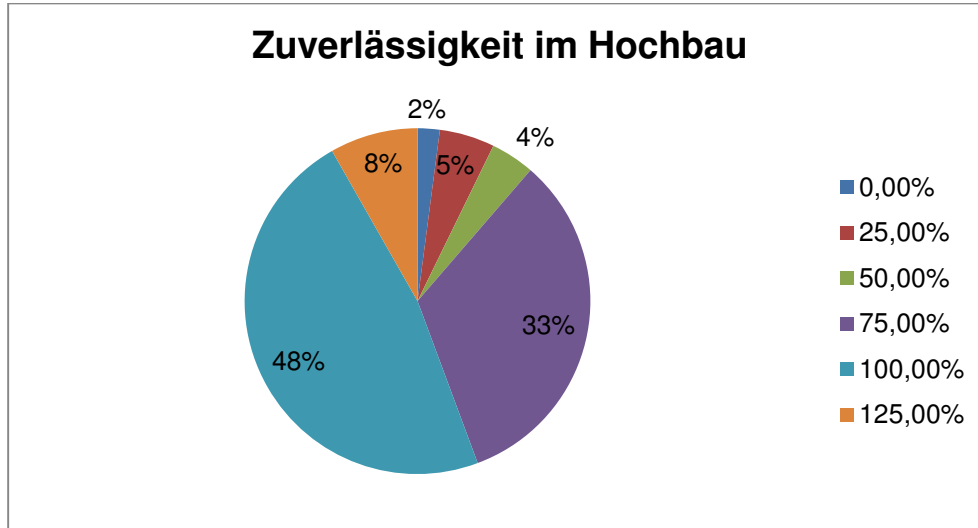


Abbildung 25: Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern im Hochbau

Beim Tiefbau in Abbildung 26 ist zu erkennen, dass die Zuverlässigkeit der Vorgangsdauern die zu 100% erreicht werden, noch höher ist als beim Hochbau. Dies passt zu den bisher genannten Ergebnissen, dass es im Tiefbau weniger Nachträge, Änderungen oder Umwelteinflüsse gibt, die das verzögern von Vorgängen verursachen. Dafür wurden aber auch nur 3% der Vorgänge schneller fertig.

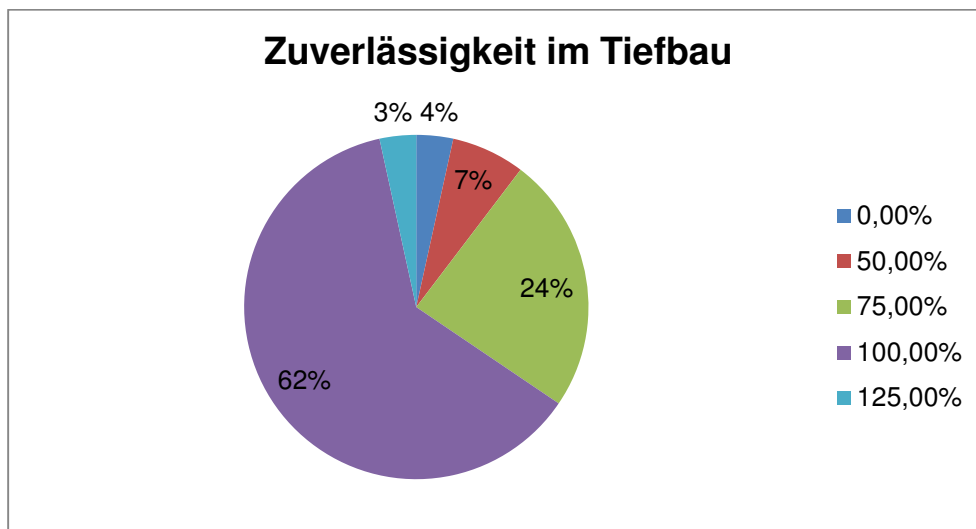


Abbildung 26: Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern im Tiefbau

Das Ergebnis der Analyse des Ingenieurbausektors ähnelt eher dem des Hochbaus, wie in Abbildung 27 zu sehen ist. Rund die Hälfte aller Befragten gab an, Vorgänge zu 100% einzuhalten. Wenige gaben an, sie schneller zu vollenden. In diesem Sektor ist dafür die Anzahl der Verschiebungen von Vorgängen höher. Auffällig ist, dass sogar 22% angaben, dass Vorgänge zu 0% erreicht werden konnten. Eine Erklärung für dieses Phänomen wäre, dass im Ingenieurbau von einem Drittel der Befragten keine Pufferzeiten aufgeschlagen werden. Es würde eventuell nicht zu diesen Verschiebungen kommen, wenn mehr Pufferzeit eingeplant werden würde.

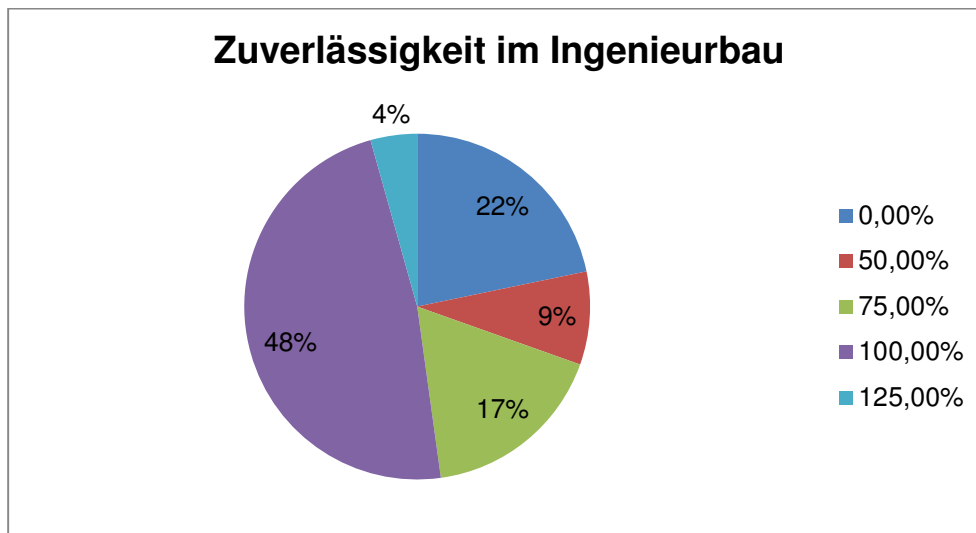


Abbildung 27: Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern im Ingenieurbau

Die darauffolgende Frage im Experteninterview bezog sich auf die Übereinstimmung von Ist- und Soll-Zeiten bezogen auf das Erreichen von Meilensteinen. Es war hier die gleiche Skalierung wie bei der vorherigen Frage gegeben.

Beim Hochbau gab mehr als die Hälfte der Befragten an, die Meilensteine und damit auch den Baufertigstellungstermin zu 100% eingehalten zu haben. 5% der Projekte konnten früher fertiggestellt werden und circa 40% benötigten länger (siehe Abbildung 28).

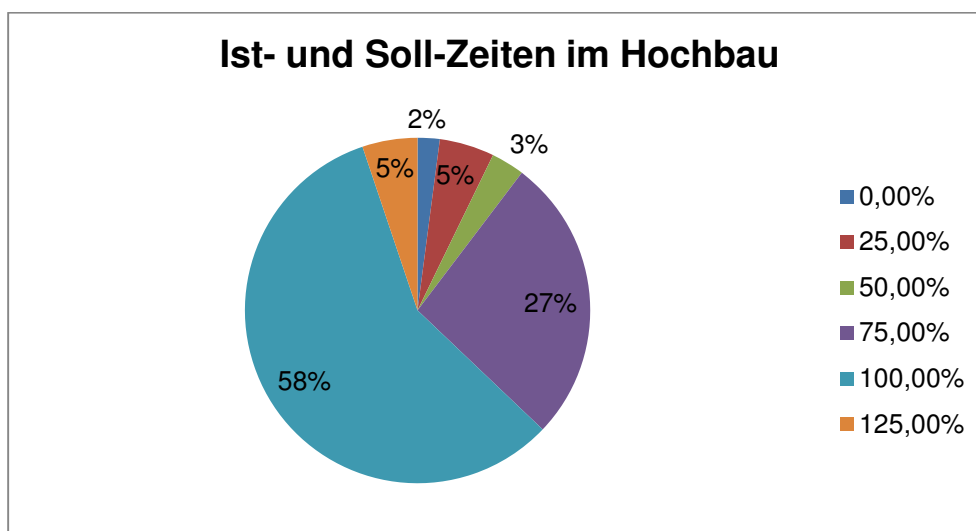


Abbildung 28: Übereinstimmung der Ist- und Soll-Zeiten im Hochbau

Wie in Abbildung 29 zu sehen ist, wurde beim Tiefbau etwa die Hälfte der Projekte zum vorgesehenen Termin fertiggestellt. Dafür gab es sogar 10% die ihre Meilensteinziele gar nicht eingehalten haben. Die Anzahl der Baufertigstellungen, die vor dem geplanten Termin erreicht wurden ist nur sehr gering. Eine größere Verschiebung des Endtermins kam bei 7% der Befragten vor. Die Zahl der zu 75% erreichten terminlichen Ziele beim Hoch- und Tiefbau war ungefähr gleich bei knapp 30%.

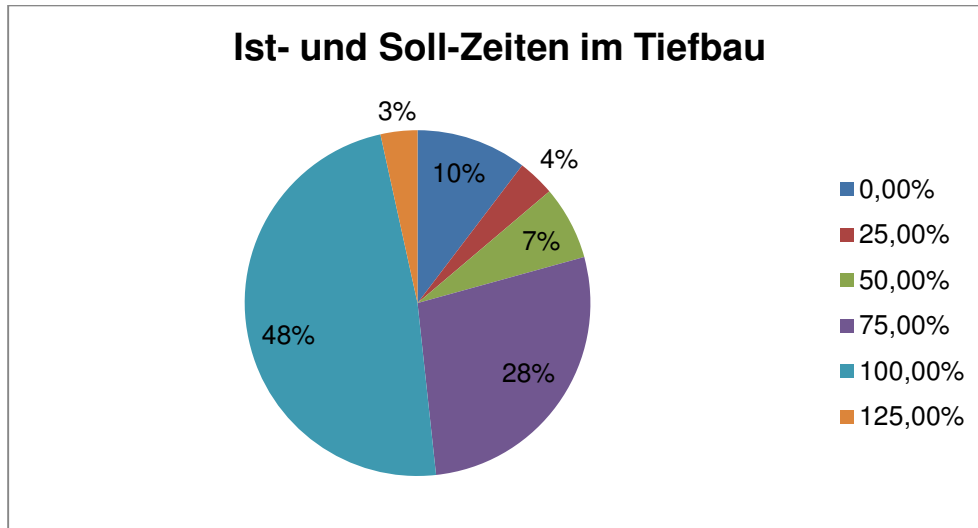


Abbildung 29: Übereinstimmung der Ist- und Soll-Zeiten im Tiefbau

Der Ingenieurbau zeigt wiederum ein etwas anderes Ergebnis. Hier wurde auch die Hälfte der Termine zu 100% eingehalten. Auffällig ist in Abbildung 30 der Wert der zu 0% erreichten Vorgänge. Diese Ergebnisse stammen weitestgehend aus dem bereits existierenden Masterprojekt. In den Gesprächen, die für diese Arbeit geführt wurden, kam dieser Fall nie vor und deshalb fehlt eine schlüssige Argumentation für eine Verdopplung der gesamten Bauzeit.

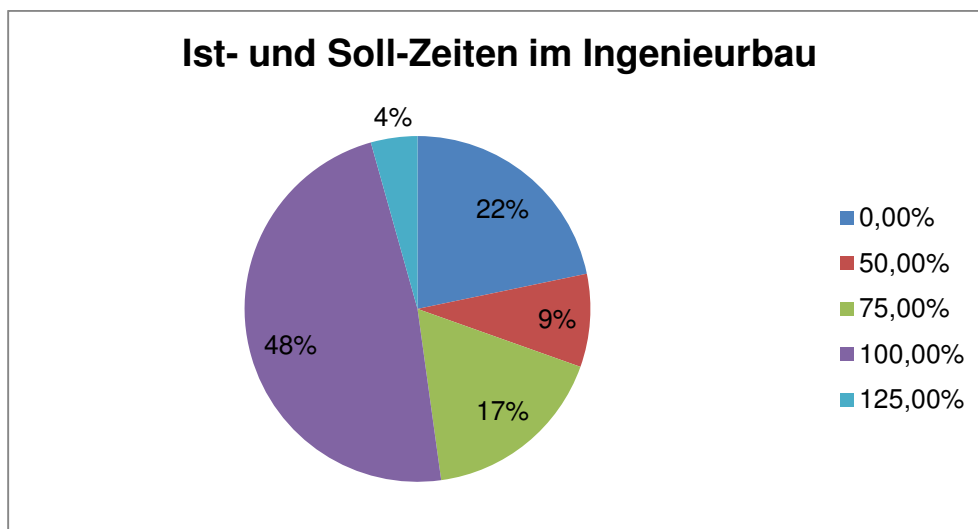


Abbildung 30: Übereinstimmung der Ist- und Soll-Zeiten im Ingenieurbau

Insgesamt wird sowohl bei der Zuverlässigkeit der Vorgangsdauern, als auch bei der Übereinstimmung von Ist- und Soll-Zeiten deutlich, dass ein großes Verbesserungspotenzial besteht. Es wird immer nur rund die Hälfte aller Projekte zum vorgesehenen Termin erreicht und es existieren noch zu viele Terminverschiebungen, die mit Kosten und Konventionalstrafen verbunden sein können. Diese Ergebnisse bekräftigen die These, dass durch eine detailliertere und übersichtlichere Terminplanung mit der genauen Einplanung von Pufferzeiten für Nachträge, Erweiterungen oder Umwelteinflüsse das Erreichen der Endtermine verbessert werden kann.

5.2.4 Auswertung des kritischen Wegs & der parallelen Vorgänge

Wie in den Definitionen des Masterprojekts bereits erklärt, beschreibt der kritische Weg eine Abfolge von zeitlich aufeinander folgenden Vorgängen, bei denen es nicht möglich ist, dass sich ein Vorgang verschiebt, ohne dass sich auch etwas an allen anderen Vorgängen und am Endtermin ändert. Um den kritischen Weg auszuwerten, wurde die Anzahl der Vorgänge auf seinem Weg mit der Gesamtanzahl der Vorgänge im Terminplan ins Verhältnis gesetzt. Je größer dabei die sich ergebende Prozentzahl ist, umso größer ist der Anteil der Vorgänge auf dem kritischen Weg.

Wie in Abbildung 31 zu sehen ist, werden bei allen drei Bauwerkstypen sehr wenige kritische Vorgänge in den Terminplänen definiert. Im Hochbau ist das Verhältnis von kritischen Vorgängen zur Gesamtanzahl der Vorgänge noch am größten. Das konsequente Einbringen des kritischen Wegs und vor allem seine deutliche Markierung können eine strukturiertere Terminplanung unterstützen und damit das Erreichen von Projektzielen vereinfachen. Im Hochbau wird dieses Verfahren schon vermehrt eingesetzt. Das lässt sich auch in der hohen Zahl der Übereinstimmung der Ist- und Soll-Zeiten im Hochbau erkennen.

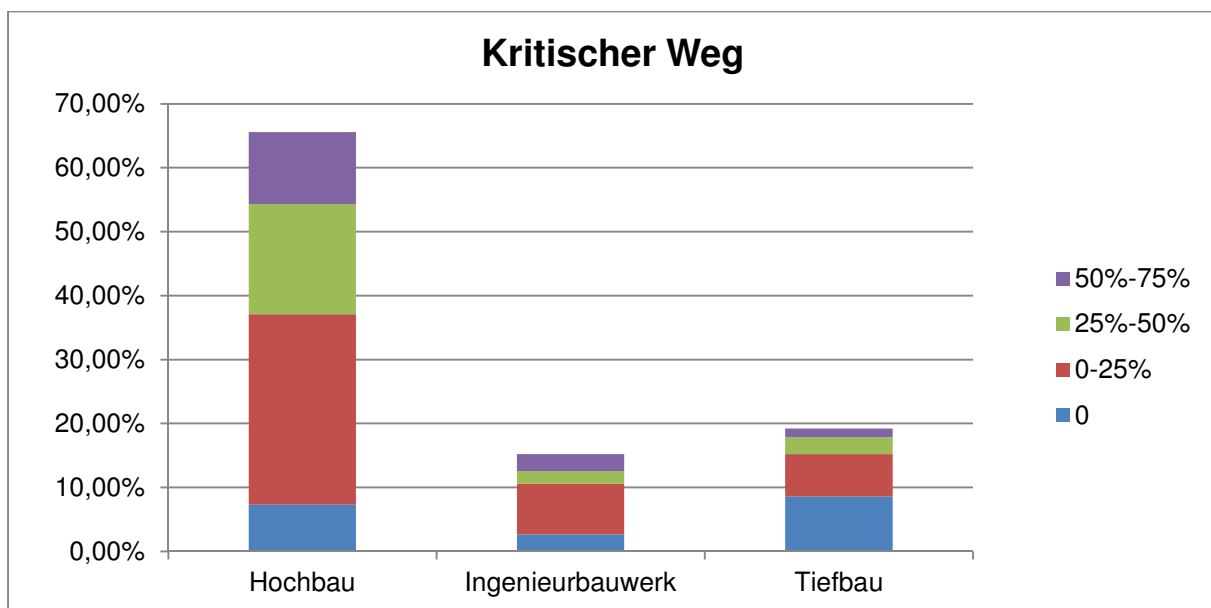


Abbildung 31: Verhältnis der Vorgänge auf dem kritischen Weg zur Gesamtanzahl der Vorgänge

Bei der Auswertung der parallelen Vorgänge konzentrieren wir uns nur auf die qualitative Analyse, da quantitative Ergebnisse nur von diesem Bachelorprojekt erzielt wurden und der Stichprobenumfang für eine repräsentative Auswertung somit zu klein ist. Besonders in den Experteninterviews zu den Hochbauprojekten wurde deutlich, dass sich viele Terminplanersteller einig waren, dass ein sehr großer Anteil an Vorgängen parallel laufen sollte. Gerade wenn auf verschiedenen Baufeldern gearbeitet wird, auf denen z.B. immer das gleiche Reihenhaus errichtet wird, sollte darauf geachtet werden, dass eine Art „Kreislauf“ der Gewerke entstehen kann und sie ohne Wartezeiten von einem Baufeld zum nächsten wechseln können. Somit entsteht eine typische treppenartige Abstufung auf den Terminplänen. Auch im Straßenbau ist es möglich viele Vorgänge parallel ablaufen zu lassen, dadurch dass meistens eine längere Strecke vorgegeben ist. So ist es der Fall, dass am Ende dieser Strecke noch vorbereitenden Arbeiten stattfinden, während andere Arbeiten am Anfang der Strecke schon abgeschlossen werden können.

5.2.5 Auswertung der Kardinalitäten der Vorgänge

Die Kardinalitäten beschreiben die Verhältnisse zwischen Bauteilen und Vorgängen. Dabei gibt es vier Auswahlmöglichkeiten:

1. 0 Bauteile: 1 Vorgang
2. n Bauteile: 1 Vorgang
3. 1 Bauteil: n Vorgänge
4. 1 Bauteil: 1 Vorgang

Zum einen wird beschrieben, ob die Vorgänge überhaupt bauteilbezogen sind und falls eine Beziehung besteht, in welchem Verhältnis sie zueinander stehen.

So können mehrere Bauteile in einem Vorgang dargestellt werden. Ein Beispiel wäre die „Herstellung Rohbau“. Dabei werden die einzelnen Rohbauprozesse wie „Herstellung Fundament“ oder „Herstellung Mauerwerk“ zu einem einzigen Vorgang zusammengefasst. Dies grenzt zwar den Umfang des Terminplans ein, bringt jedoch nicht die geforderte Präzision für die Ausführungsphase. Des Weiteren kann ein Bauteil auch mehreren Vorgängen zugewiesen werden. In einem Terminplan könnte beispielsweise das Bauteil Fundament mit den Vorgängen Einschalen, Bewehren, Betonieren und Ausschalen beschrieben werden. Zuletzt kann ein Bauteil auch exakt einem Vorgang zugewiesen werden. Je nach Detaillierungsgrad des Terminplans und Art des Bauteils, kann die passenden Kardinalität gewählt werden.

Viele der Befragten konnten etwas mit der Begrifflichkeit der Kardinalität anfangen. Jedoch stellte sich häufig heraus, dass die Wahl der Kardinalitäten weniger einem System folgte, sondern eher nach Einschätzung des Terminplanerstellers erfolgte. Einigen Interviewpartnern war diese Thematik fremd, weshalb sie auch keine Kardinalitäten bewusst integriert haben. Nach Erläuterung konnten die Prozesse zumindest zugeordnet werden.

Wie in Abbildung 32 zu erkennen ist, wird im Hochbau am häufigsten die Kardinalität „1 Bauteil: n Vorgänge“ angewandt. Dies hat zwar durch eine größere Anzahl an Vorgängen einen größeren Planungsaufwand zur Folge, bringt jedoch eine größere Präzision mit sich.

Somit kann jeder tatsächlich realisierte Vorgang mit einer Zeit (2D) oder mit einem dreidimensionalen Planungsmodell gekoppelt werden. Bei einer Abweichung des Planungsablaufs kann sofort reagiert werden.

Die Ausprägungen der Kardinalitäten im Ingenieur- und Tiefbau stimmen fast überein. Am häufigsten werden jedem Vorgang genau eins oder mehrere Bauteile zugeordnet.

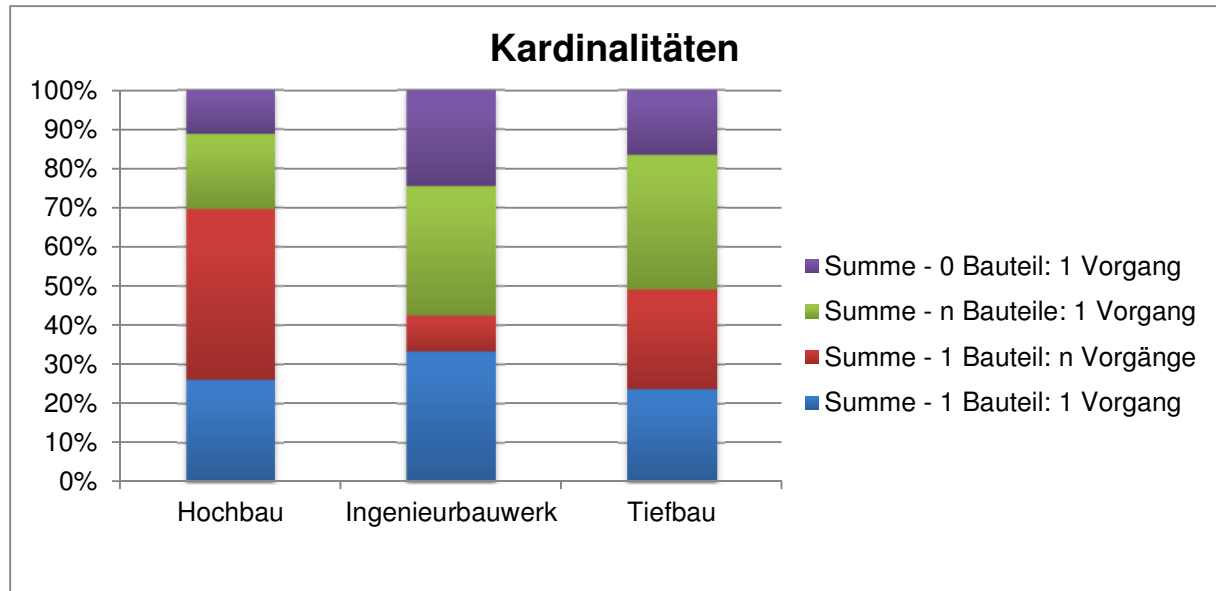


Abbildung 32: Verhältnis der Kardinalitäten abhängig vom Bauwerkstyp

Ausschlaggebend für die Wahl der Kardinalitäten ist definitiv auch der Detaillierungsgrad des Terminplans. In Abbildung 33 fällt auf, dass in detaillierteren Planungsstufen im Hochbau auch andere Kardinalitäten ausschlaggebend sind.

In Rahmenterminplänen kann keines der Bauteile mehreren Vorgängen zugeordnet werden. Daher ist festzuhalten, dass die Wahl der Kardinalitäten eindeutig mit der Planungsstufe zusammenhängt.

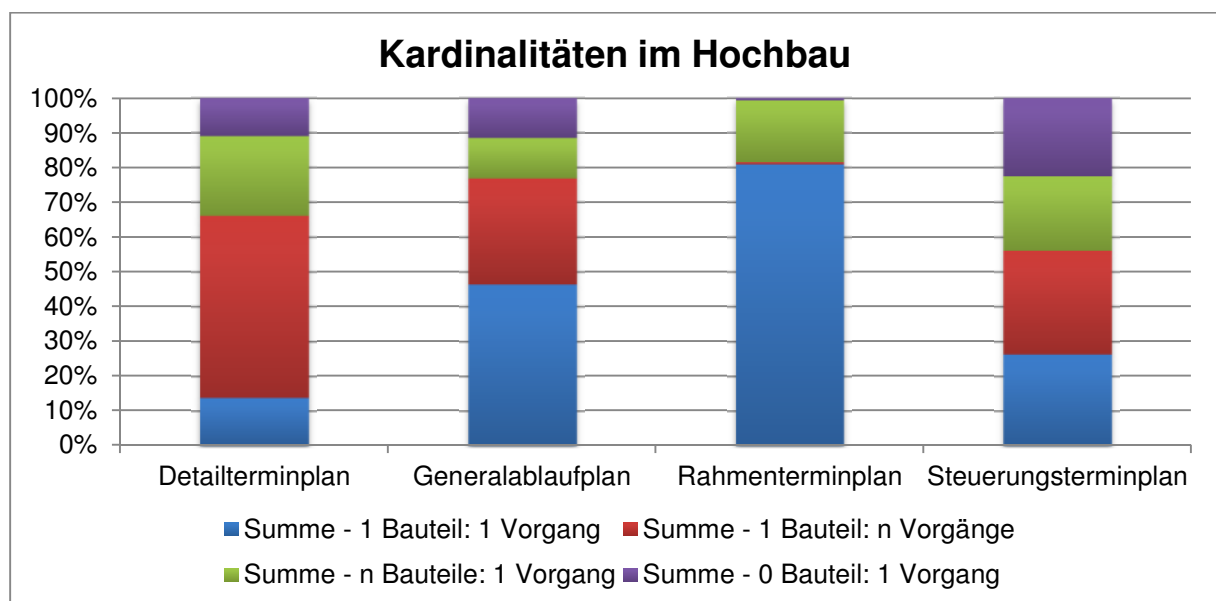


Abbildung 33: Kardinalitäten im Hochbau abhängig vom Detaillierungsgrad des Terminplans

5.2.6 Auswertung der Ausführungsstrategie

Eine Ausführungsstrategie beschreibt die Vorgehensweise bei der Herstellung eines Objektes. Dabei kann es sich um einzelne Bauteile oder ein gesamtes Bauwerk handeln. In der Regel finden mehrere Strategien in einem Projekt Anwendung. Die gewählte Strategie ist stark abhängig vom einzelnen Objekt und folgt einer einfachen Logik. Beispielsweise wird eine Mauer von unten nach oben errichtet und der Innenausbau in der Regel von oben nach unten. Die häufigsten und in dieser Arbeit betrachteten Methoden sind:

1. Von unten nach oben
2. Von oben nach unten
3. Von links nach rechts
4. Von außen nach innen
5. Von innen nach außen
6. Große Bauteile vor kleinen Bauteilen
7. Schmutzig vor sauber
8. Nach Bauteiltyp

Da die jeweilige Ausführungsstrategie besonders von der Bauwerkstypologie beeinflusst wird, unterscheiden wir hierbei ebenfalls zwischen Hoch-, Tief- und Ingenieurbau.

Wie in Abbildung 34 zu erkennen ist, wird die Ausführungsstrategie „von unten nach oben“ bei allen Bauwerkstypen zu etwa einem Drittel angewandt. Das lässt sich durch die Beschaffenheit der meisten Bauwerke logisch erklären. In der Regel wird beispielsweise im Hochbau der Rohbau geschossweise vom Fundament zum Dach realisiert.

Auch bei der Ausführungsstrategie „von oben nach unten“ lassen sich nur wenige Differenzen zwischen den einzelnen Bauwerkstypen erkennen. Laut Gesprächspartner werden viele Vorgänge des Innenausbaus von Hochbauprojekten „von oben nach unten“ abgewickelt. Des Weiteren werden bei Schienenbauwerken zuerst die Oberleitungen und Betoniervorgänge fertiggestellt, bevor im späteren Bauablauf die eigentlichen Schienen errichtet werden.

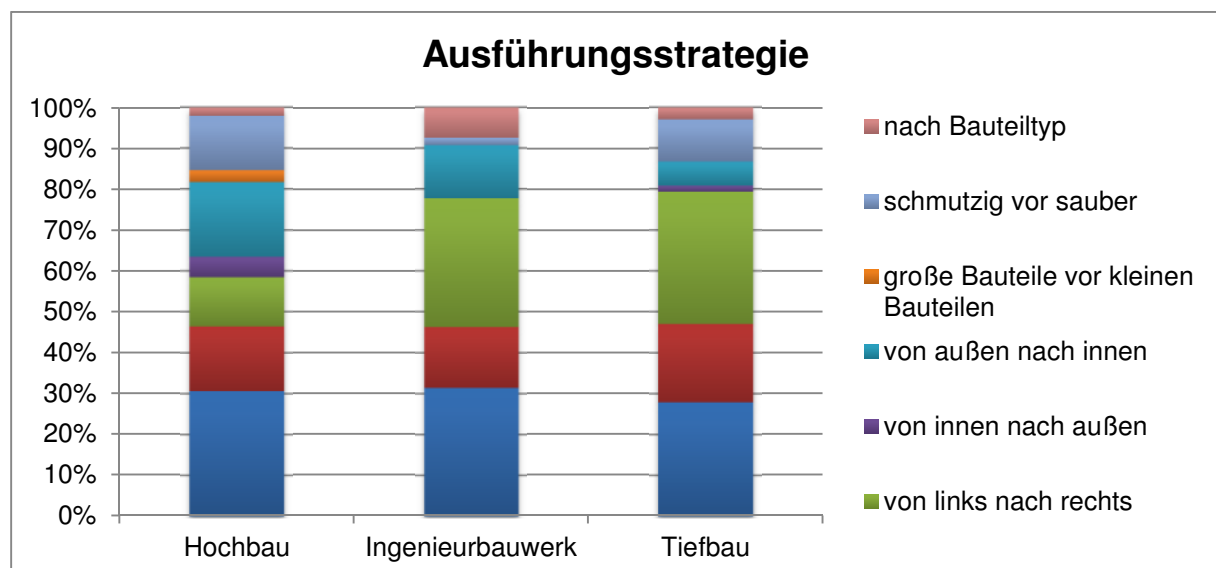


Abbildung 34: Verhältnis der Ausführungsstrategie nach Bauwerkstyp

Die Wahl einer geeigneten Ausführungsstrategie verfolgt in den meisten Fällen einer nach Erfahrungswerten angewandten Logik und erklärt sich durch die Form und Art des Projektes oder Bauteils.

Unterscheidet man im Hochbau zwischen Neubau und Sanierung fallen zusätzliche Differenzen in der Auswertung auf, die Abbildung 33 zu entnehmen sind. Während beim Neubau die Ausführungsstrategie „Unten nach oben“ mit über 30% dominiert, werden bei der Sanierung andere Strategien bevorzugt. Auch hier kann man einer klaren Logik folgen. Bei sanierten Bauwerken wird oft die äußere Schale bzw. der Rohbau gänzlich beibehalten oder nur in wenigen Teilen verändert. Die meisten Vorgänge im Rohbau werden jedoch durch die geschossweise Herstellung von Hochbauprojekten von „unten nach oben“ ausgeführt. Da diese Vorgänge bei einem Sanierungsprozess wegfallen, verringert sich auch die Anzahl der Vorgänge die von „unten nach oben“ ausgeführt werden. Dort wird eher „schmutzig vor sauber“ gearbeitet, da die alten Bauwerksbestände zuerst beseitigt und in späteren Vorgängen saniert werden.

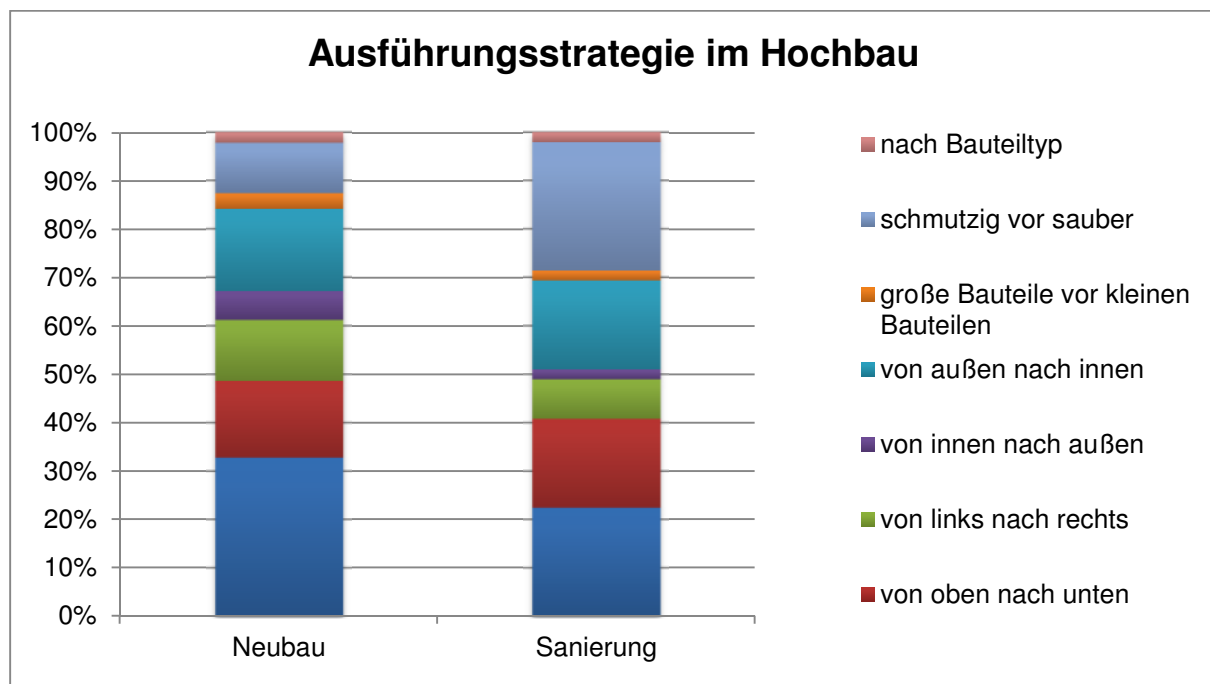


Abbildung 35: Verhältnis der Ausführungsstrategie im Hochbau bei Neubau und Sanierung

Im Tiefbau sind ebenfalls Unterschiede zwischen Neubau und Sanierung erkennbar (siehe Abbildung 36). Während die Summen für die Ausführungsstrategien „von unten nach oben“ und „von links nach rechts“ relativ ähnlich ausfallen, wird bei Neubauprojekten deutlich häufiger die Ausführungsstrategie „von oben nach unten“ ausgeführt. Ähnlich wie beim Rohbau eines Hochbauprojektes, bleibt bei einer Sanierung eines Tiefbauwerks das Grundgerüst des Bauwerks erhalten. So müssen beispielsweise bei einer Trassensanierung nicht zwangsweise die Oberleitungen und Betoniervorgänge wiederholt werden.

Im Ingenieurbau liegt uns lediglich eine Stichprobe eines sanierten Projektes vor, weshalb sich keine repräsentative Aussage treffen lässt.

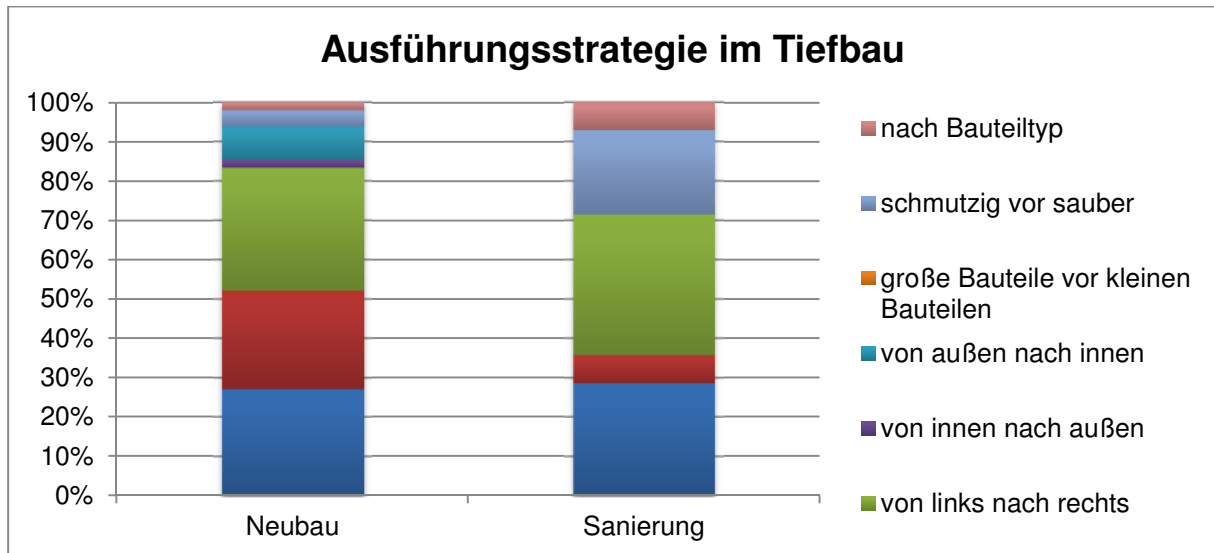


Abbildung 36: Verhältnis der Ausführungsstrategien im Tiefbau bei Neubau und Sanierung

5.2.7 Auswertung der Abhängigkeiten

Bei dieser Auswertung wird zuerst zwischen den Bauwerkstypen Hoch-, Tief- und Ingenieurbau unterschieden. Um eine Diversifizierung der Bauwerksarten zu ermöglichen, werden diese Anhand der vier Abhängigkeiten analysiert.

In Abbildung 37 ist zu erkennen, dass besonders die geometrischen und technologischen Abhängigkeiten eine hohe Relevanz im Bauablauf haben. Viele Bauteile sind konstruktiven Ursprungs. Daher ist die Lage dieser Bauteile zueinander besonders relevant. Da besonders in späteren Planungsstufen viele Vorgänge mit den Bauteilen gekoppelt sind (s. 5.2.5 Kardinalitäten zwischen Vorgängen), entstehen auch geometrische Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen. Beim Tiefbau ist mit 42% ein deutlich höherer Anteil an technologischen Abhängigkeiten zu verzeichnen als beim Hochbau. Dies könnte mit der zunehmenden Komplexität des Fertigstellungsprozesses bei Tiefbauprojekten korrelieren.

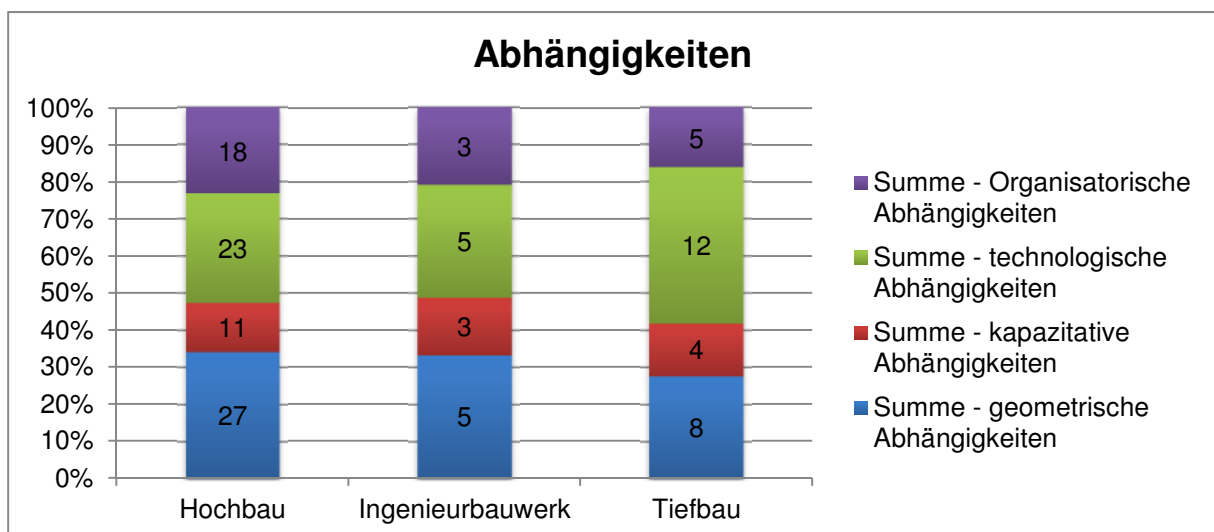


Abbildung 37: Verhältnis der vier Abhängigkeiten nach den Bauwerkstypen

Um zu den einzelnen Bauwerksarten der Bauwerkstypen genauere Aussagen zu treffen werden diese folgend näher analysiert.

Beim Hochbau ist, abgesehen von geringen Varianzen, die prozentuale Verteilung der unterschiedlichen Abhängigkeiten bei Gewerbe-, Wohnimmobilien und öffentlichen Bauten sehr ähnlich (siehe Abbildung 38). Bei öffentlichen Bauten sind die technologischen Abhängigkeiten etwas ausgeprägter. Da beispielsweise Krankenhäuser einen hohen Anteil an technischer Gebäudeausrüstung mit vielen komplexen Sicherheitssystemen besitzen, steigt auch die Relevanz der technologischen Abhängigkeiten zwischen den Vorgängen.

Bei Industrieimmobilien unterscheiden sich die Abhängigkeiten deutlicher. Hierbei dominieren die geometrischen und die technologischen Abhängigkeiten die Beeinflussung der Vorgänge. Da bei Industriegebäuden die Funktionalität im Vordergrund steht, können viele Fertigteile angewendet werden. Diese sind durch ihre speziellen Formen voneinander abhängig. Bei einer Skelettbauweise für Industriehallen bilden Deckenplatten, Unterzüge, Stützen und Fundamente die tragende Funktion. Die Fertigteile sind sowohl in Funktion als auch in Lage zueinander abhängig. (Baunetzwissen online, 2014)

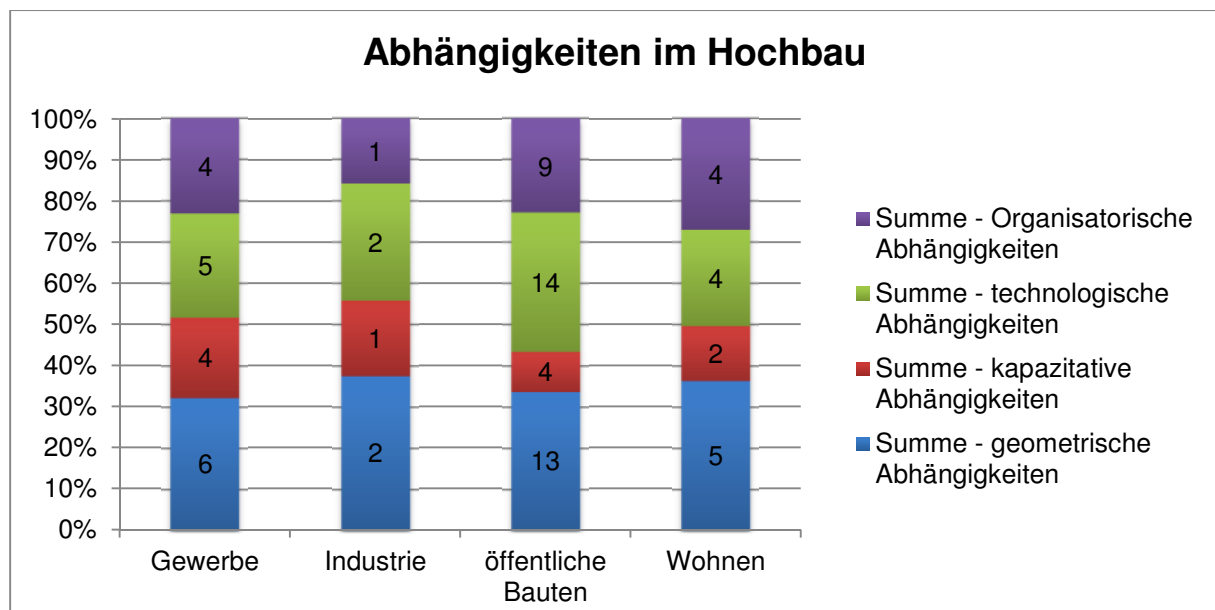


Abbildung 38: Verhältnis der Abhängigkeiten im Hochbau

Im Tiefbau ist die Verteilung der Abhängigkeiten deutlich verschieden und hängt sehr von der Bauwerksart ab.

Wie in Abbildung 39 zu erkennen ist, wird der Schienenbau hauptsächlich von geometrischen Abhängigkeiten beeinflusst. Das hängt eindeutig mit der unterschiedlichen Beschaffenheit bei Linienbaustellen zusammen. Da trotz geologischen Herausforderungen ein reibungsloser und sicherer Schienenverkehr gewährleistet werden muss, ist die präzise Ausrichtung der Schienen von höchster Priorität. Des Weiteren führt die Form zu einem hohem organisatorischen Aufwand. Besonders die Beschaffung der Grundstücke und die Baustelleneinrichtung führen zu mehreren Komplikationen.

Im Spezialtiefbau ist eindeutig zu erkennen, dass der Bauablauf von technologischen Abhängigkeiten beeinflusst wird. Dies ist mit den individuellen Komplikationen der Spezialtiefbauwerke zu erklären. Um diesen entgegenzustehen, werden in der Regel Methoden und Verfahren angewandt, die nur mit speziellen Maschinen und von verhältnismäßig wenigen Unternehmen ausgeführt werden können. Bei einer komplizierten Pfahlgründung werden beispielsweise Pfähle in tiefere und tragfähige Bodenschichten geführt. Diese Technik erfordert einen hohen technischen Aufwand.

Bei der letzten Nutzungskategorie lässt sich erkennen, dass es im Prinzip eine Kombination aus Faktoren des Schienen- und Spezialtiefbaus ist. Dabei entsprechen die Formen und Ausdehnung der Bauteile, denen des Schienenbaus. Daraus ergeben sich auch ähnliche geometrische Abhängigkeiten. Jedoch spielen auch die technologischen und kapazitiven Abhängigkeiten eine große Rolle.

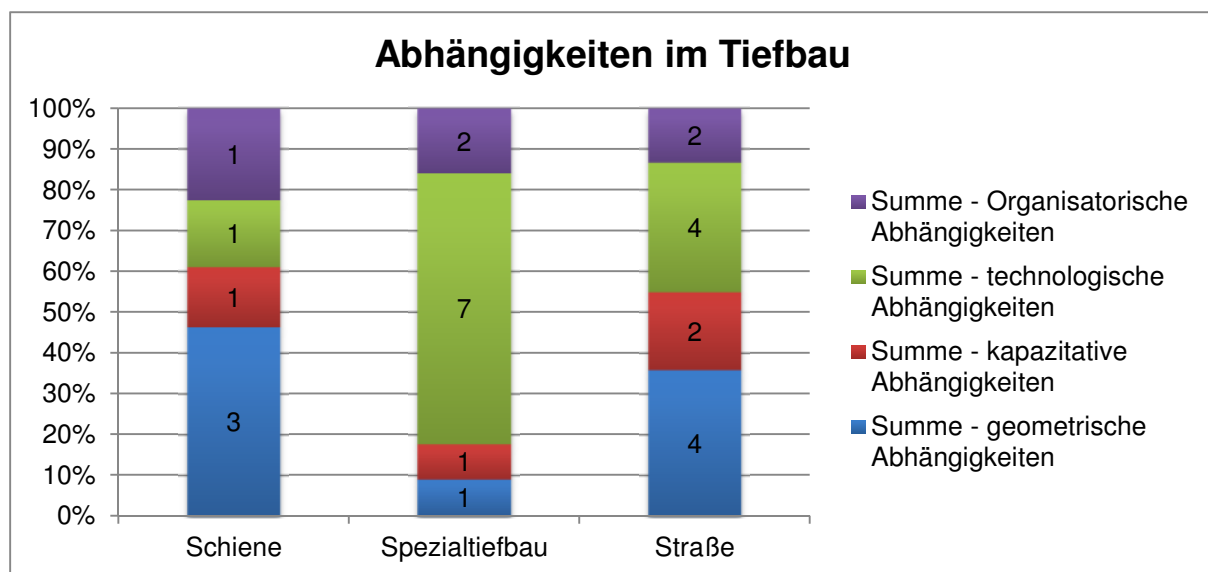


Abbildung 39: Verhältnis der Abhängigkeiten im Tiefbau

Der Ingenieurbau wird durch einen hohen technologischen und kostenintensiven Aufwand geprägt. Die Anzahl an zusätzlichen Stichproben führt zu anderen Ergebnissen als im Masterprojekt. Während im Brückenbau fast die Hälfte der Abhängigkeiten technologischen Ursprungs ist, ist unser Ergebnis ausgeglichener (siehe Abbildung 40).

Durch die sich wiederholende bauliche Vorgehensweise und Erfahrungswerte bei der Ressourcenplanung fallen die Werte für organisatorische und kapazitative Abhängigkeiten etwas geringer aus. Jedoch sind diese Faktoren durch hohe Kosten, Vertragskomplexität und Beschaffung von Spezialtechniken keines Falls zu vernachlässigen.

Der Tunnelbau wird eindeutig von den geometrischen Abhängigkeiten beeinflusst. Dies liegt an der Schwierigkeit der geometrischen Lage der Bauteile zueinander.

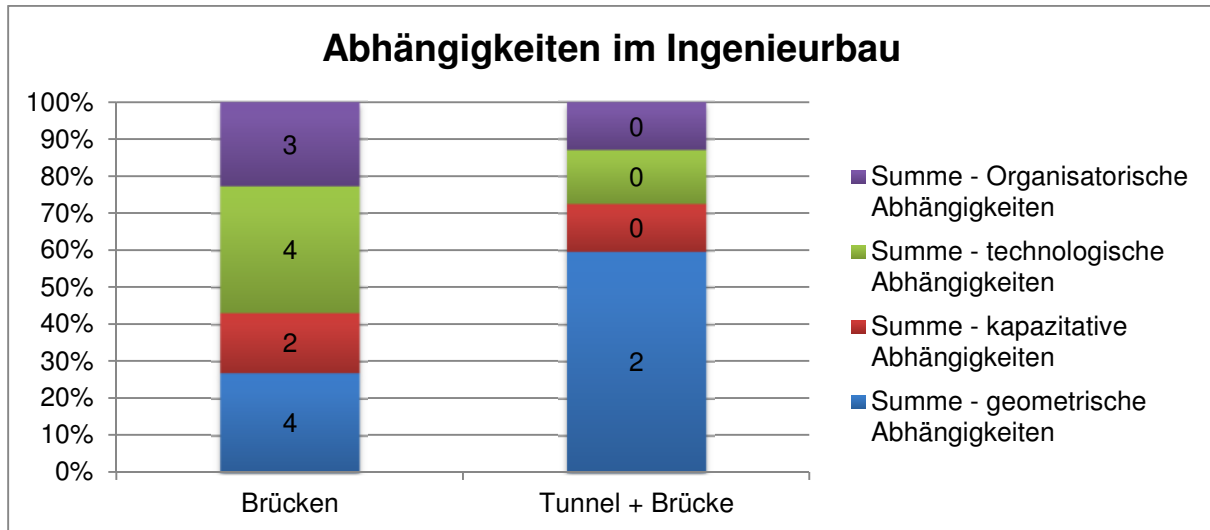


Abbildung 40: Verhältnis der Abhängigkeiten im Ingenieurbau

5.2.8 Auswertung der Anordnungsbeziehungen

Betrachtet man die Anordnungsbeziehungen zwischen den Vorgängen zeigen sich deutliche Tendenzen für die für jeden Bauwerkstyp am häufigsten gewählten Anordnungsbeziehungen.

Die Anordnungsbeziehungen sind bei allen Bauwerkstypen ähnlich verteilt. Wie in Abbildung 41 abzulesen ist, liegt die prozentuale Verteilung der „Ende-Anfang“-Beziehungen für alle Bauwerkstypen bei rund 60%. Die zweithäufigste Anordnungsbeziehung ist die „Ende-Anfang plus“-Beziehung. Durch die geometrischen und technologischen Abhängigkeiten zwischen den Bauteilen (s. Kapitel 5.2.6. Auswertung der Ausführungsstrategien) können die meisten Vorgänge erst begonnen werden, sobald sein Vorgänger abgeschlossen oder in einem gewissen Stadium des Fortschritts ist. So kann beispielsweise bei der Herstellung eines Fußbodens die Oberfläche erst hergestellt werden, sobald der Vorgang „Estricharbeiten“ komplett abgeschlossen wurde. Interessanter für unsere Auswertung ist jedoch die Frage, ob auch Vorgänge ohne Anordnungsbeziehung in Terminplänen zu finden sind. Laut Gesprächspartner steht jeder Vorgang in Abhängigkeit mit mindestens einem anderen Vorgang.

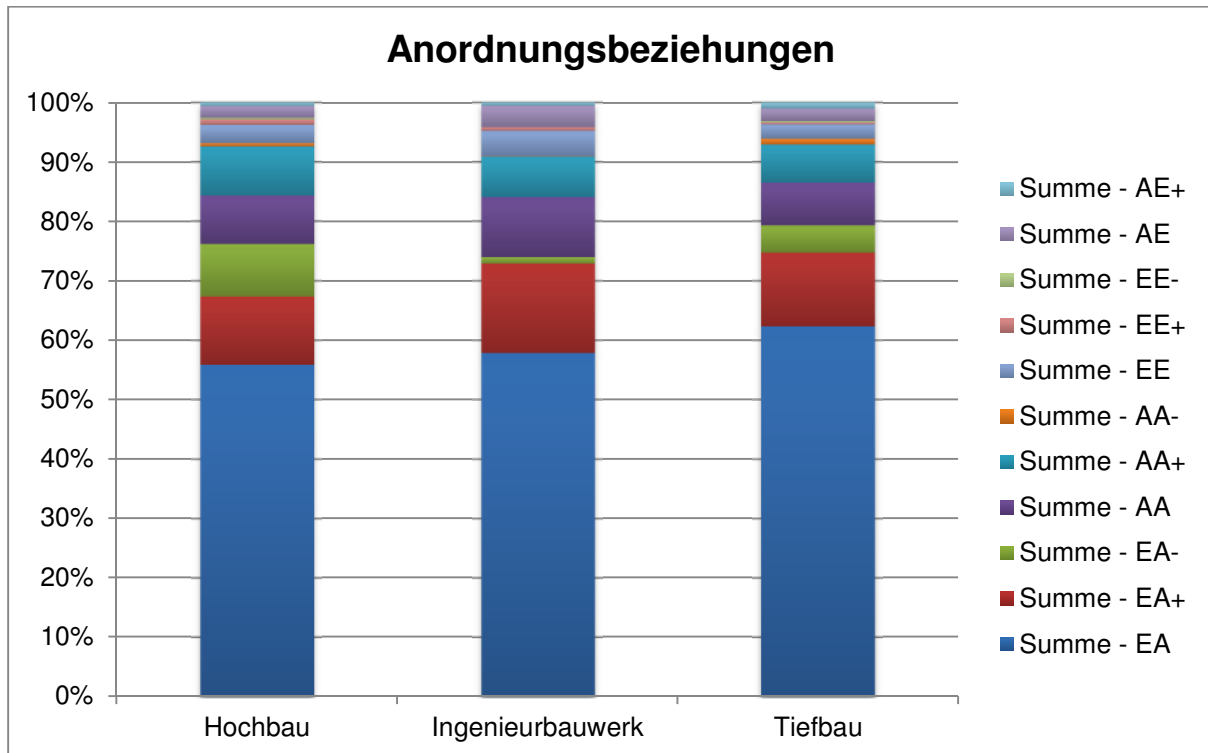


Abbildung 41: Verhältnis der Anordnungsbeziehungen nach den Bauwerkstypen

Abbildung 42 zeigt, dass es in unseren Stichproben durchaus Vorgänge ohne erkennbare Anordnungsbeziehungen gibt. Knapp ein Drittel aller ausgewerteten Vorgänge weisen keine Anordnungsbeziehungen auf. Laut Aussagen der Experten besitzt jedoch jeder Vorgang mindestens eine Anordnungsbeziehung zu einem anderen Vorgang.

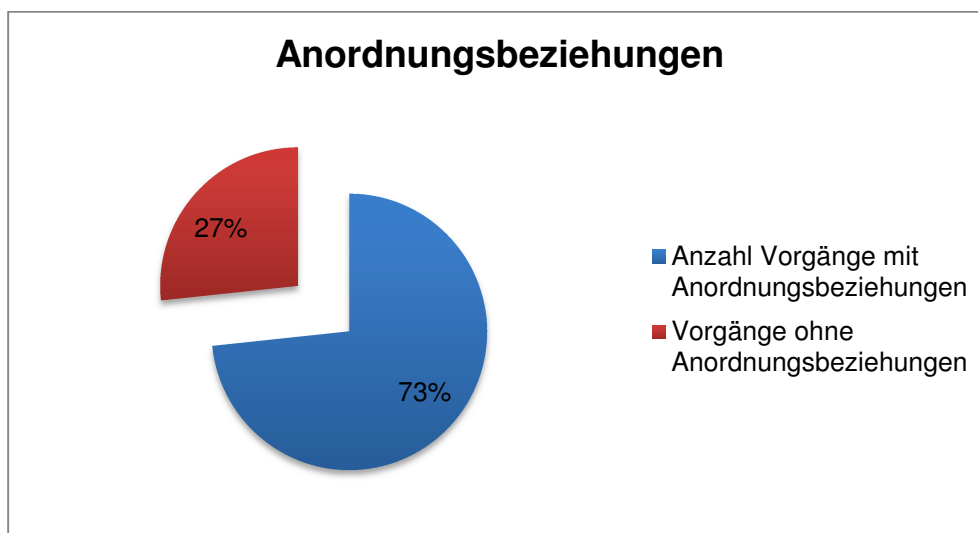


Abbildung 42: Verhältnis der Vorgänge mit und ohne Anordnungsbeziehungen

Dieser Expertenaussage steht Abbildung 43 gegenüber, welche das prozentuale Verhältnis zwischen den dargestellten und den tatsächlichen Anordnungsbeziehungen darstellt.

Als tatsächliche Anordnungsbeziehungen wurde in dieser Arbeit, in Anlehnung an die Expertenaussage, die jeweilige Vorgangszahl angenommen, da es für jeden Vorgang im Terminplan mindestens eine Anordnungsbeziehung zu einem anderen Vorgang gibt. Demnach stellt die rote Linie bei 100 % genau diese Aussage dar. Dieses Liniendiagramm unterstützt dadurch eine Hauptthese dieser Arbeit, dass nur ein Bruchteil aller Anordnungsbeziehungen im Terminplan dargestellt wird. Es fällt auf, dass bei gut zwei Dritteln der Pläne wesentlich weniger Anordnungsbeziehungen in den Terminplan eingezeichnet wurden, als eigentlich vorhanden sind. Dies macht den Widerspruch zu der bereits genannten Aussage der Experten deutlich.

Abbildung 42 und 43 unterstützen außerdem zwei weitere Hauptthesen dieser Arbeit besonders gut. Einerseits werden nicht alle Funktionen der benutzten Software verwendet, denn es besteht zwar bei jeder Software die Möglichkeit die Anordnungsbeziehungen einzuzeichnen, jedoch wird in den Abbildungen deutlich, dass dies oftmals nicht geschieht. Des Weiteren bedeutet das gleichzeitig, dass nicht alle Gedanken, die der Terminplansteller sich bei der Anfertigung dieser macht, im Terminplan visualisiert werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt durch die starke Schwankung der Linie ebenfalls, dass jeder Terminplanersteller nach seinem eigenen System arbeitet und unterschiedlich viele Anordnungsbeziehungen einzeichnet. Daraus können auf der Baustelle, wenn der Verantwortliche für den Terminplan nicht vor Ort ist, durchaus große Unstimmigkeiten entstehen. Es wird für andere Projektbeteiligte nicht unmittelbar deutlich wie die Zusammenhänge zwischen den Vorgängen sind, wenn ihre Anordnungsbeziehungen nicht eindeutig erkennbar sind. Eine bessere Transparenz - also offensichtlichere Visualisierung der Anordnungsbeziehungen - kann einen strukturierteren Bauablauf unterstützen.

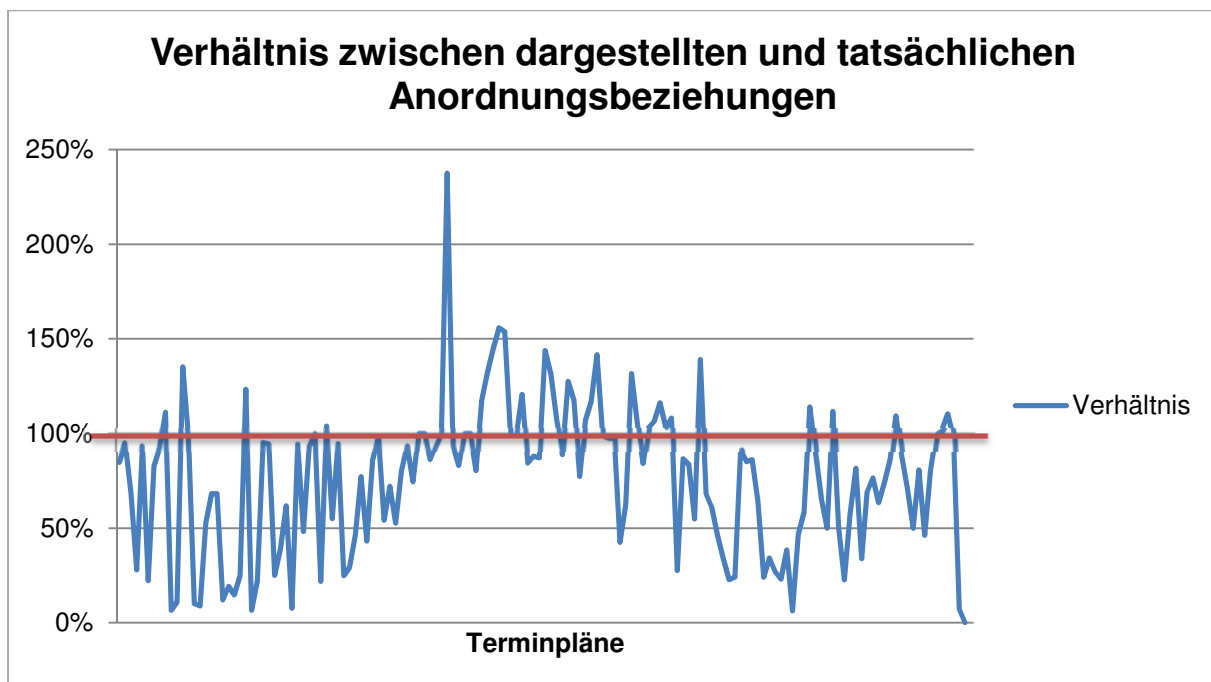


Abbildung 43: Verhältnis zwischen dargestellten und tatsächlichen Anordnungsbeziehungen jedes Terminplanes

6 Schlussteil

6.1 Zusammenfassung

Das Bachelorprojekt „Terminpläne – Abhängigkeiten zwischen Vorgängen“ beschäftigt sich mit der Analyse der Abhängigkeiten zwischen den unterschiedlichen Vorgängen des Bauablaufs. Die Aufgabe besteht darin, Terminpläne zu organisieren und anhand eines erstellten Fragebogens ein Experteninterview zu führen. Ziel dabei ist es, die bereits in einem Bachelor- und Masterprojekt gewonnenen Ergebnisse zu ergänzen und in geeigneten Graphiken auszuwerten, zu analysieren und zu interpretieren.

Die Organisation der Terminpläne erfolgte auf unterschiedlichen Wegen. Es wurden sowohl Verwandte, Professoren, Bekannte oder Kontaktpersonen aus einem vergangenen Praktikum angesprochen, als auch Firmenkontakte aus dem Internet herausgesucht und per Email oder Telefon angesprochen. Die Beschaffung der Terminpläne war mit einem hohen Zeitaufwand verbunden, da die meisten Firmen andere Prioritäten hatten und sich das Finden eines Gesprächstermins schwierig gestaltete. Die Besonderheit dieser Arbeit lag darin, dass zwei bereits existierende Fragebögen vom Bachelor- und Masterprojekt zusammengeführt werden mussten, um die Experteninterviews zu führen. Der Fragebogen des Masterprojekts wurde größtenteils übernommen und ist in zwei Abschnitte aufgeteilt. Dieser Schritt einer Synthese der vorangegangenen Projekte war für dieses Bachelorprojekt nötig, um eine allgemeingültige, repräsentative Aussage mit einem großen Stichprobenumfang treffen zu können. Insgesamt liegt dieser Arbeit ein Stichprobenumfang von 150 Terminplänen zu Grunde. Dieser setzt sich aus Terminplänen aus dem Hochbau, Tiefbau und Ingenieurbau zusammen. Die Daten aus den Experteninterviews wurden in eine vom vorhergehenden Masterprojekt erstellte und durch die Bearbeiter erweiterte Excel-Tabelle eingepflegt. Außerdem wurden die Daten des vorangegangenen Bachelorprojekts in diese Tabelle eingearbeitet.

Die erhaltenen Terminpläne unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Darstellungsform, da alle Terminpläne Balkenpläne sind, aber sie unterscheiden sich hinsichtlich des Detaillierungsgrads, sowie der Erstellungssoftware. Der häufigste Detaillierungsgrad ist der Detailterminplan, die häufigste Erstellungssoftware MS Project.

Die Datengrundlage für die Erstellung der Terminpläne stützt sich meistens auf eigene Erfahrungswerte der Terminplanersteller bzw. auf Erfahrungswerte einer firmeninternen Datenbank. Während der Gespräche kristallisierte sich schnell heraus, dass das Gefälle zwischen theoretischen Modellen und der praktischen Erstellung von Terminplänen sehr groß ist. Die Fragen des Interviews beruhen auf theoretischen Modellen beziehungsweise Erstellungsmethoden, welche beispielsweise in Hochschulen gelehrt, aber heutzutage in der Baupraxis wenig angewandt werden. Allgemeine theoretische Grundlagen wie zum Beispiel der kritische Weg, Anordnungsbeziehungen, Pufferzeiten oder Abhängigkeiten sind bekannt, doch wird in der Praxis oft davon abgesehen, da eine Terminplanerstellung nach Theorie meist zu viel Zeit in Anspruch nimmt.

Viele Unternehmen erstellen ihre Terminpläne nach Erfahrungswerten, so dass ein schneller, erfolgreicher Bauabschluss mehr an Bedeutung gewinnt, als die „vorschriftsmäßige“ Erstellung nach der Theorie. Bei den Gesprächen wurden daher einerseits zu jeder Frage sehr ausführliche, gut durchdachte Antworten mit vielen zusätzlichen bauwerksbezogenen Informationen gegeben, während sich andererseits die Beantwortung als kompliziert erwies.

Die These, dass mit dem Bauvolumen die Anzahl an Vorgängen steigt, konnte in dieser Arbeit anhand des Hochbaus bewiesen werden. Die Vorgangszahl nimmt mit größerer Bruttogrundfläche zu. Hinsichtlich der Ebenen konnte festgestellt werden, dass eine bis hin zu acht Ebenen bei den analysierten Plänen existieren. Auffallend ist dabei, dass umfangreichere Projekte auch in mehr Ebenen untergliedert sind. Jedoch liegt der ermittelte Mittelwert insgesamt bei jedem Bauwerkstyp bei 3 Ebenen. Bei den Meilensteinen hingegen lassen sich keine Abhängigkeiten zur Gesamtanzahl der Vorgänge feststellen, da jeder Terminplaner Meilensteine individuell nutzt. Von Pufferzeiten wird in jeder Bausparte unterschiedlich Gebrauch gemacht. Des Weiteren wurden die Vorgänge hinsichtlich der Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern und der Übereinstimmung von Ist- und Soll- Zeiten, bezogen auf das Erreichen von Meilensteinen untersucht. Die Auswertung des kritischen Wegs in den verschiedenen Bausparten zeigt, dass die meisten Terminplaner keinen kritischen Weg markieren, was aber die Übersichtlichkeit verbessern und damit das Erreichen von Projektzielen erleichtern würde. Parallele Vorgänge wurden von diesem Bachelorprojekt nur kurz analysiert, da ein zu kleiner Stichprobenumfang vorliegt. Die Kardinalitäten wurden mit den Befragten ausführlich besprochen. Im Hochbau wird am häufigsten die Kardinalität „1 Bauteil: n Vorgänge“ angewandt, im Ingenieur- und Tiefbau werden jedem Vorgang genau eines oder mehrere Bauteile zugeordnet. Die Ausführungsstrategien sind in den drei Bereichen unterschiedlich. Außerdem unterscheiden sie sich noch innerhalb der Neubauobjekte und der Sanierungsobjekte. Im letzten Teil der Analyse werden die Abhängigkeiten ausgewertet. Diese wurden in Geometrische, Technologische, Organisatorische und Kapazitative Abhängigkeiten aufgeteilt. Außerdem werden die Anordnungsbeziehungen ausgewertet. Bei diesen stellt sich heraus, dass bei allen Bauwerkstypen die „Ende-Anfang“-Beziehung am häufigsten vorkommt.

Insgesamt werden in dieser Analyse Tendenzen innerhalb der verschiedenen Bauwerksarten deutlich. Ein großes Verbesserungspotenzial existiert hinsichtlich des Erreichens von Projektzielen und -terminen. Dieses kann durch detailliertere und übersichtlichere Terminplanung deutlich optimiert werden. Dadurch können Konventionalstrafen und erhöhte Kosten, sowie Fehler während des Bauablaufs vermieden werden.

6.2 Ausblick

Die Thematik der Terminplanerstellung wird nach der Bearbeitung der Aufgabenstellung als sehr komplex eingestuft. Um diese Analysearbeit noch effektiver mit noch deutlicheren Ergebnissen zu gestalten, wird eine viel größere Stichprobe vonnöten sein. Gerade in Bezug auf den Ingenieur- und den Tiefbau müssen vor allem mehr Detailterminpläne vorhanden sein, um stichhaltige Aussagen treffen zu können. Allerdings muss die Gewichtung aufgrund der Verteilung in Deutschland eingehalten werden. Aufgrund dieser Tatsache können zu jeder These sicherlich noch mehr stützende Aussagen gewonnen werden.

Empfehlungen für eine weitere Analyse von Terminplänen wären zum Beispiel, dass die Befrager bei den Experteninterviews deutlich mehr Zeit brauchen, um mehr Details zur Terminplanerstellung zu erfahren. Außerdem müssten die Befragten besser auf das Interview vorbereitet sein, um Aussagen schneller und in allen Einzelheiten treffen zu können. Darüber hinaus sollten subjektive Einschätzungen der Interviewpartner, welche die quantitativen Werte betreffen, dringend umgangen werden.

Bei den meisten erhaltenen Terminplänen handelte es sich um eine zweidimensionale Planungsgrundlage. Außerdem hat sich in den Interviews herausgestellt, dass es oft zu Missverständnissen zwischen den Projektbeteiligten kommt, da meist nur wenige davon an der Terminplanung arbeiten und viele Arbeitsschritte im Kopf des Erstellers passieren. Doch für die Zukunft ist es eine Möglichkeit, dass Terminplanersteller auf Building Information Modeling (kurz BIM) zurückgreifen, da die Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden dadurch deutlich optimiert wird. Da die erfassten Gebäudedaten in einer vernetzten Basis stecken, können alle am Projekt beteiligten darauf zugreifen, Änderungen können schneller vorgenommen werden und die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten vereinfacht sich.

Nach der Auswertung und Analyse von einem großen Stichprobenumfang an Terminplänen jedes Bauwerkstyps gäbe es die Möglichkeit, eine Terminplanungssoftware zu erstellen, die das Erstellen von Terminplänen für ein geplantes Bauobjekt erleichtert. Diese Software würde die Faktoren, die in dieser Arbeit bereits analysiert wurden, enthalten und könnte Empfehlungen für das jeweilige Bauobjekt zur Verfügung stellen. Das Interesse der Interviewpartner an so einer Software für die strukturierte, ergebnisorientierte Planung von Bauabläufen war sehr hoch. Doch die meisten Befragten sind nicht der Meinung, dass so etwas nach den aktuellen Erkenntnissen zeitnah realisierbar ist.

Anhang A: Excel Tabelle und Terminpläne

Excel Tabelle und Terminpläne auf beiliegendem Datenträger

Terminpläne mit Fragebogen in separatem Ordner

Anhang A1	Terminplan 102	BP II Nr. 1	Basketballhalle	Digital + Gedruckt
Anhang A2	Terminplan 103	BP II Nr. 2	Ablauf Vacom II	Gedruckt
Anhang A3	Terminplan 104	BP II Nr. 3	ALDI Haan	Gedruckt
Anhang A4	Terminplan 105	BP II Nr. 4	Hugo Distler Weg /Kaiserhöfe	Gedruckt
Anhang A5	Terminplan 106	BP II Nr. 5	Neubau SPZ Wegberg	Gedruckt
Anhang A6	Terminplan 107	BP II Nr. 6	Erweiterung Hangar Mönchengladbach	Gedruckt
Anhang A7	Terminplan 108	BP II Nr. 7	Clemens-Dülmer-Schule	Gedruckt
Anhang A8	Terminplan 109	BP II Nr. 8	Seniorenpflegezentrum Alsdorf	Gedruckt
Anhang A9	Terminplan 110	BP II Nr. 9	LIDL Anzing	Gedruckt
Anhang A10	Terminplan 111	BP II Nr. 10	Fressnapf Akademie	Gedruckt
Anhang A11	Terminplan 112	BP II Nr. 11	Wohnen am Park Borken	Gedruckt
Anhang A12	Terminplan 113	BP II Nr. 12	Edeka Valluhn	Gedruckt
Anhang A13	Terminplan 114	BP II Nr. 13	Straßenbau Zooparkstraße Erfurt	Gedruckt
Anhang A14	Terminplan 115	BP II Nr. 14	Erfurt F.I.Z. Erschließung	Digital + Gedruckt
Anhang A15	Terminplan 116	BP II Nr. 15	Weimar Ettersbergsiedlung	Digital + Gedruckt
Anhang A16	Terminplan 117	BP II Nr. 16	Rudolstadt GWG Blankenburger Str.	Digital + Gedruckt
Anhang A17	Terminplan 118	BP II Nr. 17	Erweiterung Geschäftsgebäude (Ostflügel)	Digital + Gedruckt
Anhang A18	Terminplan 119	BP II Nr. 18	BAP Jenaer Bäder & Freizeit GmbH - Sanierung Ostbad	Digital + Gedruckt
Anhang A19	Terminplan 120	BP II Nr. 19	Optics Balzers Jena GmbH	Digital + Gedruckt
Anhang A20	Terminplan 121	BP II Nr. 20	TP 05 Servicegebäude	Digital

Anhang A21	Terminplan 122	BP II Nr. 21	Tower 185 FFM	Digital
Anhang A22	Terminplan 123	BP II Nr. 22	Tour Total Berlin	Digital
Anhang A23	Terminplan 124	BP II Nr. 23	Mercedes Benz Vertriebszentrale Berlin	Digital
Anhang A24	Terminplan 125	BP II Nr. 24	Skyline Plaza FFM (Gesamtausführung)	Digital
Anhang A25	Terminplan 126	BP II Nr. 25	Schlosshöfe Oldenburg	Digital
Anhang A26	Terminplan 127	BP II Nr. 26	Knoten Dortmund- Scharnhorst	Digital
Anhang A27	Terminplan 128	BP II Nr. 27	Trainingszentrum Ruhrgebiet Ost	Digital
Anhang A28	Terminplan 129	BP II Nr. 28	Zentraler Betriebshof	Digital
Anhang A29	Terminplan 130	BP II Nr. 29	Skyline Plaza FFM (Mall)	Digital
Anhang A30	Terminplan 131	BP II Nr. 30	Skyline Plaza FFM (WC)	Digital
Anhang A31	Terminplan 132	BP II Nr. 31	Neubau Hörsaal- u. Campuscenter Kassel	Digital
Anhang A32	Terminplan 133	BP II Nr. 32	Neubau Zalando II	Digital
Anhang A33	Terminplan 134	BP II Nr. 33	Knoten Erfurt	Digital
Anhang A34	Terminplan 135	BP II Nr. 34	Umbau Bibliothek	Digital
Anhang A35	Terminplan 136	BP II Nr. 35	Stadtwerder Quartier 5	Digital
Anhang A36	Terminplan 137	BP II Nr. 36	Betreutes Wohnen in Lübeck, 6. BA	Digital
Anhang A37	Terminplan 138	BP II Nr. 37	OCEON Living	Digital
Anhang A38	Terminplan 139	BP II Nr. 38	Pflegezentrum Achim	Digital
Anhang A39	Terminplan 140	BP II Nr. 39	Siemens Chemnitz	Digital
Anhang A40	Terminplan 141	BP II Nr. 40	Ferienwohnungen in Cuxhaven	Digital
Anhang A41	Terminplan 142	BP II Nr. 41	Neubau Eduard Nebelthau Gymnasium	Digital
Anhang A42	Terminplan 143	BP II Nr. 42	Neubau Halle 5	Digital
Anhang A43	Terminplan 144	BP II Nr. 43	Erweiterung Halle 2	Digital

Anhang A44	Terminplan 145	BP II Nr. 44	Ausbau Doppelhaushälfte	Digital
Anhang A45	Terminplan 146	BP II Nr. 45	Neubau Probezentrum	Digital
Anhang A46	Terminplan 147	BP II Nr. 46	Lagerhalle Kisters	Digital
Anhang A47	Terminplan 148	BP II Nr. 47	Hilda Gymnasium Pforzheim	Digital
Anhang A48	Terminplan 149	BP II Nr. 48	Bibliothek des 21. Jahrhunderts Stuttgart	Digital
Anhang A49	Terminplan 150	BP II Nr. 49	ARGE Rohbau Mediterraneo	Digital
Anhang A50	Terminplan 151	BP II Nr. 50	Prizeotel	Digital

Anhang B: Interviewbogen

Interview Bachelorprojekt: Abhängigkeiten in Terminplänen

1. Projektname

2. Position d. Gesprächspartners

3. Bauwerkstyp

(1) Hochbau: Gewerbe, Industrie, Wohnen, Öffentliche Bauten

(2) Tiefbau: Spezialtiefbau, Straße, Schiene

(3) Ingenieurbauwerk: Tunnel, Brücken

4. Baukosten

5. Neubau oder Sanierung?

6. Darstellungsform

- (1) Balkenplan
- (2) Liniendiagramm
- (3) Netzplan
- (4) Terminliste

7. Genutzte Software

- (1) MS Project
- (2) Excel
- (3) Asta Powerproject
- (4) Sonstiges:

8. Datengrundlage

- (1) Erfahrungswerte/ firmeninterne Datenbank
- (2) Offizielle Datenbanken
- (3) Erfahrungswerte fremder Firmen/ einzelner Gewerke

9. Detaillierungsgrad

- (1) Rahmenterminplan
- (2) Generalablaufplan
- (3) Steuerungsterminplan
- (4) Detailterminplan

	Rahmenterminplan	Generalablaufplan	Steuerungsterminplan		Detailterminplan	Feinterminplan
			Planungsphase	Grobablaufplan		
Über- u. Untergeordnete Vorgänge	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Anordnungsbeziehungen	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Gewerke- weise Unterteilung	Nein	Nein	Unterteilung in Fachplaner	Ja	Ja	Ja
Zusatz Info zu Vorgängen (Zuständig, usw.)	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Erstellungsphase HOAI	1, 2	1, 2	2	5	5 bis 7	8
Zeiteinheit	Quartal	Monat		Wochen	Tage	Tage
Mögliche farbliche Unterteilung	Zeitachse, Planungs- u. Ausführungsphase	Zeitachse, Zwischentermine	Zeitachse Fachplaner	Zeitachse, Gewerk	Zeitachse, Gewerk, Bauteil, Ebene, Segment	Zeitachse, Gewerk, Bauteil, Segment, Problem-bereich
Balkenschraffur	Planung, Ausführung	Planung, Ausführung	Fachplaner	Gewerke	Gewerke, Bauteil, Ebene, Segment	Gewerke, Bauteil, Ebene, Segment
Anzahl Vorgänge	Max. 20	Max. 40	50	Bis 250	Bis 250	

10. Methode der Erstellung

- (1) PERT (Ereignis-Knoten Verfahren in dem die Abschlüsse der einzelnen Vorgänge als Ereignis abgebildet und mit Wahrscheinlichkeiten belegt werden.)
- (2) CPM(Bei dem Vorgangspfeil – Verfahren werden die Vorgänge als Pfeile und die Ereignisse als Knoten dargestellt. Die Reihenfolge der Vorgänge im Projektablauf entspricht der Reihenfolge der Vorgänge im Netzplan.)
- (3) MPM (Beim Vorgangsknoten – Verfahren werden zwischen den Vorgängen (Knoten) bewertet Verbindungen – Pfeile und AOB – hergestellt.)
- (4) Sonstiges:
- (5) Keine

11. Welche Planungsgrundlage liegt vor?

- (1) 2D
- (2) 3D
- (3) 4D
- (4) Keine

12. Wie viele Ebenen hat der Terminplan?

13. Gesamtanzahl Vorgänge

14. Anzahl Meilensteine

15. Anzahl der Vorgänge auf dem kritischen Weg

Vorgänge auf kritischem Weg	Vorgänge nicht auf kritischem Weg	Summe

16. Wie viele Vorgänge laufen parallel? [%]

17. Wie werden Pufferzeiten aufgeschlagen?

- (1) Auf jeden Vorgang gleich
- (2) Auf jeden Vorgang unterschiedlich
- (3) Am Ende des gesamten Projektes
- (4) Über Wartezeiten bei Anordnungsbeziehungen
- (5) gar nicht

18. Kriterien, die die Dauer der Vorgänge beeinflussen:

- (1) Komplikationen durch Nachträge/ Erweiterungen
- (2) Komplikationen durch Änderungen
- (3) Umwelteinflüsse

19. Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern

25%	50%	75%	100%	125%

20. Übereinstimmung von Ist- und Soll-Zeiten (bezogen auf das Erreichen von Meilensteinen)

25%	50%	75%	100%	125%

21. Welche Anordnungsbeziehungen gibt es?

EA		EA + Wartezeit		EA -	
AA		AA + Wartezeit		AA -	
EE		EE + Wartezeit		Summe AOB's	
AE		AE + Wartezeit			

22. Kardinalität: Verhältnis Bauteil zu Vorgang

1 Bauteil : 1 Vorgang	1 Bauteil : n Vorgänge	n Bauteile : 1 Vorgang	0 Bauteil : 1 Vorgang	Summe Vorgänge

Planung, Baustelleneinrichtung, Reinigung kein Bauteil // Erdarbeiten, Außenanlagen 1 Bauteil

Abhängigkeiten

23. Welche Abhängigkeiten gibt es?

Geometrische (Lage der Bauteile zueinander)	Technologisch (Bauverfahren)	Kapazitative	Organisatorisch	Summe

Prozentuale Angaben machen

24. Anzahl Vorgänge ohne Abhängigkeiten

25. Anzahl Vorgänge die einer Ausführungsstrategie folgen

Von unten nach oben	*
Von oben nach unten	*
Von links nach rechts	*
Von außen nach innen	*
Von innen nach außen	*
Große Bauteile vor kleine Bauteile	*
Schmutzig vor sauber	*
Nach Bauteiltyp	*

Hochbau

26. BGF:

27. Anzahl Räume:

Tiefbau

28. Trassenlänge:

29. Erdbewegung:

Ingenieurbauwerk

30. Brückenlänge / Tunnellänge:

31. Ausführungsstrategien / Bauweise (Vorschub, Taktschiebe, Tunnel sprengen oder graben):

Literaturverzeichnis

Projekte:

Bachelorprojekt (2012/2013): Terminpläne – Abhängigkeiten zwischen Vorgängen im Bauablauf. Bachelorprojekt. Bauhaus Universität Weimar, Weimar. Professur Baubetrieb und Bauverfahren.

Masterprojekt (2013): Abhängigkeiten in der Terminplanung. Masterprojekt. Bauhaus Universität Weimar, Weimar. Professur Baubetrieb und Bauverfahren.

Umfragen:

Prof. Dr.-Ing V. Franz, Dipl.-Ing. B. Kordi (2010): Empirische Erhebung zur CAD-basierten Terminplanung im Hochbau: Ergebnisse einer Umfrage. In: *CS Terminplanung 2010 (2010)*, Nr. 1, S. 44–46.

Internetdokumente:

BauNetz Media GmbH: Grundlagen der Skelettbauweise - Beton - Skelettbau - baunetzwissen.de. BauNetz Media GmbH. Online verfügbar unter http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Beton-Einfuehrung_151088.html, zuletzt geprüft am 10.03.2014.

Duden: Hangar. Online verfügbar unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Hangar>, zuletzt geprüft am 10.03.2014.

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V. (2013): Bauwirtschaft im Zahlenbild. Unter Mitarbeit von Dr. Heiko Stiepeltmann, Petra Kraus und Heinrich Weitz. Online verfügbar unter <http://www.bauindustrie.de/zahlen-fakten/>, zuletzt geprüft am 23.01.2014.

HOAI: HOAI 2009 Volltext. Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure - HOAI) in der Fassung vom 30.04.2009, der der Bundesrat am 12.06.2009 zugestimmt hat. Online verfügbar unter http://www.hoai.de/online/HOAI_2009/HOAI_2009.php, zuletzt geprüft am 23.01.2014.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2013): Ausgewählte Zahlen für die Bauwirtschaft (10202101310). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bauen/Querschnitt/Bauwirtschaft.html>, zuletzt geprüft am 23.01.2014.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Balkenplan.....	5
Abbildung 2: Beispielhaftes Zählen der Vorgänge und Meilensteine.....	6
Abbildung 3: Beispielhaftes Zählen der Ebenen	6
Abbildung 4: Beispiel Darstellung Pfeile und Anordnungsbeziehungen	7
Abbildung 5: Positionen der Interviewpartner	9
Abbildung 6: Allgemeine Zusammensetzung der Terminpläne nach Bauwerkstyp	10
Abbildung 7: Zusammensetzung der Bausparten nach Bauinvestitionen in Deutschland 2012	10
Abbildung 8: Detaillierte Zusammensetzung der Terminpläne nach Bauwerksarten.....	11
Abbildung 9: Wertindex des Hochbausektors in Deutschland (2010 = 100%).....	11
Abbildung 10: Ausschnitt der Excel Tabelle zur Datenverwaltung	13
Abbildung 11: Systematische Aufteilung der Excel Tabellenblätter.....	14
Abbildung 12: Detaillierungsgrad der Terminpläne für alle Bauwerkstypen.....	16
Abbildung 13: Genutzte Software zur Erstellung der Terminpläne.....	16
Abbildung 14: Detaillierte Zusammensetzung der verwendeten Software nach Bauwerkstyp..	17
Abbildung 15: Darstellung der genutzten Software nach Vorgangs-Klasse.....	17
Abbildung 16: Erstellungsmethode der Terminplaner	18
Abbildung 17: Datengrundlage der Terminplanersteller	19
Abbildung 18: Abhängigkeit der Gesamtvorgangsanzahl vom Bauvolumen im Hochbau bei Detailterminplänen	20
Abbildung 19: Gliederung der Ebenen.....	22
Abbildung 20: Gliederung der Ebenen nach Bauwerkstyp	22
Abbildung 21: Aufschlagen von Pufferzeiten im Hochbau.....	24
Abbildung 22: Aufschlagen von Pufferzeiten im Ingenieurbau	24
Abbildung 23: Aufschlagen von Pufferzeiten im Tiefbau	25
Abbildung 24: Kriterien die die Dauer von Vorgängen beeinflussen.....	26
Abbildung 25: Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern im Hochbau	27
Abbildung 26: Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern im Tiefbau.....	27
Abbildung 27: Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern im Ingenieurbau.....	28
Abbildung 28: Übereinstimmung der Ist- und Soll-Zeiten im Hochbau	28
Abbildung 29: Übereinstimmung der Ist- und Soll-Zeiten im Tiefbau.....	29
Abbildung 30: Übereinstimmung der Ist- und Soll-Zeiten im Ingenieurbau.....	29
Abbildung 31: Verhältnis der Vorgänge auf dem kritischen Weg zur Gesamtanzahl der Vorgänge	30
Abbildung 32: Verhältnis der Kardinalitäten abhängig vom Bauwerkstyp.....	32
Abbildung 33: Kardinalitäten im Hochbau abhängig vom Detaillierungsgrad des Terminplans	32
Abbildung 34: Verhältnis der Ausführungsstrategie nach Bauwerkstyp	33
Abbildung 35: Verhältnis der Ausführungsstrategie im Hochbau bei Neubau und Sanierung	34
Abbildung 36: Verhältnis der Ausführungsstrategien im Tiefbau bei Neubau und Sanierung	35

Abbildung 37: Verhältnis der vier Abhängigkeiten nach den Bauwerkstypen	35
Abbildung 38: Verhältnis der Abhängigkeiten im Hochbau	36
Abbildung 39: Verhältnis der Abhängigkeiten im Tiefbau.....	37
Abbildung 40: Verhältnis der Abhängigkeiten im Ingenieurbau	38
Abbildung 41: Verhältnis der Anordnungsbeziehungen nach den Bauwerkstypen.....	39
Abbildung 42: Verhältnis der Vorgänge mit und ohne Anordnungsbeziehungen.....	39
Abbildung 43: Verhältnis zwischen dargestellten und tatsächlichen Anordnungsbeziehungen jedes Terminplanes	40

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die Arbeit wurde weder in dieser oder einer ähnlichen Form noch in Auszügen bereits einer Prüfstelle vorgelegt.

Weimar, 14.03.2014

Mathias Garisch

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die Arbeit wurde weder in dieser oder einer ähnlichen Form noch in Auszügen bereits einer Prüfstelle vorgelegt.

Weimar, 14.03.2014

Eva Kutzner

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die Arbeit wurde weder in dieser oder einer ähnlichen Form noch in Auszügen bereits einer Prüfstelle vorgelegt.

Weimar, 14.03.2014

Vanessa Oehler

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die Arbeit wurde weder in dieser oder einer ähnlichen Form noch in Auszügen bereits einer Prüfstelle vorgelegt.

Weimar, 14.03.2014

Nicole Patzer

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die Arbeit wurde weder in dieser oder einer ähnlichen Form noch in Auszügen bereits einer Prüfstelle vorgelegt.

Weimar, 14.03.2014

Carolin Schmeing

Thesen

1. Der Anteil von kritischen Vorgängen hängt von der Projektart bzw. dem Bauwerk ab.
2. Je mehr Vorgänge es gibt, desto mehr Vorgänge befinden sich auf dem kritischen Weg.
3. Bei dem überwiegenden Teil der Anordnungsbeziehungen handelt es sich um Ende-Anfang Beziehungen mit und ohne Wartezeit.
4. Es wird nur ein Bruchteil aller Anordnungsbeziehungen im Terminplan dargestellt.
5. Die Abhängigkeiten sind für die verschiedenen Bauwerkstypen unterschiedlich.
6. Es wird kaum nach Erstellungsmethoden gearbeitet.
7. Das was die Abhängigkeiten in einem TP erzeugt, kann man daraus nicht lesen (passiert nur im Kopf des Erstellers).
8. Die theoretischen Grundlagen sind meistens durchaus bekannt, werden aber in der Praxis bei der Erstellung von Terminplänen kaum angewandt.
9. Mit dem Bauvolumen steigt die Gesamtvorgangszahl.
10. Jeder Terminplanersteller arbeitet nach seinem eigenen System.
11. Es werden nicht alle Funktionen der benutzten Software genutzt.
12. Durch strukturierte und ergebnisorientierte Terminplanung steigt die Zuverlässigkeit von Vorgangsdauern.