

Petra von Both, Volker Koch, Andreas Kindsvater

BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan

Analyse der Potentiale und Hemmnisse bei der Umsetzung der integrierten Planungsmethodik Building Information Modeling – BIM – in der deutschen Baubranche und Ableitung eines Handlungsplanes zur Verbesserung der Wettbewerbssituation

F 2844

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2013

ISBN 978-3-8167-8941-3

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung

Bitte beachten:

Fehlende Seiten sind **Leerseiten**,
die bei Erstellung
der PDF-Datei für den Download nicht
berücksichtigt wurden

Fraunhofer IRB Verlag

BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan

Analyse der Potentiale und Hemmnisse bei der Umsetzung der integrierten Planungsmethodik Building Information Modeling - BIM - in der deutschen Baubranche und Ableitung eines Handlungsplanes zur Verbesserung der Wettbewerbssituation

Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Petra von Both

Bearbeitung

Dr.-Ing. Volker Koch

Dipl.-Ing. Andreas Kindsvater

Forschungsstelle

Karlsruher Institut für Technologie KIT
Fachgebiet Building Lifecycle Management
Prof. Dr.-Ing. Petra von Both
Englerstraße 7
76131 Karlsruhe

gefördert von

Forschungsinitiative Zukunft Bau
Bundesamt für Bauwesen und
Raumordnung
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn

Das Forschungsvorhaben wurde aus Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.
(Aktenzeichen: SF-10.08.18.7-09.38 / II2-F20-09-1-197)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.
Karlsruhe, 30. Mai 2012

Danksagung

Das Projekt ist in enger Kooperation mit einem Expertenkreis mit Vertretern der Baupraxis entstanden, die uns sowohl in der Entwicklung und Diskussion der Hypothesen als auch bei der Ableitung der Fragen entscheidend unterstützt haben. Unser besonderer Dank gilt daher Herrn Wolfgang Müller (RIB bzw. buildingSMART), Herrn Dr. Marcus Schreyer (Max Bögl), Frau Martina Teterra und Herrn Matthias Reif (BBR) sowie Herrn August Pries (CAD Stelle Bayern). Ebenfalls bedanken möchten wir uns bei Herrn Dr. Michael Brüggemann für die kompetente und konstruktive Betreuung des Projektes von Seiten des Projektträgers.

Der Erfolg einer Marktanalyse hängt ganz wesentlich von den zur Verfügung stehenden Kommunikationskanälen sowie der Bereitschaft potentieller Probanden zur Teilnahme an der Umfrage ab. Wir möchten daher zum einen den im BIM-Beirat vertretenen Verbänden und Kammern für Ihre Bereitschaft danken, die Umfrage an ihre jeweiligen Mitglieder zu kommunizieren. Dank gebührt ebenso den Softwarehäusern, welche die Umfrage an ihre Kundenverteiler weitergeleitet haben. Vor allem aber gilt unser Dank den teilnehmenden Probanden, die sich die Zeit für das Ausfüllen der Fragen genommen haben und damit entscheidend zum Gelingen des Projektes beigetragen haben.

Karlsruhe,

Petra von Both

im Mai 2012

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	
Inhaltsverzeichnis	1
1 Einleitung.....	1
2 Motivation und Zielsetzung.....	3
2.1 BIM als Basis der integralen Planung	3
2.2 Situation der Baubranche.....	5
2.3 Zielsetzung.....	7
3 BIM – eine Begriffsklärung	9
3.1 Herleitung und Historie	9
3.2 IAI und BuildingSMART.....	10
3.3 Sicht und Verständnis der Softwareindustrie	12
3.4 Sicht der Forschung	14
3.4.1 Bau- und Architekturinformatik im deutschsprachigen Raum.....	14
3.4.2 Der amerikanische BIM-Ansatz	16
3.5 Fazit	19
3.5.1 Building Lifecycle Management	19
3.5.2 Integrale Planung	22
3.5.3 Building Information Model	24
4 Grundlagen und Stand der Dinge.....	27
4.1 BIM – Software.....	27
4.1.1 Software-Klassifizierung nach Hauptprozessen	28
4.1.1.1 Modellieren	28
4.1.1.2 Auswertung	30
4.1.1.3 Projektieren.....	33
4.2 BIM- bezogene Untersuchungen.....	35
4.2.1 McGraw&Hill	36
4.2.2 Finish ICT Barometer 2007, VTT	36
4.2.3 Studie HOAI – BIM.....	37
4.2.4 Übertragbarkeit.....	37

5	Lösungsansatz und Methodik.....	39
5.1	Ziele der Umfrage.....	39
5.2	Konzeption der Umfrage	39
5.2.1	Untersuchungsstrategie Differenzierte Erfassung von Kontextinformationen	40
5.2.2	Hypothesenkatalog	41
5.2.2.1	Hypothesen über Hemmnisse	41
5.2.2.2	Hypothesen über Potentiale	42
5.3	Durchführung der Umfrage.....	43
5.3.1	Strukturierung	44
5.3.1.1	Klassifizierung des Probanden.....	45
5.3.1.2	Status Quo	47
5.3.1.3	Erhebung BIM-bezogener Fragen	47
5.3.2	Technische Umsetzung.....	48
5.3.3	Verteilung	49
5.3.4	Ausführung und Rücklauf der Ergebnisse	50
6	Auswertung	51
6.1	Auswertungsmethodik	51
6.2	Repräsentativität der Umfrage	52
6.3	Klassifizierung der Befragten.....	52
6.3.1	Unterscheidung nach Zielgruppen	52
6.3.2	Unterscheidung nach Anwendergruppen	55
6.4	Umfrageergebnisse - Status Quo	56
6.4.1	Modellorientierte Arbeitsweise	56
6.4.1.1	Modellorientierte Arbeitsweise nach Anwendergruppen	56
6.4.1.2	Modellorientierte Arbeitsweise nach Zielgruppen	61
6.4.1.3	Modellorientierte Arbeitsweise nach Unternehmensgröße.....	63
6.4.1.4	Modellorientierte Arbeitsweise nach Projektgrößen	65
6.4.2	Status Quo – Software.....	67
6.4.2.1	Verwendete Planungssoftware	67
6.4.2.2	Informationsquellen zu aktuellen Entwicklungen der Bau-Software	69
6.4.2.3	Gründe für neue Software	69
6.4.2.4	Wer initiiert die Einführung neuer Softwareprodukte im Unternehmen?	70

6.4.3	Arbeitsmethodik.....	71
6.4.4	Datenaustausch und fachliche Koordination	73
6.4.4.1	Austauschformate	74
6.4.4.2	Überführung von Planungsdaten	76
6.4.4.3	Abgleich und Koordination.....	81
6.4.5	Effiziente Unternehmensführung	84
6.4.5.1	DIN-ISO 9001 Zertifizierung.....	84
6.4.5.2	Projekthandbücher.....	86
6.4.5.3	Nutzung von Online-Projektplattformen oder Dokumenten-Management-Systemen 87	
6.4.5.4	Qualitätssicherung	89
6.4.6	Prozessorientiertes Denken	92
6.4.6.1	Zuständigkeiten und Prozesse.....	92
6.4.6.2	Kontinuierliche Prozess-Verbesserung.....	94
6.4.6.3	Zuständigkeiten Verbesserungsprozesse	96
6.4.7	Wirtschaftliche Aspekte	98
6.4.8	Fortbildung	100
6.4.9	Fazit Ermittlung Status Quo	103
6.5	Überprüfung der Hypothesen zu Potentialen und Hemmnissen.....	105
6.5.1	Modellorientierte Arbeitsweise	105
6.5.1.1	Umgang mit digitalen Gebäudemodellen	107
6.5.1.2	Umstellung auf eine modellbasierte Arbeitsweise	109
6.5.1.3	Umstellung in den folgenden Bereichen (BIM-Anwender)	110
6.5.2	Erfahrene Potentiale durch die Modellorientierten Arbeitsweise	111
6.5.2.1	Zeitliche Effizienz des Planungsablaufs.....	112
6.5.2.2	Fehlervermeidung	117
6.5.2.3	Unterstützung unternehmensinterner Folgeprozesse.....	119
6.5.2.4	Unterstützung von Nebenprozessen.....	120
6.5.2.5	Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten.....	121
6.5.2.6	Kosten- und Vertragssicherheit.....	122
6.5.2.7	Wertschöpfung für das gesamte Projekt	123
6.5.2.8	Fazit Potentiale.....	124

6.5.3	Erwartungen und Vorgehensweise der BIM-Umsteigewilligen	126
6.5.3.1	Erwartungshaltung an die modellorientierte Arbeitsweise	127
6.5.3.2	Strategische Vorgehensweise	128
6.5.3.3	Fazit Erwartungshaltung und Strategie der BIM-Umsteigewilligen	130
6.5.4	Untersuchung hemmender Faktoren.....	130
6.5.4.1	Hemmnisse im Bereich der Ausbildung	131
6.5.4.2	Hemmnisse im Bereich Informationstechnologien.....	146
6.5.4.3	Hemmnisse im Vertragswesen und Prozessgrundlagen	157
6.5.4.4	Übergabe von digitalen Gebäudemodellen	161
6.5.4.5	Wirtschaftliche Hemmnisse	167
7	Identifizierte Handlungsfelder	173
7.1	Handlungsfeld Rollenverständnis, Ausbildung und Fortbildung.....	173
7.2	Handlungsfeld Standardisierung, Normierung und Vertragswesen	174
7.3	Handlungsfeld Informationstechnologie und Umsetzung	176
8	Zusammenfassung und Ausblick	179
	Anhang	183
A	Fragebogen.....	183
B	Abbildungen	204
C	Abbildungsverzeichnis.....	224
D	Literaturverzeichnis.....	229

1 Einleitung

Die Umsetzung der integrierten Methode des Building Information Modeling (BIM) steht derzeit am Anfang. Im Gegensatz zum deutschen Bauwesen beginnt sich diese aber in den USA und den nordeuropäischen Ländern bereits zu etablieren. Anhand von Praxisbeispielen konnte hier deutlich ihr Mehrwert für die amerikanische, finnische und norwegische Planungsweise veranschaulicht werden. Die Ergebnisse dieser Pilotprojekte sprechen von Reduzierungen der Planungs- und Ausführungszeiten von bis zu 50% sowie von signifikanten Reduzierungen der Planungsfehler und Optimierungen des Materialverbrauches [McGH09]. Speziell von Seiten der Öffentlichen Hand und der Verbände werden dort die Potentiale erkannt und Maßnahmen zur Umsetzung dieser Methode eingeleitet [AISC07].

Das deutsche Bauwesen verschließt sich diesen Potentialen speziell auf planender Seite bisher recht auffällig. Obwohl die Software-Hersteller erste, auf die europäischen und speziell deutschen Prozesse abgestimmten BIM-Werkzeuge, wie beispielsweise zum integrierten Kostenmanagement, anbieten, bleibt deren wertschöpfende Anwendung - mit Ausnahme einiger innovativer Planer sowie Bau- und Generalunternehmer - bisher weitestgehend aus.

Ein spezielles Augenmerk ist dabei auf die Situation der Architekten und Planer zu richten, denen es mit den zurzeit praktizierten Ansätzen und unter den derzeitigen Rahmenbedingungen schwer fällt, wirtschaftlich erfolgreich zu agieren und qualitativ hochwertige und nachhaltige Planungslösungen zu erarbeiten. Gerade die deutschen Architekten und Ingenieure halten zumeist an veralteten Methoden fest. Zudem schöpfen sie die Potentiale ihrer erworbenen Software hinsichtlich BIM nur zu einem geringen Teil aus. Selbst modernste modellorientierte CAD-Systeme werden zum Teil nur als „digitales 2D Zeichenbrett“ genutzt. Ein möglicher Mehrwert durch eine hohe Informationsdichte der Planung in den Folgeprozessen ist damit ausgeschlossen.

Die Nennung konkreter Handlungsfelder fällt allerdings in Deutschland zurzeit schwer, da bisher aussagekräftige Analysen zum Stand der Praxis in diesem Bereich fehlen.

Das Forschungsprojekt „BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsfelder“, das von der Förderinitiative „ZukunftBau“ des BMVBS gefördert wird, greift diesen Missstand auf und hat sich eine übergeordnete Analyse dieses Problemkontextes zum Ziel gemacht. Das Forschungsvorhaben untersucht die bestehende Planungs- und Ausführungspraxis im deutschen Bauwesen in Bezug auf den Einsatz von BIM-Technologien und Methoden, und stellt die daraus

resultierende Analyse den Potentialen der Methode des Building Information Modelling gegenüber.

Begleitet durch einen Expertenkreis mit namhaften Vertretern aus Praxis, Verbänden der Öffentlichen Hand und der buildingSMART Initiative wurden zunächst Hypothesen entwickelt, die dann in einer internetbasierten Umfrage evaluiert werden konnten.

Wichtiger Ansatz des Projektes ist die bewusste Aufweitung des betrachteten Handlungsfeldes: Neben technischen Aspekten wurde ein besonderer Augenmerk auf die Prozessebene gelegt. Neben generellen Fragen zum prozessorientierten Arbeiten und integralen Planungsverständnis konnten so beispielsweise wichtige Fragestellungen zum unternehmerischen Denken und Handeln behandelt werden, wie beispielsweise der konkrete Status Quo in Bezug auf die Nutzung von Projekthandbüchern, die Kalkulierung von Stundensätzen oder die Häufigkeit einer Bilanzierung von Projekten hinsichtlich ihrer Rentabilität. Als ein weiteres wichtiges Handlungsfeld wurde der Aspekt der Aus- und Fortbildung sowie das bestehende Rollenverständnis der verschiedenen Zielgruppen analysiert.

Aufbauend auf dieser Analyse konnten dann Arbeitsfelder identifiziert werden, in denen Handlungsbedarf für die verschiedenen Zielgruppen, Bereiche und Ebenen besteht, um zukünftig BIM-basierte Methoden besser in die bestehenden deutschen Projekt- und Prozessstrukturen umsetzen zu können.

2 Motivation und Zielsetzung

Die gebaute Umwelt bildet das größte ökonomische Kapital der Industrienationen. Allein in Deutschland beträgt der Gesamtwert aller Bauwerke ca. 9,2 Bill. Euro.

Die Planungs-, Ausführungs- und Verwaltungsprozesse im Bauwesen zeichnen sich dabei durch eine hohe Komplexität, eine in der Regel unscharfe und dynamische Zieldefinition und durch die Beteiligung einer hohen Anzahl unterschiedlicher Akteure aus. Gleichzeitig haben die meisten Bauwerke Unikatcharakter und weisen als Produkt eine überdurchschnittlich hohe Lebensdauer auf. Dieses gesellschaftlich bedeutsame Vermögen wird heute von einer Branche verwaltet, die zwar in den einzelnen Bereichen in sich schlüssig und qualifiziert arbeitet, ihre Leistungen bisher aber nicht in ausreichendem Maße fachübergreifend (horizontale Integration) noch im zeitlichen Verlauf (vertikale Integration) konsistent miteinander verknüpft. Als Folge ergeben sich Defizite im Prozess, in der Wertschöpfung und in der Qualität der Produkte der Bauindustrie. So machten Untersuchungen in den USA deutlich, dass sich die Mehrkosten für eine solche unzureichende Interoperabilität in öffentlichen Bauprojekten in den USA auf 4,3% der Gesamtkosten belaufen. Dies entspricht einem jährlichen Kostenfaktor von 15,8 Milliarden Dollar alleine in den USA [NIST04].

Diese ökonomischen Verluste sind erheblich und verleihen der Problemstellung eine sowohl gesellschaftlich als auch volkswirtschaftlich hohe Priorität. Steigende Anforderungen an Energieeffizienz, Nachhaltigkeit sowie ökonomische und soziologische Aspekte werden diese Problematik weiter verschärfen und können bei unverändertem Vorgehen der Branche in Zukunft von dieser nicht mehr zufriedenstellend bewältigt werden.

2.1 BIM als Basis der integralen Planung

Aufgrund des strukturellen Wandels im Baubereich und des fortschreitenden Wettbewerbsdrucks stellen sich heute deutlich erhöhte Anforderungen an die Planungs- und auch Koordinationsleistungen aller beteiligten Akteure. Bei steigender Komplexität des Problemfeldes werden Integration und die Schaffung von Kompatibilität zu einem immer wichtigeren Faktor. Gerade im Kontext wachsender räumlich verteilter Zusammenarbeit wird dieser Aspekt der fach- bzw. applikationsübergreifenden Interaktion und Integration zum zentralen Punkt für das Gelingen von baubezogenen Kooperationen. Durch die Anwendung von ganzheitlichen Planungsmethodiken - verbunden mit dem Einsatz moderner integrierter Software-Lösungen -

lassen sich große Potentiale zur Steigerung der Effizienz und zur Verbesserung der nachhaltigen Planungsqualität erzielen [Both11a, Both08].

Die hierbei anzuwendende planungsbegleitende Validierung der Planungslösungen stellt aufgrund der stark gewachsenen Komplexität baulicher Fragestellungen (vgl. Energie- und Lichtsimulation, statische Analysen oder Lebenszyklusanalysen) hohe Anforderungen an die Art der Dokumentation der Planungslösung bzw. die Repräsentation des Planungsgegenstandes. Planerische Konflikte sind nicht mehr direkt bzw. visuell detektierbar oder auf Basis reiner von Hand gezeichneten Linienzeichnungen ableitbar – sie müssen zumeist über logisch-funktionale Modellprüfung und multikriteriale Simulationsalgorithmen erkannt werden, so dass ihnen durch gezielte Planungsoptimierung entgegengewirkt werden kann.

Eine wichtige Voraussetzung zur Anwendung solcher Optimierungsprozesse ist das Vorhandensein einer durchgängigen digitalen und damit validierbaren Beschreibung der Planungslösungen mittels eines virtuellen semantischen Gebäudemodells, welches die verschiedenen konstruktiven, funktionalen und technischen Zusammenhänge auf geometrischer wie auch semantischer Ebene abbilden kann und wiederum als datentechnische Basis für Simulations- und Evaluierungswerkzeuge dient.

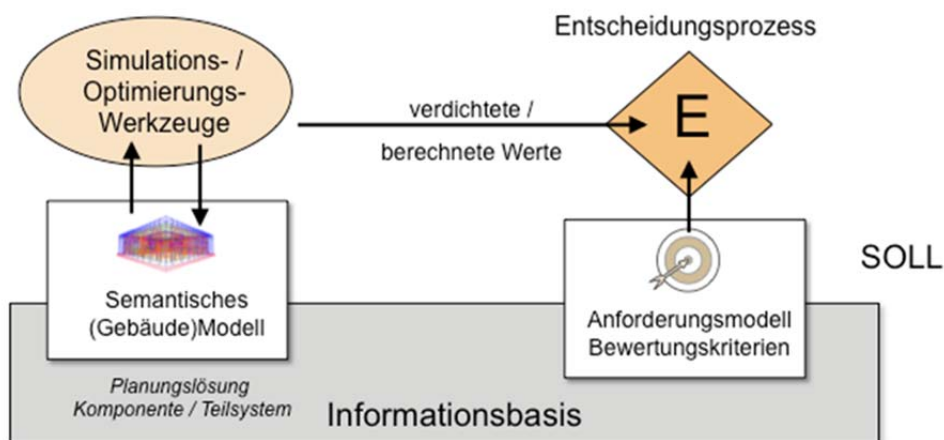


Abb. 2.1: Informationsbasierte Entscheidungsfindung

Die zielführende Realisierung der beschriebenen integrativen Planungsmethodik setzt somit einen konsequent rechnergestützten Entwurfsprozess voraus. So ist die Entwicklung und Anwendung innovativer BIM Lösungen im Bereich AEC (architecture, engineering, construction), die auf Basis eines virtuellen Gebäudemodelles eine intelligente bauteilorientierte Beschreibung und Evaluierung des Planungsgegenstandes ermöglichen, essentielle Voraussetzung zur Erreichung qualitativ hochwertiger und nachhaltiger Planungslösungen.

2.2 Situation der Baubranche

Mit einem jährlichen Bauvolumen von ca. 289 Mrd. € (2010) trägt das Bauwesen einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung des Bruttoinlandproduktes in Deutschland [BMVB11]. Vor dem Hintergrund dieser Bedeutung erweist es sich als kritisch, dass das Bauwesen im Hinblick auf Innovationen und den Einsatz zukunftsfähiger Methoden und Technologien im Branchenvergleich weltweit stark zurückgefallen ist. Eine Untersuchung des amerikanischen Institute of Building Science NIBS [NIBS07] zeigt die negative Entwicklung des Produktivitätsindex im Bauwesen über die letzten 40 Jahre und verdeutlicht die Notwendigkeit, bestehende Prozesse und Methoden sowie die hierbei eingesetzten technischen Hilfsmittel zu überdenken.

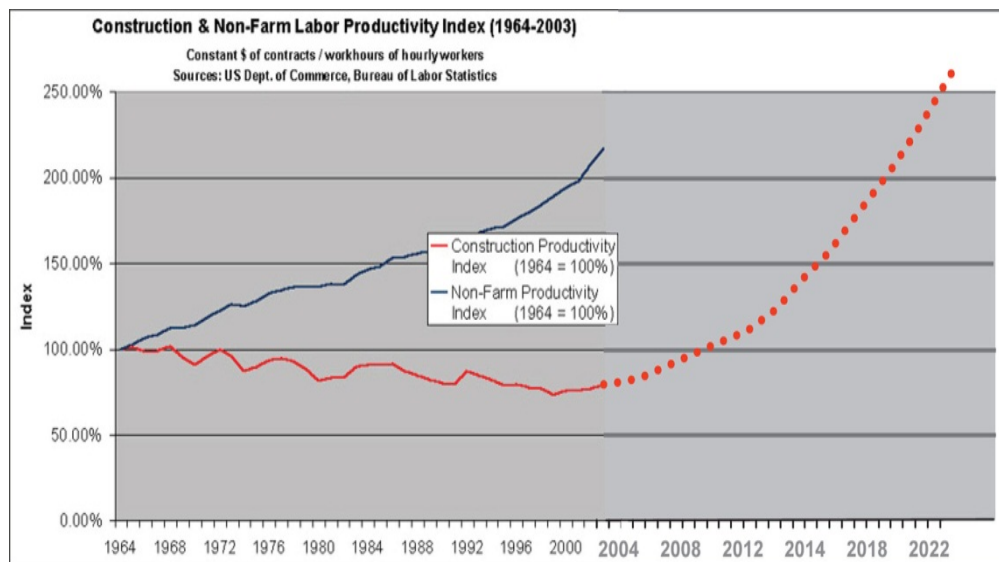


Abb. 2.2: Produktivitätsindex Construction Industry (USA) [NIBS07]

Im Gegensatz zu den USA, die in Bezug auf Planungs- und Fertigungseffizienz durch gezielten Rechnereinsatz im Planungs- und Bauprozess sowie industrielle Fertigungs- und Assemblingmethoden in den letzten Jahren bereits augenfällige Verbesserungen erreichen konnten [McGH06], sieht sich die deutsche Baubranche im globalen Kontext vor einer verschärften Wettbewerbssituation.

Die Notwendigkeit zu einem Überdenken bestehender Prozesse und Strukturen zeigt auch eine Untersuchung, die im Auftrag der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen im Jahre 2006 durchgeführt wurde [HoEb06].

	Büros insgesamt Durchschnitt	Bürogröße: Anzahl tätiger Personen (Vollzeit / Teilzeit)			
		ein Inh. ohne Mitarbeiter	2-4	5-9	10 und mehr
Honorarumsätze 2004					
Büroumsatz	186.448 €	45.216 €	112.932 €	356.864 €	1.033.842 €
Umsatz pro Kopf (Vollzeit)	49.705 €	45.216 €	47.356 €	56.043 €	74.765 €
Honorarumsatz pro Inh. / technischen Mitarbeiter (Voll- zeit)	54.779 €	45.216 €	53.985 €	65.876 €	87.869 €
Kosten 2004*					
Kosten pro Büro	181.480 €	43.752 €	110.072 €	347.383 €	1.006.737 €
Kosten je tätige Person (Inh., freie/angestellte Mitarbeiter; Vollzeit)	49.518 €	43.752 €	48.047 €	56.048 €	75.793 €
Kosten je Inhaber und Mitar- beiter mit unmittelbarem Pro- jektbezug (Vollzeit)	53.169 €	43.752 €	52.608 €	64.049 €	84.515 €

Abb. 2.3: Kosten- und Umsatzstrukturen deutscher Architekturbüros [HoEb06]

So lag der Pro-Kopf-Umsatz 2006 deutscher Planungsbüros durchschnittlich bei lediglich 49.700 € Stellt man dem die Personalkosten von je 49.500 € gegenüber, wird zum einen recht schnell deutlich wie notwendig es ist, Maßnahmen zur Effizienzsteigerung des Planungsprozesses zu ergreifen. Zum anderen macht es klar, wie wenig Spielraum deutschen Planungsbüros für Investitionen und zum Abpuffern auftragsbedingter Engpässe bleibt. Auch die prekäre Einkommenssituation deutscher Planer wurde in der Studie deutlich: 21% der Architekten haben einen Jahresverdienst von unter 17.500 € Wesentlich weniger als ein Hausmeister im öffentlichen Dienst.

Wie Architekten- und Ingenieurkammern bereits erkannt haben [Welt09], liegt die Ursache für diese Situation ebenfalls in einer sehr uneffizienten, an überalterte Methoden und Rollenbilder geknüpfte Arbeitsweise.

Die Bauwirtschaft ist bereits traditionell weniger strukturiert als andere Industriezweige und zeigt zudem aktuell einen Trend hin zu immer kleinteiligeren Projekt- und Unternehmensstrukturen, welche die Umsetzung effizienzsteigernder Maßnahmen erschwert. So liegt die durchschnittliche Größe eines Planungsbüros bei ca. 3 bis 5 Mitarbeitern [HoEb06]. Dies wird begleitet durch eine stärkere Diversifizierung und Spezialisierung auf einzelne Fachaspekte. Auf der ausführenden Seite sind nach Angaben des Statistischen Bundesamtes ca. 92% der Unternehmen kleiner als 20 Personen [DEST09]. Die Globalisierung führt zusätzlich zu stärkeren räumlichen Entflechtungen der Projektstrukturen.

Aufgrund dieses strukturellen Wandels im Baubereich und des - auch aus der Globalisierung resultierenden - fortschreitenden Wettbewerbsdrucks stellen sich heute hohe Anforderungen an die Integration der Planungs- und auch Koordinationsleistungen aller beteiligten Akteure.

Experten gehen davon aus, dass eine Produktivitätssteigerung und Bedienung der genannten Anforderungen nur durch Innovation im Planungs- und Bauprozess, neue Technologien, computerbasierte 3D/4D Modellierung von Gebäuden, neue Prozesse sowie neue Arten von Services erreicht werden kann [McGH09].

Der verstärkte Einsatz von IuK-Technologie als Schlüsseltechnologie kann und sollte somit zum Wachstums- und Innovationsmotor für die Weiterentwicklung der Bauwirtschaft werden.

2.3 Zielsetzung

Das Ziel der Untersuchung ist eine erste übergeordnete und vergleichende Analyse des deutschen Bauwesens in Bezug auf die Umsetzung des BIM-Ansatzes in Deutschland und die Identifizierung der Ursachen für dessen bisher recht verhaltene Implementierung. Zur Ermöglichung eines ganzheitlichen Überblickes wurde dabei bewusst der Schwerpunkt der Untersuchung auf ein breites Betrachtungsspektrum gelenkt. Statt der detaillierten Analyse von Teilaspekten des Problemkontextes ist das Ziel des Projektes das Eruiere von Tendenzen und vergleichenden Aussagen auf Ebene der Gesamthematik.

Diesem ganzheitlichen Ansatz folgend soll im Gegensatz zu bisherigen Untersuchungen der thematische Fokus nicht nur auf technische oder IT-bezogene Fragestellungen gelegt werden. BIM wird vielmehr im Kontext einer integrativen Planungs- und Kooperationsmethodik betrachtet, deren Anwendung durch geeignete IT-Werkzeuge und -Umgebungen unterstützt werden kann. Die technologische Ebene wird daher ergänzt um übergeordnete Fragestellungen zur Arbeitsmethodik, zum unternehmerischen Denken und zum Rollenverständnis. Die Ziele der Untersuchung adressieren daher die drei Themenfelder

- IT und Software
- Ausbildung und Rollenverständnis
- Rechtliche und organisatorische Rahmenbedingungen



Abb. 2.4: Untersuchte Themenfelder

Ein wichtiges Teilziel ist dabei neben einer Klärung der Begriffswelt „BIM“ zunächst die Eruiierung und Evaluierung des derzeitigen Status Quo in Bezug auf die genannten drei Themenfelder, wobei bewusst eine zielgruppenorientierte Herangehensweise gewählt wird. Neben dem Status Quo soll dann untersucht werden, welche Potentiale die identifizierten Zielgruppen im Einsatz von BIM sehen. Ein wichtiges Teilziel ist dann die Analyse der derzeit bestehenden Hemmnisse bei der Einführung der BIM-Methodik. Durch eine Klassifizierung der zu befragenden Probanden (beispielsweise in *BIM-Anwender* und *Nicht-BIM-Anwender*) können die als Hemmnisse genannten Aussagen der unterschiedlichen Personen- und Zielgruppen, entsprechend gegenübergestellt und evaluiert werden.

Strategisches Ziel des Projektes ist darauf aufbauend die Formulierung zukünftiger Handlungsfelder und Anforderungen an Praxis und Forschung. Ziel ist dabei nicht die Formulierung konkreter operativer Handlungsempfehlungen sondern - die Komplexität des Problemkontextes berücksichtigend – die Identifizierung genereller Handlungsfelder sowie die Bereitstellung einer Informationsbasis zu einer weiterführenden Ausarbeitung von konkreteren Handlungsempfehlungen in den einzelnen Bereichen.

3 BIM – eine Begriffsklärung

Was ist BIM?

Eine einheitliche Definition des BIM-Begriffes konnte sich bisher nicht durchsetzen. Die Vielzahl derzeit vorliegender unterschiedlicher Auslegungen und Interpretationen des BIM-Begriffs gibt die unterschiedlichen Blickwinkel der Akteure, vom Planer über die ausführenden Unternehmen bis zum Lösungsanbieter, wieder. So ist von Building Information Model, Building Information Modeling aber auch von Building Information Management die Rede. Während eine Definition die Sicht auf die Gebäudedaten betont, legen andere Definitionen den Fokus verstärkt auch auf Prozesse, die am Entstehen und Verändern dieser Daten beteiligt sind. Im Rahmen dieses Projektes soll daher nun neben einer kurzen Erläuterung der Ursprünge und Historie zunächst eine Analyse der existierenden Begriffsdefinitionen und Interpretationen erfolgen und hierauf aufbauend eine für dieses Projekt geltende Spezifikation der Begrifflichkeiten vorgenommen werden. Bei der Untersuchung der bereits erfolgten Definitionsansätze hat sich folgende Klassifizierung der Akteursgruppen als sinnvoll erwiesen:

- BuildingSMART und IAI
- Software-Hersteller
- Ansätze der nationalen und internationalen Forschung

3.1 Herleitung und Historie

Am Anfang der Entwicklung stand vor Jahrzehnten die objektbezogene Gebäudebeschreibung mithilfe von CAD-System. Ein Großteil der zurzeit angebotenen BIM-Lösungen hat ihren Fokus daher historisch bedingt stark auf dem grafischen CAD-Bereich. Ausgehend von der Nutzung des CAD als Werkzeug zur Erstellung von Entwurfs- und Konstruktionsplänen lag der Schwerpunkt der Entwicklung zunächst auf dem Zeichnen und Verbinden von geometrischen Grundprimitiven, also der Nutzung des CAD als "digitales Zeichenbrett". Die explizite Ausdrucksmächtigkeit einer zweidimensionalen Zeichnung ist jedoch begrenzt, auch wenn einem Experten beispielsweise die Eigenschaften eines dargestellten Objekts anhand von Schraffuren und Linientypen unmittelbar einleuchten, so ist diese implizite Informationsrepräsentation doch für eine digitale Verarbeitung nicht sonderlich effektiv und führt zu Problemen bei der Datenübergabe an Folgeapplikationen,

wie zum Beispiel bei AVA- oder FM-Systemen. Weiterführende semantische Informationen über das Bauwerk sind nicht auf effiziente Art und Weise abbildbar. Dieser Ansatz erschien daher im Hinblick auf die Erstellung von Gebäudemodellen im Sinne eines BIM nicht zielführend. Ab 1980 begann daher parallel auch die Entwicklung objektorientierter CAD-Systeme. Obwohl die Mehrheit der Nutzer den beschriebenen Entitäten basierten Ansatz mit 2D-Primitiven nutzte, wurde dieser objektorientierte Ansatz konsequent weiterentwickelt, da hiermit eine wesentlich effizientere Planungsmethodik möglich wurde. Auf dieser Basis wurde auch die Modellierung von Abhängigkeiten durch parametrisierte Beschreibung von Bauteilen möglich. Diese objektorientierten Softwaresysteme sind inzwischen unter den Bezeichnungen Building Information Modeling (BIM), Virtual Building, Parametric Modeling, oder Model-Based Design bekannt. Diese objektorientierten Entwicklungen, verbunden mit semantischem Content bzw. Bauteilbibliotheken, können in der Zukunft neben erheblichen Effizienzverbesserungen eine wesentlich verbesserte informationstechnische Nutzung in sogenannten "downstream Applikationen" wie z.B. AVA ermöglichen, die auf die reichhaltigen objektbezogenen Informationen des Objektmodells zugreifen können.

Im internationalen Vergleich stechen besonders die nordeuropäischen Länder, insbesondere Norwegen und Finnland, bei der Einführung von BIM auf nationaler Ebene hervor. So führte Norwegen ab dem Fiskaljahr 2010 bei der Verwaltung seiner Immobilien durch die Regierungsbehörde Statsbygg, etwa vergleichbar mit dem deutschen Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, die Nutzung offener BIM Standards ein. Auch in den USA hat die General Services Administration (GSA), die US-amerikanische Bundesbehörde zur Verwaltung von Bundeseigentum, in einem „Statement of Intention“ im Jahre 2008 bereits ihrer Unterstützung für offene BIM-Standards Nachdruck verliehen [GSA11, STAT11].

3.2 IAI und BuildingSMART

In Deutschland und im deutschsprachigen Raum engagiert sich der buildingSMART e.V. als Chapter von buildingSMART International für die Weiterentwicklung der IFC und des modellbasierten Ansatzes insgesamt. buildingSMART wurde zunächst als Industriallianz für Interoperabilität e.V. IAI gegründet. Neben der Fortführung des IFC-Standards tritt er auch beratend gegenüber Organisationen und Unternehmen bezüglich einer effizienten modelorientierten Arbeitsweise auf.

Neben der Entwicklung des IFC-Standards als Datenmodell und dessen Fortführung werden so auch Konzepte der Prozessintegration sukzessive entwickelt. Das Information Delivery Manual (IDM) ist eine Methodologie, die das Ziel verfolgt, Geschäftsprozesse aus dem Bereich AEC/FM

zu erfassen und zu integrieren und dabei detaillierte Spezifikationen über die Informationen, die innerhalb eines Projekts ausgetauscht werden müssen, zur Verfügung zu stellen [WiKa10]. Die rein modellorientierte Sicht von IFC soll durch eine prozessorientierte Sichtweise ergänzt werden, um gängige Abläufe des modellorientierten kollaborativen Arbeitens zu unterstützen. Bei der Modellierung des Kommunikationsflusses zwischen Projektteilnehmern spielen die IFC Model View Definitions eine große Rolle. Lösungsanbieter werden so in die Lage versetzt, lediglich den Teil des IFC Gesamtschemas zu implementieren, welcher der Zielsetzung ihrer Software-Lösung entspricht. Eine IFC View Definition oder Model View Definition MVD definiert eine Untermenge des IFC-Schemas, die zur Erfüllung einer oder mehrerer (Daten-) Austauschforderungen (Exchange Requirements) benötigt wird. Sie wird durch buildingSMART im sogenannten Information Delivery Manual, IDM (ISO/DIS 29481) veröffentlicht. Eine Austauschforderung ist zunächst generell und unabhängig von einer speziellen IFC-Version konzipiert und wird über sogenannte bindings an spezifische IFC-Version angepasst. Zur Veröffentlichung und rechnergerechten Kommunikation von IFC View Definitions wurde eine spezielle XML-Notation, das mvdXML Format, eingeführt. Model View Definitions werden entweder innerhalb von buildingSMART International oder durch Organisationen und Interessensgruppen definiert. Letztere werden vor der Freigabe von buildingSMART geprüft.

In Bezug auf die Begriffswelt BIM spricht buildingSMART von Building Information Modeling als dem *"integrierten Prozess des Planens, Bauens und Bewirtschaftens, unterstützt durch ein konsistentes und allen zugängliches digitales Bauwerksmodell"* [Lieb10] und von Building Information Model als dem digitalen *"Bauwerksmodell welches bauteilorientiert alle geometrischen und beschreibenden Informationen integriert"* [Lieb10].

BIM wird dabei nicht ausschließlich CAD-zentrisch verstanden, es geht vielmehr um die Bereitstellung eines integrierenden Datenmodells, mit dem die verschiedenen am Prozess beteiligten Applikationen interagieren. Zwar wird unter BIM-Software oftmals in erster Linie die dreidimensionale und bauteilorientierte CAD-Software verstanden, darüber hinaus werden jedoch auch *"vielfältige Auswertungs- und Simulationstools"* [Lieb10] mit eingeschlossen.

Gemeinsam mit dem Institute of Building Science NIBS wurde von buildingSMART eine eigene BIM-Definition entwickelt:

"A Building Information Model (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle from inception onward."

A basic premise of BIM is collaboration by different stakeholders at different phases of the life cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the BIM process to support and reflect the roles of that stakeholder. The BIM is a shared digital representation founded on open standards for interoperability.” [NIBS06].

3.3 Sicht und Verständnis der Softwareindustrie

Der nachfolgende Abschnitt gibt eine Übersicht über die verwendeten Definitionen von BIM aus Sicht namhafter CAD-Softwarehersteller. Obwohl es viele Gemeinsamkeiten im Verständnis von BIM gibt, lassen sich hier auch unterschiedliche Betrachtungsweisen feststellen. Die Beschreibung der Funktionen und des Nutzens von BIM fokussiert besonders auf der Wirkung von BIM auf den Arbeitsprozess, die Begleitung über den gesamten Lebenszyklus hinweg und die Vielschichtigkeit der erfassten Daten.

Autodesk beschreibt die Methode des Building Information Modeling beispielsweise folgendermaßen:

„Building Information Modeling (BIM) ist ein intelligenter, modellbasierter Prozess, mit dem sich über den gesamten Lebenszyklus Bau- und Infrastrukturprojekte effizienter, kostengünstiger und umweltfreundlicher durchführen und verwalten lassen.“ [Auto12]

Das Zusammenspiel von BIM als Building Information Model und BIM-Software wird dabei vom selben Hersteller folgendermaßen spezifiziert:

„Bei BIM ist das Modell eine komplexe Datenbank, die sowohl geometrische Informationen (Zeichnungen, Ansichten, Pläne, usw.) als auch nicht grafische Daten enthält. Ändert ein Bearbeiter ein Modell-Element, so koordiniert die BIM-Software automatisch die Änderung in allen Sichten - in den Zeichnungen z.B. in den 2D-Ansichten, und in den informativen Sichten, wie z.B. dem Terminplan. Im Gegensatz zu reinen CAD-Anwendungen, die Software-Tools verwenden um digitale 2D und / oder 3D-Zeichnungen zu erzeugen, erleichtert BIM eine neue Art des Arbeitens: das Erstellen von Entwürfen mit intelligenten Objekten.“ [Auto11]

In den Erläuterungen eines anderen Softwareherstellers (Graphisoft) wird ein weiterer Aspekt in den Mittelpunkt gestellt. Einen wichtigen Faktor stellt hier die Verfügbarkeit aller notwendigen Daten dar, die in den jeweiligen Planungsphasen benötigt werden. Als wesentliches Element wird weiterhin der Zugriff aller Beteiligten auf ein gemeinsames Datenmodell definiert:

„BIM erfasst alle Elemente einer Konstruktion und speichert diese in Form von intelligenten Objekten in einer 3D-Datenbank. So wird das konkrete Gebäude vor seiner Fertigstellung simuliert und visualisiert und enthält eine integrierte Datenbank mit allen relevanten Gebäudeinformationen. Die BIM-Technologie unterstützt Projekte von der ersten Planungsidee bis hin zum letzten Detail der Ausführungsplanung - eine frühzeitige Kostenermittlung und Energiebedarfsermittlung ist möglich. Es wird bauteilorientiert gearbeitet, d.h. ein virtuelles, dreidimensionales Gebäude wird erstellt, aus dem in jeder Leistungsphase die wichtigen Informationen extrahiert werden können: sei es die städtebauliche Kubatur samt Schattenwurf, der Bauantrag, Werkpläne, Schnitte, Ansichten, Massen, Detailpläne, Animationen, Renderings, Kostenplanung oder Daten für ein späteres Facility Management. Die BIM-Technologie optimiert die Zusammenarbeit aller am Planungs- und Bauprozess Beteiligten. Architekten, Bauingenieure, Fachplaner und Innenarchitekten bauen auf demselben Datenmodell auf und pflegen einen gemeinsamen Datenstamm. Aufwändige Neueingaben und damit auch erhöhtes Fehlerrisiko entfallen.“ [Grap11]

Neben den schon erwähnten Aufgaben stellt die anschließende Erläuterung den Einfluss von BIM, über die Planungsphasen hinaus, auf die Effektivität der Planungs-, Bau- und Bewirtschaftungsprozesse dar:

"Building Information Modeling beschreibt den durchgängigen Prozess einer optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden oder Immobilien. Alle Projektbeteiligten profitieren durch Building Information Modeling (BIM) von aktuellen, qualitativ hochwertigen und frei zugänglichen Informationen über den jeweiligen Planungs-, Ausführungs- oder Ist-Zustand. Alle relevanten Gebäudedaten werden durch ein virtuelles und auch geometrisch visualisiertes Gebäudemodell digital erfasst, kombiniert und vernetzt. Das Ziel dieser Planungsmethode des Building Information Modeling (BIM) ist es, möglichst kostengünstig und fehlerfrei zu planen, bauen und nutzen." [Neme12]

Die folgenden Ansichten heben hervor, welche komplexen Informationen mit BIM erfasst werden können und wie vorgenommene Änderungen konsistent übernommen werden:

"Building Information Modeling (deutsch: Gebäudedaten-Modellierung) beschreibt eine Methode, wie Architekten Gebäude entwerfen, konstruieren und verwalten können. Das Herzstück von BIM ist die Fähigkeit von CAD-Programmen, geographische Informationen, Gebäudegeometrien, Beziehungen von einzelnen Komponenten sowie die Anzahl und Eigenschaften von Gebäudeteilen aufzunehmen und darzustellen." [Comp09]

„Das BIM-Konzept verknüpft 3D-Modelle, Objektdaten und 2D-Zeichnungen in einer ... Design-Umgebung. Änderungen übertragen sich sowohl auf das Modell als auch auf alle Zeichnungen und Listen. Mit Unterstützung der IFC-Schnittstelle können weitere Beteiligte leicht in laufende BIM-Projekte eingebunden werden.“ [Comp12a]

„Damit die Building Information Modeling-Technologie (BIM) die Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden optimieren kann, muss sie fähig sein, komplexe Planungsinformationen zu entwickeln, zu verwalten und auszutauschen.“ [Comp12b]

Die folgenden Betrachtungen eines weiteren Herstellers sehen den Nutzen von BIM in der Optimierungsfähigkeit für Entwurfs-, Bau- und Dokumentationsprozesse und der Unterstützung der Zusammenarbeit über Gewerkegrenzen hinweg:

„Die Gebäudedatenmodellierung oder BIM (Building Information Modeling) ist ein Konzept für den Entwurf und die Dokumentation von Bauvorhaben. BIM optimiert den Entwurf, den Bau und die Verwaltung sämtlicher Gebäude- und Fabrikantentypen in einem einzigen Projektzyklus.“ [Bent12a]

„Die voll integrierten, gewerkeübergreifenden Lösungen ermöglichen u.a. Architekten, Hochbau-, Bau-, Elektro- und TGA-Ingenieuren sowie Energieassessoren und Standortplanern das Entwerfen, Analysieren, Konstruieren und Verwalten von Gebäuden jeder Art und Größe.“ [Bent12b]

3.4 Sicht der Forschung

Der folgende Abschnitt beleuchtet sowohl die Sicht der deutschen Bauinformatik wie auch den wissenschaftlichen amerikanischen Ansatz.

3.4.1 Bau- und Architekturinformatik im deutschsprachigen Raum

Das Forschungs- und Lehrgebiet der Bau- und Architekturinformatik beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung von IuK Technologien für das Bauingenieurwesen und die Architektur. Es wird in Deutschland größtenteils getragen von der Arbeitsgruppe Bauinformatik [AKBI] Lehr- und Forschungsinstituten an verschiedenen Bauingenieursfakultäten an Universitäten im deutschsprachigen Raum. Thematischer Schwerpunkt der hier durchgeführten Forschungs- und Lehrtätigkeiten ist die Unterstützung baulicher Planungs-, Ausführungs- und Betriebsprozesse mit modernen IuK-Technologien. Mit einer Fokussierung auf die

Anwendungsgebiete der Tragwerksplanung und des Baumanagements wurden hier bereits vielversprechende Ansätze zur Verbesserung domänenbezogener Prozesse des Ingenieurwesens entwickelt.

Eine weitere etablierte Einrichtung in diesem Bereich ist der Arbeitskreis Architekturinformatik (ak:ai) [AKAI]. Der Teilnehmerkreis setzt sich hier allerdings sehr stark aus Instituten der Fachhochschulen zusammen und hat seinen thematischen Schwerpunkt auf der Anwendung bestehender innovativer IT in der Lehre. Umfangreiche Forschungsaktivitäten finden hier bisher nicht statt.

Die im Arbeitskreis Bauinformatik vertretenen Institute befassen sich „mit den bauingenieurspezifischen Grundlagen und Anwendungen der Computerwissenschaften. Dabei sind die moderne Informations- und Kommunikationstechnik einschließlich der Berechnungs- und Simulationsverfahren von zentraler Bedeutung. Die Forschung in der Bauinformatik wird maßgebend durch allgemeine Entwicklungen in der Hardware- und Softwaretechnologie beeinflusst. Sie ist vorrangig auf die Modelle und die Prozesse der Bauinformatik ausgerichtet. Neben den zahlreichen Forschungsvorhaben der einzelnen Institute wurde in den letzten Jahren insbesondere der Forschungsschwerpunkt „Objektorientiertes Modellieren in Planung und Konstruktion“ durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert, an dem 12 Universitäten beteiligt waren. Ziel dieses Schwerpunktes war die Entwicklung der objektorientierten Modelltheorie und ihre Anwendung in verschiedenen Bereichen des Bauwesens. Dieser Schwerpunkt hat gezeigt, dass die objektorientierte Modellierung im Bauwesen ein geeigneter konzeptioneller Ansatz für einen durchgängigen Informationsfluss bei der rechnerunterstützten Bearbeitung von Bauvorhaben ist.“ [AKBI00].

Ein weiterer DFG Forschungsschwerpunkt mit dem Thema „Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau“ konnte wertvolle Forschungsergebnisse im Bereich der Modellierung räumlich verteilter Planungs- und Bauprozesse entwickeln.

Der Arbeitskreis setzt sich derzeit intensiv mit dem Thema BIM auseinander und arbeitet an universitätsübergeordneten BIM-Ausbildungskonzepten. An der Technischen Universität München (TUM) wird seit dem vergangenen Jahr so beispielsweise ein Vertiefungszweig „Building Information Modeling“ angeboten, der sich neben dem Umgang mit digitalen Planungstools auch mit den zugrundeliegenden Technologien beschäftigt sowie mit Fragen der Datenhaltung und des Datenaustauschs. Dabei steht die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Bauingenieurs- und Architekturstudenten im Mittelpunkt. Daneben werden weitergehende Programmierkenntnisse vermittelt, welche die Studenten in die Lage versetzen, eigene

Softwarekomponenten zu entwickeln bzw. unternehmensspezifische Anpassungen bestehender Systeme vorzunehmen [Borr12].

Borrmann definiert BIM im Rahmen seines Lehrprogrammes folgendermaßen:

„Building Information Modeling (BIM) beschreibt die durchgängig modellgestützte Planung eines Bauwerks, die Nutzung des entstehenden Modells für unterschiedlichste Analysen und Simulationen sowie seine durchgängige Verwendung im Rahmen der Bewirtschaftung. Diese Technologie etabliert sich zunehmend in der Praxis und es steht zu erwarten, dass es in den nächsten Jahren zu massiven Umwälzungen der bislang weitgehend 2D-basierten Baubranche kommt und damit eine ähnliche technologische Revolution eingeleitet wird, wie sie im Maschinenbau bereits Anfang der 1990er Jahre stattgefunden hat.“ [Borr12]

Eine gemeinsame Spezifikation des BIM-Begriffes durch den Arbeitskreis ist derzeit in Arbeit und wird zeitnah auf den Webseiten des Arbeitskreises (<http://www.ak-bauinformatik.tu-berlin.de/>) veröffentlicht werden.

3.4.2 Der amerikanische BIM-Ansatz

Die amerikanische Forschung im Bereich BIM wird vor allem durch das Digital Building Lab am Georgia Institute of Technology wie auch das Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) getragen. Auf beide Institute wird nachfolgend eingegangen.

Digital Building Lab am Georgia Institute of Technology / Prof. Chuck Eastman

Der amerikanische Wissenschaftler am Georgia Institute of Technology und BIM-Pionier Chuck Eastman gibt auf seiner Webseite (<http://bim.arch.gatech.edu/?id=402>) seine Definition für BIM. Im folgenden Abschnitt haben wir seine aus unserer Sicht wichtigsten Aspekte dargelegt.

Zunächst stellt Eastman fest, dass der Begriff BIM momentan ein sehr intensiv verwendetes Schlagwort ist und versucht daher, sich in seiner Definition eher schrittweise und inhaltlich dem Begriff BIM zu nähern.

Der entitätenbasierten Darstellung mithilfe von Zeichnungen, die grafische Primitive enthalten, stellt Eastman die BIM-Methodologie gegenüber. Zunächst gibt er eine technisch orientierte Beschreibung des objektorientierten Konzepts eines Gebäudedatenmodells und definiert dessen Kriterien:

Die Gebäude beschreibenden Objekte beinhalten allgemeine oder produktspezifische Daten, können geometrische, semantische und topologische Informationen beinhalten und erfüllen die Anforderungen der Maschinenlesbarkeit. Zusammengesetzt definieren diese Objekte ein Gebäudemodell, das nach Ansicht von Chuck Eastman aber noch kein BIM darstellt. Wenn Objekte bearbeitet werden, so wird jede Änderung nur einmal durchgeführt, denn die BIM-Werkzeuge erlauben es dem Bearbeiter, verschiedene Sichten, wie Pläne, Konstruktionszeichnungen und Stücklisten aus dem Modell zu generieren. Moderne BIM-Werkzeuge gehen hier noch einen Schritt weiter, sie definieren Objekte parametrisch, das heißt Objekte werden regelbasiert anhand von Parametern und Beziehungen zu anderen Objekten definiert. Sobald sich ein Objekt ändert und dies auch Auswirkungen auf verbundene Objekte hat, so ändern sich diese automatisch mit und bauen sich nach ihren eingebetteten Regeln neu auf.

Durch die Maschinenlesbarkeit wird die Wichtigkeit des BIM-Ansatzes deutlich, so Eastman. Die größten Auswirkungen von BIM sind nicht nur konsistente Zeichnungen, Kostenschätzungen und Stücklisten. Durch die Maschinenlesbarkeit lassen sich die Daten auf eine sehr vielfältige Art und Weise nutzen. So lassen sich räumliche Konflikte in einem Gebäudemodell automatisch prüfen und dadurch Inkonsistenzen und Fehler drastisch reduzieren. Thermische, akustische, lichttechnische, oder andere Simulationen lassen sich nicht nur zur abschließenden Beurteilung der Performanz eines Gebäudes einsetzen, sondern viel mehr während der Entwurfs- und Projektierungsphase dazu einsetzen ein permanentes Feedback über die Auswirkungen von Änderungen oder Varianten zu bekommen.

Nach dieser eher technisch orientierten Beschreibung der Möglichkeiten von BIM stellt Eastman den integrativen Charakter der BIM-Methodik heraus und zieht Parallelen zu Entwicklungen in anderen Industriezweigen. Er zeigt auf, dass durch verbesserte Koordination und Kollaboration Einsparpotenziale erschlossen werden können.

Eastman sieht den Prozess BIM als revolutionär an, weil es die Möglichkeit bereitstellt, die Methodik, welche auf die traditionelle Arbeitsweise angepasst ist, auf eine erweiterte und modernere IT-basierte Arbeitsweise zu portieren.

Durch BIM könne bei sinkenden Kosten eine verbesserte Gebäudequalität erreicht werden. Hierin sieht Eastman den Hauptgrund, warum die BIM-Methodik in der Zukunft allgemein üblich werde.

In seiner Definition des Begriffes „BIM“ unterstreicht Chuck Eastman nochmals, dass er das Gebäudemodell als Grundlage für BIM sieht und dass BIM ein Prozess sei. Dabei bezieht er sich auf die BIM-Definition des GSA, die unter <http://www.gsa.gov/bim> veröffentlicht ist.

Die bisherige Übertragung traditioneller Arbeitsweisen auf den Rechner erschließt noch nicht das immense Potenzial digitaler Technologien. Eastman zieht den Vergleich zwischen Spielzeugsoldaten bzw. Zeichenschiene und realitätsnahen Computeranwendungen. Der Gewinn hinsichtlich Qualität und Kosten durch Erschließung dieses Potenzials bei Entwurf, Bau und Betrieb eines Gebäudes, führe zwangsläufig zur Etablierung dieser neuen Arbeitsweise innerhalb der nahen Zukunft.

Ob diese optimistische Einschätzung von Eastman angesichts bestehender Hemmnisse geteilt werden kann, bleibt abzuwarten. Sind auch die konzeptionellen Vorteile und die technologische Umsetzbarkeit weitgehend unbestritten, so fällt die Akzeptanz im internationalen Vergleich recht unterschiedlich aus. Im Gefüge globaler Abhängigkeiten wird daher neben konzeptionellen und technologischen Erwägungen auch die Wirtschaftlichkeit von BIM erfolgsentscheidend sein.

Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) / Prof. Martin Fischer

Das Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) an der Stanford University hat in den letzten zwei Jahrzehnten die Entwicklung des Themenfeldes ‚Virtual Design and Construction‘ (VDC) stark vorangetrieben [FRBK06].

Eine Definition des Begriffs Building Information Modeling (BIM) ist bei CIFE nicht direkt zu finden. Der Begriff BIM wird zwar erwähnt, doch es wird nicht näher auf ihn eingegangen. BIM wird neben den Organisation-Prozess-Modellierungen sowie der 3D und 4D Modellierung, eher als eine weitere relevante Technologie gesehen, die Aspekte des POP-Designs (Product, Organisation, Process) beinhaltet [FiKu04].

Das CIFE definiert Virtual Design and Construction (VDC) als den Gebrauch von „multi-disziplinären Leistungsverhaltensmodellen“ in Entwurfs- und Bauprojekten. Diese Modelle umfassen das Bauwerk, die Organisation der Entwurfs-, Bau- und Betriebsteams sowie die Arbeitsprozesse und unterstützen somit die explizit die Geschäftsziele. [FiKu04]

Fischer und Kunz beschreiben das VDC als einen integrierenden theoretischen Rahmen für die Abschätzung des Ingenieurverhaltens und das systematische Management von Projekten und Geschäften. Dabei nutzt es Leistungsvorhersagen und beobachtete Kennzahlen zur Feststellung der Erreichung messbarer Projektziele [FiKu04].

Nach Fischer umfasst die theoretische Basis des VDC:

- Ingenieur-Modellierungsmethoden für Produkt, Organisation und Prozess
- Modellbasierte Analysemethoden inklusive Planung, Kosten, 4D Modelle, Prozessrisiken, etc.
- Visualisierungsmethoden
- Businessmetriken (Messsystem für Geschäftsziele), strategisches Management
- Wirtschaftliche Einflüsse (d.h. Kosten-Nutzen-Modelle der Investitionen)

Fischer definiert in seiner Vision für die Rolle und den Einsatz von IT im Bauwesen das Virtual Design and Construction (VDC) als „eine Methode zum wirksamen Einsatz von IT zur Unterstützung integrierten POP-Designs (Product, Organisation, Process) [FiKu04]. Dabei stellt er auch die Notwendigkeit fest, dass der Einsatz der IT multidisziplinär erfolgen muss.

Die Vorteile des Computerbasierten POP-Designs liegen nach Fischer in der Computerinterpretierbarkeit von Produkt, Prozess- und Organisationsmodellen (vgl. Chuck Eastman), deren Anwendung zu konsistenteren Modellen sowie den dazugehörigen Voraussagen und Entscheidungen in Projekten führt.

3.5 Fazit

Den ganzheitlichen Ansatz von BIM berücksichtigend, erfolgt im folgenden Abschnitt eine Spezifikation des Themenfeldes, die es erlaubt, den Begriff BIM in seinen übergeordneten methodischen und technologischen Kontext einzuordnen. Als übergeordneter Ansatz wird daher zunächst das Building Lifecycle Management als Integrationsstrategie auf Objekt- und Prozessebene eingeführt sowie die methodischen Grundlagen der integralen Planung.

3.5.1 Building Lifecycle Management

Durch einen gezielten Rechnereinsatz im Planungs-, Bau und Nutzungsprozess lassen sich erhebliche Potentiale zu Qualitäts- und Effizienzsteigerung im Bauwesen erreichen. Die logistische Optimierung der Zusammenarbeit mittels informationstechnischer Vernetzung der beteiligten Systeme, Akteure und Prozesse stellt dabei einen zentralen Ansatz zur Steigerung der Effizienz im Gesamtprozess und zur Verbesserung der nachhaltigen Planungsqualität dar.

Speziell die Anwendbarkeit effizienter integrativer Methoden des Planens und Konstruierens wird durch die Entwicklung und Anwendung innovativer AEC-IT-Systeme (Architecture, Engineering and Construction) entscheidend unterstützt.

Die konsequente Fortführung der Integration aller im Produktlebenszyklus entstehenden Daten, Prozesse, Ressourcen und Kompetenzen führte zum Begriff des Product Lifecycle Management [BoMo07, Both08, ADEK05, OvWS05]. Übertragen auf das Bauwesen können im Rahmen eines Building Lifecycle Managements (BLM) Informationen über ein Bauwerk sowie deren Entstehungs- und Verwendungsprozesse über den gesamten Produktlebenszyklus so organisiert werden, dass die richtigen Informationen immer aktuell an den relevanten Stellen zur Verfügung stehen. Ein integriertes Gebäudedatenmodell, das neben der eigentlichen Bauwerksbeschreibung zudem Aspekte späterer Lebenszyklusphasen, wie beispielsweise Energieverbrauch oder Betriebskosten, bereits in der frühen Planungsphase einbindet, kann dabei als Basis zur prozessbegleitenden Validierung von Planungsentscheidungen dienen [Both11a].

BLM ist aufgrund der Komplexität nicht als reine IT-Lösung sondern als eine Strategie zu verstehen. Es muss durch geeignete technische, methodische und organisatorische Maßnahmen anwendungsspezifisch umgesetzt werden. BLM wird somit zum übergeordneten Organisationsinstrument, das sich im Wesentlichen in die Bereiche Daten- und Prozessmanagement gliedern lässt, wobei Prozessmanagement die Wechselwirkung zwischen Aktionen und Daten von Abläufen beschreibt, steuert und verwaltet [FZI08, Both08]. Zudem impliziert es die Verankerung integrierter Planungsmethodiken zur Bewerkstelligung eines nachhaltigen integrativen Planungsprozesses. Das Datenmanagement umfasst zum einen die Verwaltung der eigentlichen Bauwerksdaten aus den beteiligten Anwendungssystemen, zum anderen aber auch die Verwaltung der beteiligten Akteure, Kooperationsstrukturen und Projektinformationen. Ein hierauf aufbauender Mechanismus zum Informations- und Konfigurationsmanagement unterstützt die kollaborative Handhabung und die Nutzung des Modells.

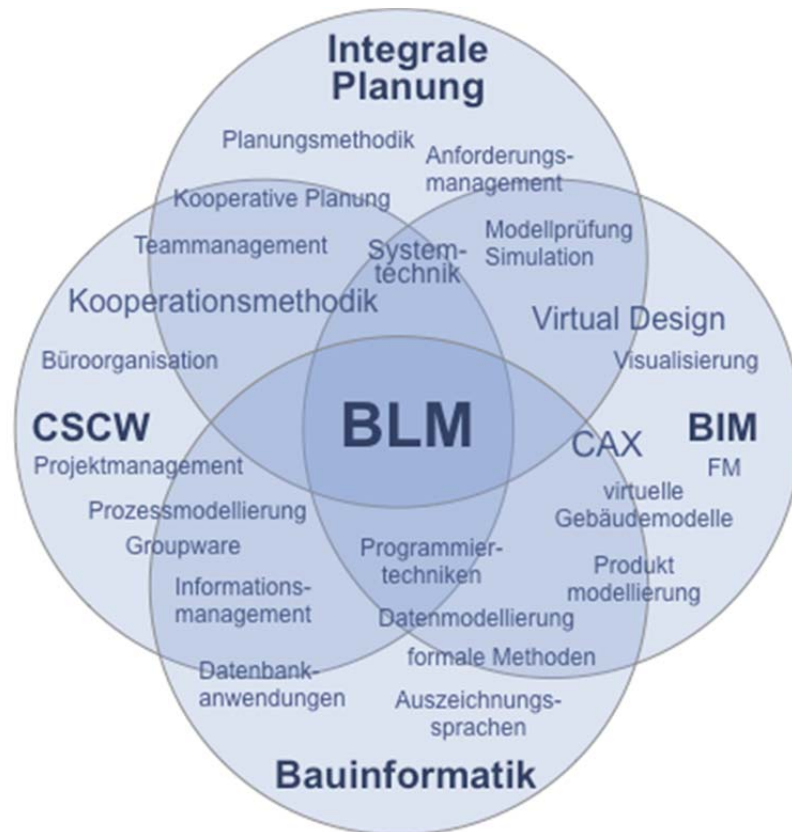


Abb. 3.5: Themengebiete des Building LifeCycle Managements

Als methodische Basis liefert die Integrale Planung die Grundlagen zur kooperativen anforderungsorientierten Planung, zum Teammanagement und zur Systemtechnik.

Auf Basis technologischer Erkenntnisse der Architektur- und Bauinformatik im Bereich der Datenmodellierung und des Informationsmanagements geht es um die lebenszyklusbezogene Integration der Objektebene – hier leistet der BIM-Ansatz sowie Methoden des „Virtual Design“ einen wesentlichen Beitrag zur Gewährleistung einer phasenübergreifenden Informationskette auf Grundlage eines integrierten Bauwerksmodells. Zur Integration auf Prozessebene bietet das Forschungsgebiet des CSCW (computer supported collaborative work), zu deutsch „computerunterstützte Gruppenarbeit“ wichtige Grundlagen zu einer fach- und branchenübergreifenden kooperativen Projektbearbeitung und zum Projektmanagement.

Der Mehrwert des integrierten Ansatzes des Building Lifecycle Managements liegt in seinem Optimierungspotential auf Ebene des Gesamtprozesses. Es ist daher davon auszugehen, dass durch die Entwicklung von Methoden und IT-Werkzeugen im Bereich BLM ein erheblicher Mehrwert für das deutsche Bauwesen geschaffen werden kann. Zudem ermöglicht seine Anwendung eine Verbesserung der derzeitigen Planungsmethodik und Ausführungspraxis und

somit eine Steigerung der Qualität des deutschen Gebäudebestandes im Sinne einer gesamtheitlichen Nachhaltigkeit.

3.5.2 Integrale Planung

Methodische Basis dieses Building Lifecycle Management-Ansatzes ist die sogenannte Integrale Planung. Gegenüber den eher tayloristisch und auf einer Funktionssegmentierung basierenden Optimierungsansätze der derzeitigen Planungspraxis, denen von einem eher reduktivistischen Denkansatz ausgehend deterministische Lösungsmodelle zugrunde liegen, basiert die Integrale Planung auf einem ganzheitlichen bzw. systemischen Denkansatz.

Niklaus Kohler und Roland Stulz definierten den Begriff der „Integralen Planung“ (IP) bereits Ende der achtziger Jahre als eine Planungsphilosophie, die es gestattet, ein Bauvorhaben unter Berücksichtigung aller Aspekte „moderner Bau- und Installationstechnik“ optimal zu verwirklichen [Stul93, SKGGV86, TOP94].

Der Schwerpunkt der Integralen Planung liegt auf der Team-Arbeit und einer langfristigen Betrachtung des Gebäudes über seinen gesamten Lebenszyklus. IP verwendet dabei je nach Bedarf gezielt moderne (IT-gestützte) Planungshilfsmittel [BoKo07]. Auf organisatorischer Seite gibt es nicht einen „integralen Planer“ sondern ein Team, das durch Kooperation integral plant.

Die Integrale Planung geht dabei nach Müller von folgenden Voraussetzungen aus [vgl. Müll99]:

- Objektiv richtige Lösungen sind in der Bauplanung oft nicht möglich und durch subjektive Wertung bestimmt [vgl. Ritt70]
- An der Bauplanung muss eine große Anzahl von Menschen als Wissens- und Entscheidungsträger beteiligt werden.
- Probleme im Planungs- und Baubereich sind meist komplex und bedürfen daher z ihrer Lösung ganzheitlicher Ansätze

Die Beeinflussbarkeit der Planungsqualität sinkt sehr rasch mit fortschreitendem Planungsverlauf. Die steigenden Kosten einer notwendigen Planungsanpassung führen im Verlauf nicht selten zu starken Abstrichen hinsichtlich der Planungsqualität. Die Integrale Planung legt daher einen besonderen Schwerpunkt auf die frühen Planungsphasen, in denen noch genügend Spielraum zur Entwicklung ganzheitlicher Lösungsansätze besteht und fokussiert dabei stark auf einer frühzeitigen Einbindung der benötigten Akteure bzw. Kompetenzen in die sogenannte strategische Planungsphase. Hierfür hat sich der Begriff der Horizontalen Integration

etabliert [vgl. KoFM98]. Ansätzen des Systems Engineering folgend [vgl. AgBa92] findet die ganzheitliche Optimierung und Abstimmung daher bereits frühzeitig auf konzeptioneller Ebene statt. Ein spezielles Augenmerk wird dabei auf die Ziel- und Anforderungsmodellierung gelegt.

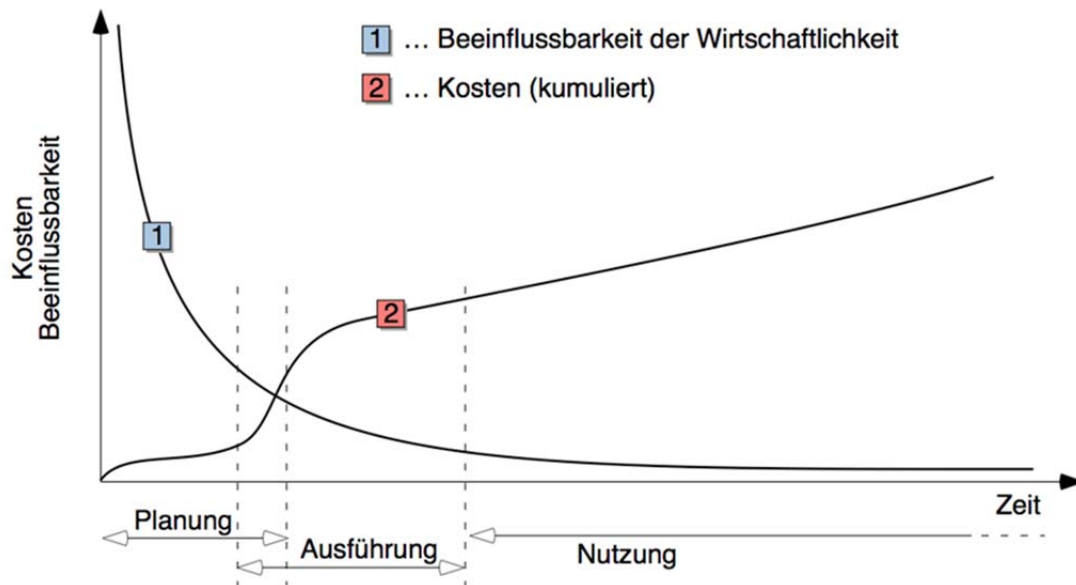


Abb. 3.6: Beeinflussungsmöglichkeit der Wirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus nach Müller

Planungsqualität ist dabei nicht nur auf den gestalterischen Aspekt bezogen, sondern bindet auch ökologische, ökonomische, technische, funktionale und soziale Fragestellungen des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks ein - dies wird als Vertikale Integration bezeichnet.

Die Integrale Planung kann so als ein anforderungsgetriebener Regelmechanismus verstanden werden, als ein iterativer Prozess der Schritte Problemanalyse, Systemsynthese und Systemanalyse [Both06, Both03].

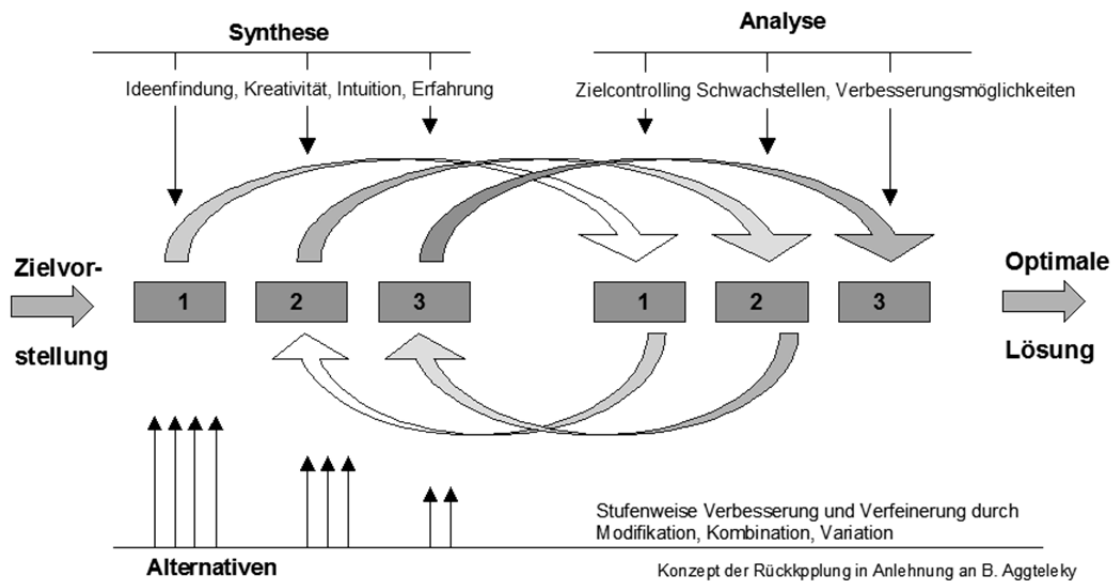


Abb. 3.7: iterativer Problemlösungszyklus [AgBa92]

Bei solchen komplexen Problemstellungen sind planerische Konflikte nicht mehr direkt detektierbar oder auf Basis einer per Hand gezeichneten Linienzeichnung ableitbar, sie müssen zumeist über semantische Modellprüfung und Simulationen erkannt werden, so dass ihnen durch gezielte Planungsoptimierung entgegengewirkt werden kann.

Wie in Kapitel 2.1 bereits einleitend dargelegt, ist eine wichtige Voraussetzung zur Anwendung solcher Optimierungsprozesse das Vorhandensein einer durchgängigen digitalen und somit validierbaren geometrischen und semantischen Beschreibung der Planungslösungen mittels eines virtuellen Gebäudemodells [Both08], das die verschiedenen konstruktiven, funktionalen und technischen Zusammenhänge abbilden kann und das wiederum als datentechnische Basis für Simulation- und Evaluierungswerkzeuge dient.

3.5.3 Building Information Model

Strategisches Ziel der Bestrebungen im Bereich Building Information Model (BIM) ist die Entwicklung eines integrierten Bauwerksdatenmodells zur digitalen Abbildung bauwerksbeschreibender Informationen über den gesamten Lebenszyklus eines Objektes. Einem integralen Ansatz folgend, sollen über das Modell alle relevanten objektbezogenen Domänen- und Fachaspekte abbildbar sein und den am Informationsprozess Beteiligten entsprechend bereitgestellt werden.

Dieses Datenmodell soll als informationstechnische Basis für die Kopplung aller am Gebäudemodellierungsprozess beteiligten Software-Applikationen dienen. Pläne, Ansichten und Listen stellen somit nur Sichten des Modells dar und können über die Businesslogik der auf das Modell zugreifenden Software-Applikationen laufzeitbezogen aus dem aktuellen Modellstand generiert werden.

Zusammenfassend kann ein Building Information Model als ein digitales Modell beschrieben werden, über das neben der Geometrie auch alle relevanten semantische Aspekte eines Bauwerks (z.B. energetische Eigenschaften, verwendete Materialien, Kosten etc.) abgebildet, vernetzt und verwaltet werden können. Das Datenmodell beschreibt die Komponenten eines Bauwerks und gegebenenfalls Räume, deren Struktur bzw. Topologie sowie deren Eigenschaften und unterstützt somit die Realisierung einer computergestützten Planung, Ausführung und Betrieb [vgl. Both08]. Dieses Modell basiert auf der Spezifikation von bauwerksbeschreibenden Objekten, die über Topologien vernetzt sind und deren unterschiedliche Eigenschaften über aspektbezogene Attribute beschrieben werden können. Als intelligente parametrische Objekte können sie zudem Regel-Wissen in sich tragen, über das die Modellierungsmethoden wie z.B. ihr Verhalten bei der Modellbildung spezifiziert werden kann.

Der Mehrwert eines solchen BIM-basierten Ansatzes ist offensichtlich:

- Durchgängige Bereitstellung eines konsistenten Modells für alle am Informationsprozess Beteiligten
- Informationstechnische Basis für die Kopplung aller beteiligten Software-Applikationen über den gesamten Lebenszyklus und damit Vermeidung von Informationsverlusten
- Basis zur frühzeitigen Validierung und Simulation des Gebäudes hinsichtlich konstruktiver, funktionaler, ökologischer, gestalterischer und ökonomischer Aspekte (vgl. Life Cycle Analysis, Energiesimulation, Collision Detection)
- Verbesserte Entscheidungsprozesse durch zuverlässige Informationsbasis
- Höhere Qualität durch frühzeitige Abstimmung und Prüfung von Konstruktionsproblemen
- Bessere Diskussion und Validierung von Planungslösungen (Geometrie und Semantik) durch modelbasierte 3D-Visualisierung (VR) und einfache Erstellung von physischen Arbeitsmodellen (Rapid-Prototyping)
- Reduzierung von Nachträgen durch zuverlässige Mengenmodelle
- Durchgängige Kopplung von Planung und Ausführung (CAD-CAM)
- Konsistente Baudokumentation als Basis der Bewirtschaftung

4 Grundlagen und Stand der Dinge

4.1 BIM – Software

Ist auch die Praxis zurzeit noch weit entfernt von einem durchgängigen virtuellen, modellbasierten Planungs- und Bauprozess, so existieren bereits erste CAD- zentrische Ansätze für integrierte Teilprozesse, wie zum Beispiel die Kopplung von CAD mit Statik- oder Haustechnik-Software (Stufe 3), die CAD-AVA-Kopplung mit der (teil)automatisierten modellbasierten Ermittlung von Mengen (Stufe 4) oder einer CAD- und Ablauf-Kopplung (so genannte 4D-Systeme), die eine Vernetzung von BIM-Modellen mit Bauablaufprozessen als Basis der Ablaufvisualisierung und Simulation ermöglichen. Die Einbindung sowohl von Prozess- wie auch von Kosteninformationen wird als 5D-Modellierung bezeichnet. Durch die Einbindung weiterer Aspekte wie beispielsweise Content zu Lifecycle Costing und Ökobilanzierung ließen sich zukünftig große Potenziale im Bereich des Lifecycle Managements erschließen [Both11b]. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Evolutionsprozess.

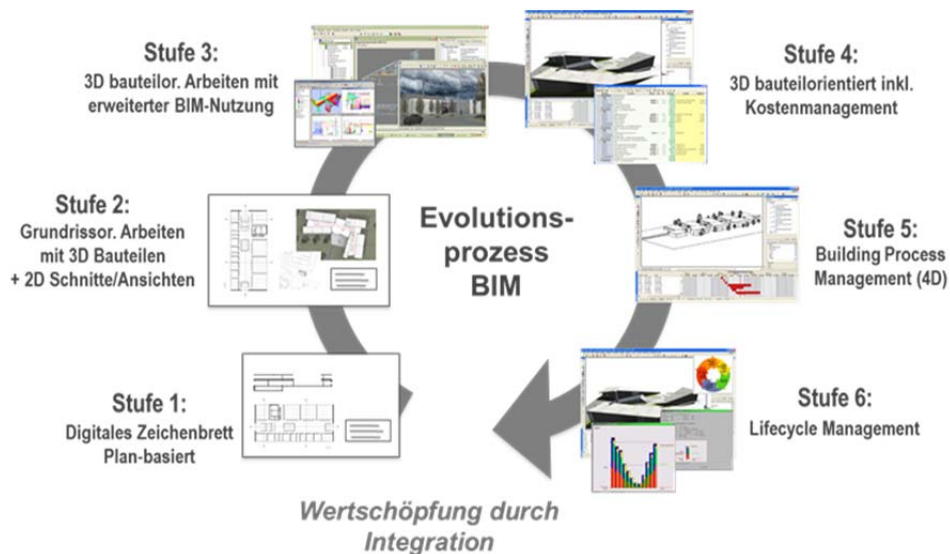


Abb. 4.8: Evolutionsprozess BIM [Both08]

Die Realisierung der Wertschöpfungskette BIM ist nur unter Einbindung der verschiedenen Fachplanungsrichtungen möglich. Dies setzt eine durchgehende Datenkette und somit die Möglichkeit zur Anreicherung des Modells über die verschiedenen Prozesse und Fachaspekte voraus. Über dieses intelligente angereicherte Modell lassen sich zukünftig vielversprechende Geschäftsfelder für die Anbindung von Folge-Applikationen (sogenannter Downstream-

Applikationen) erschließen. Diese können einen Mehrwert aus der Auswertung und Nutzung des Gesamtmodells ziehen.

4.1.1 Software-Klassifizierung nach Hauptprozessen

Die softwaretechnische Unterstützung einer BIM-basierten Planungsmethode umfasst daher naturgemäß den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken. Bei der Planung der Ausführung und beim Betrieb von Bauwerken kommen in diesem Betrachtungszeitraum eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Software-Werkzeuge zum Einsatz. Zum besseren Verständnis des in der Umfrage eruierten Status Quo soll in diesem Kapitel eine kurze Stellungnahme zum Stand der Funktionsweise bestehender Softwaresysteme gegeben. Dies erfolgt anhand der identifizierten Hauptprozesse Modellieren, Auswerten, Projektieren. Damit werden die wesentlichen Tätigkeitsfelder des Planens und Bauens umrissen und die Softwareanwendungen in diesem allgemeinen Kontext betrachtet. Als Grundlage wurde zu den einzelnen Funktionsbereichen exemplarisch Softwareprodukte analysiert und anhand von Stichproben Aussagen zur Funktionalität überprüft.

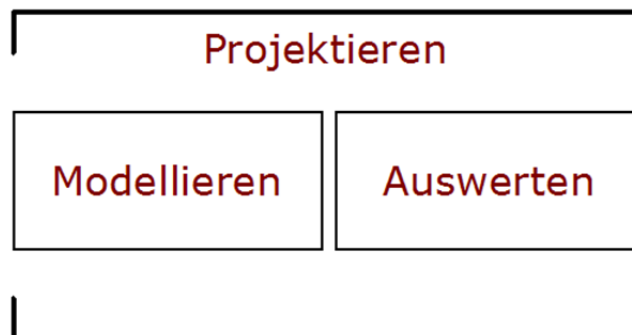


Abb. 4.9: Gliederung Hauptprozesse

4.1.1.1 Modellieren

Die konsequente technische Umsetzung des Prozesses Building Information Modeling basiert im Idealfall auf einem digitalen bauteilorientierten Modell, welches das zu realisierende Bauwerk oder Gebäude vollständig, konsistent und konfliktfrei abbildet. Das im integralen Planungsprozess durch Akteure unterschiedlicher Disziplinen aufgestellte Modell beinhaltet neben geometrischen Beschreibungen alle semantischen Information, die zur Konstruktion und dem Betrieb des Bauwerkes notwendig sind. Das Modell kann von den beteiligten Planern gleichzeitig und verteilt bearbeitet werden und stellt kontrolliert jeweils fachspezifische Sichten auf den Gesamtbestand des Modells zur Verfügung.

Dieser Idealvorstellung der prozessübergreifenden Modellierung kann derzeit keine Softwarelösung vollumfänglich gerecht werden. In der Praxis erstellen und bearbeiten die beteiligten Planer individuelle digitale Modelle und verwalten die geometrisch-semanticen Informationen in jeweils proprietären Formaten. Zur Weitergabe der digitalen Informationen werden offene Austauschformate oder proprietäre Formate genutzt, die auf Grund ihrer Verbreitung den Status eines Quasi-Standards erreicht haben. Grundsätzlich lässt sich hier feststellen, dass der sequentielle und lebenszyklusumfassende Datenaustausch über Import und Exportfunktionalitäten der Anwenderprogramme nur dann vollständig verlustfrei eingesetzt werden kann, wenn alle beteiligten Planer Softwareprodukte des gleichen Herstellers nutzen und die jeweils proprietären Formate verwendet werden. Alle untersuchten sonstigen Kombinationen auf Basis standardisierter Austauschformate übertragen die in den Anwendungen aufgebaute Informationsdichte nicht vollständig und weisen teilweise auch Fehler in der Einhaltung der Austauschstandards oder in der Interpretation desselben auf.

Der Aufbau eines konsistenten Gebäudemodells wird zudem dadurch limitiert, dass mit der Zunahme der Konstruktionsdetaillierung die Datenmenge stark zunimmt – auch aufgrund der in der Praxis oft vorzufindenden Verknüpfung mit Zusatzinformationen und Texturen zur Visualisierung - und Planende von einer dreidimensionalen Modellierung Abstand nehmen. Stattdessen werden aus dem dreidimensionalen Gebäudemodell zweidimensionale Sichten generiert und für die weiteren Planungsschritte genutzt. Die ab diesem Zeitpunkt gemachten Modifikationen sind zwar für die Fertigung und Ausführung der Bauteile ausreichend, bilden aber die Gebäudegeometrie nicht vollständig dreidimensional ab. Weiterführende Planungsschritte, die auf eine räumlich vollständige Beschreibung angewiesen sind, werden auf Grundlage dieser Informationen fehlerhaft oder können nicht befriedigend ausgeführt werden. Die vollständige Gültigkeit und Verwertbarkeit des geometrisch-semanticen Modells ist dann nicht mehr gewährleistet.

Zur Unterstützung des BIM Prozesses werden von einzelnen Softwareherstellern und auch von herstellerunabhängigen Organisationen BIM Server auf Basis der Industry Foundation Classes angeboten [Jotn, TNO12].

Diese Server bieten den beteiligten Planern die Möglichkeit, BIM-Modelle im kooperativen verteilten Kontext gemeinsam zu erstellen, zu nutzen und weiterführenden Modellanalysen zugänglich zu machen. Ungelöst ist aber auch hier noch, wie logische Konflikte und Überschneidungen in den Rechten der Anwender beim gleichzeitigen Zugriff auf den Datenbestand behandelt werden und wie prozessbezogene Neustrukturierungen und Änderungen

des Modells – beispielsweise für die energetische Simulation – in das Modell integriert werden können.

4.1.1.2 Auswertung

Die Anreicherung geometrischen Zusammenhänge mit semantischer Zusatzinformation in einem BIM-basierten Planungsprozess kann auf vielfältige Art als Datengrundlage für nachgelagerte Wertschöpfungsketten dienen. Im Idealfall sollten die aus den BIM-Modelldaten errechneten Ergebnisse wie beispielsweise eine bauphysikalische Dimensionierung der Lüftung zurückgeschrieben werden, um diese dann später beim Ermitteln des Energiepasses wiederzuverwenden. Programme, die sich in diesem Feld der BIM-Software etablieren, werden aufgrund ihrer verwertenden und zur Genese des BIM-Modells nachgelagerten Stellung auch als Downstream Applikationen bezeichnet. Einige einfache Downstream Funktionen sind programmintern in den modellerzeugenden CAD-Werkzeugen angeboten. Essentiell für die Weiterverarbeitung der Modellinformation ist die Qualität bei der prozessübergreifenden Übergabe: Nur wenn konsistente Daten in dem empfangenden System gelesen und nach dem Verarbeiten entsprechende Ergebnisse zum beauftragenden System zurückgesandt werden können, ist ein generischer Workflow von konstruierender Schale zu weiterverarbeitender Fachschale gewährleistet. Eine wachsende Anzahl unterschiedlicher BIM-Software bindet zwar schon einen offenen, gemeinsam nutzbaren Modellstandard als Schnittstelle in das eigene Fachwerkzeug ein, dennoch scheitert der vollautomatisierte Downstream Prozess im praktischen Einsatz oft an der spärlichen fachspezifischen Ausprägungen derzeitiger Standards und deren uniformer Lese- und Schreibbarkeit wegen uneinheitlicher Schnittstellenqualität unter den programmspezifischen Implementierungen. In einem Experiment am Beispiel vorgefertigter Betonelemente weißt Eastmann [ESJI08] nach, dass trotz der Unterstützung des offenen Modellstandards Industry Foundation Classes (IFC) mittels Schnittstellen ein praktischer Einsatz bei der Produktion programmübergreifend nicht oder nur mit sehr hohem Zusatzaufwand möglich ist. Als Barrieren wurde die Unfähigkeit der Software identifiziert, eigene Objektbeschreibungen adäquat in IFC auszugeben, was unter anderem damit begründet wird, dass auf seitens des Standards keine entsprechenden fachspezifischen Klassen definiert sind.

Das Problem der unterschiedlichen Interpretation von Modelldaten beziehungsweise das Fehlen von fachspezifisch relevanten Modellelementen erfordern im praktischen Einsatz trotz vorhandener Schnittstelle in interagierenden Fachsystemen oftmals den Neuaufbau des Gebäudemodells mit fachspezifischer Struktur. Aufgrund der hohen Relevanz der Eingangswerte für eine generisch simulierte Ausgabe eines Fachwerkzeuges scheint dies derzeit der einzig gangbare Weg, die Qualität der erbrachten Fachergebnisse zu gewährleisten. Der Mehrwert eines

angereicherten Modells, der für nachgelagerte Phasen wie beispielsweise für das Gebäudemanagement durchaus interessant wäre, wird derzeit noch nicht ausgeschöpft. Es fehlt die standardbedingte Möglichkeit und es herrscht Unklarheit über bereichsscharfe Abgrenzungs- und Qualitätskriterien sowie entsprechende Workflows bei der Rückführung von fachspezifisch angereicherter Information in ein gemeinsam genutztes BIM Modell. Trotz der herrschenden Probleme haben sich aber in Bezug auf den Einsatz der BIM Methode für den Anwender teilweise nützliche Downstream Funktionen in den entsprechenden Fachwerkzeugen etabliert. Besonders relevante Funktionen für BIM Prozesse sind:

- **Kostenmodelle, Ausschreibungsmodelle, Bauteillisten:** Die Funktion des Berechnens von Datenzusammenstellungen aus einem objektorientierten Modell beginnt bei einfachen Bauteillisten, die direkt vom erzeugenden System ausgegeben werden können, über die modelbasierte Ableitung von Mengenmodellen und geht bis hin zu speziellen formalisierten Ausgaben, die bspw. das Auflösen einer Katalogreferenz (z.B. Bemusterung) und Strukturieren nach rechtsbindenden Vorschriften verlangen.
- **Generieren von formatierten Teilbildern und Sichten:** Die automatisierte Erstellung von Grundrissen, Schnitten und Ansichten ist eine wichtige Funktion zum effizienten Arbeiten mit einem BIM Modell. Indem alle Zeichenregeln parametrisiert sind, können die Arbeits- und Abgabedokumente bestenfalls ohne Nachbearbeitung ausgegeben werden. Zeichenregeln können zentral und redundanzfrei an einer Stelle verwaltet werden und sind in allen Plänen auf einem Stand. Gerade das Vereinbaren von prozessübergreifenden Übergabequalitäten kann mit geringem Aufwand projektspezifisch angepasst werden.
- **Simulationen:** Zum Simulieren von realen Performannewerten wird das Datenmodell in eine Simulationsschale (Kontextmodell) geladen, die beispielsweise benötigte physikalische Globalgleichungen enthält, die Beziehungen von Modelldaten zu Kontextmodell werden durch einen Löser hergestellt und berechnet.
- **Generierung von nachweisbaren Zustandsdaten:** Eine generisch aus dem BIM-Modell erstellte rechtsverbindliche Baustatik ist im Bereich der Tragwerksplanung eine wünschenswerte Funktion, deren vollautomatisierte Anwendung im Kontext von BIM ein einheitliches, gut verbreitetes Austauschformat (bspw. IFC) unter den projektspezifisch verwendeten fachspezifischen Systemen voraussetzt. Eine wachsende Anzahl unterschiedlicher BIM Software bindet zwar schon einen offenen, gemeinsam nutzbaren Modellstandard als Schnittstelle in das eigene Fachwerkzeug ein, dennoch scheitert der vollautomatisierte praktische Einsatz an der

fachspezifischen Ausprägung derzeitiger Standards und deren uniformer Lese- und Schreibbarkeit durch einheitliche Schnittstellenqualität unter den programmspezifischen Implementierungen. Diese unterschiedliche Interpretation von Modelldaten erfordern trotz vorhandener Schnittstellen, dass ein Gebäudemodell mit fachspezifischer Struktur neu wiederholt aufgebaut wird. Nur so lässt sich die generisch simulierte Ausgabe eines Fachwerkzeugs fehlerfrei nutzen.

- Technische Gebäudeausstattung: Ähnlich verhält es sich im Bereich des Technischen Gebäudeausbaus. Um etwa einen Energiepass automatisch aus einem hereingereichten Modell in einer entsprechenden Downstream-Software zu generieren, sind Zusatzinformationen, da deren Vorhandensein noch nicht einheitlich im Modellstandard definiert ist, manuell im eigenen Arbeitsmodell des Fachwerkzeugs zu ergänzen.
- Dimensionierung: Durch die Ermittlung spezifischer Bedarfe des entworfenen Bauwerks (z.B. Lüftung, Sonnen- und Schallschutz) kann mit simulierten Modelldaten ein Mehrwert geschaffen werden, der mit der Möglichkeit einer Rückführung der dimensionierten Bauteile in die Entwurfswerkzeuge einen wichtigen Beitrag zur effizienten integrierten Planung leistet.
- Variantenbildung: Neben der direkten Planungsunterstützung durch das Aufbereiten der Dimensionierung von den technischen Anlagen zur Gewährleistung eines vorgeschriebenen Luftstroms, können mehrere Zustände, die aus simulierten Modelldaten gewonnen werden, als Varianten aufbereitet werden. Insbesondere als Kommunikationsgrundlage beim fachübergreifenden Austausch kann dies hilfreich sein.
- Feedback zur Planung: Generell ermöglichen simulierte Modelldaten das kostengünstigste Ausloten von Konsequenzen der entworfenen Gebäudeausprägung, indem Zusammenhänge, die erst in der Realität (z.B. durch Umwelteinflüsse) auftreten, schon während der Planung aufgedeckt und entsprechende Optimierungen unmittelbar eingepflegt werden können.

4.1.1.3 Projektieren

Die Baubranche arbeitet in einzelnen Bereichen hochwertig und effektiv. Trotzdem können die an den Bauprozessen Beteiligten bis heute ihre Leistungen weder fachübergreifend (horizontale Integration) noch lebenszyklusumfassend (vertikale Integration) in ausreichendem Maße miteinander verknüpfen. Die herzustellenden Objekte können mit Produktmodellen rechnergerecht abgebildet werden und für die Abbildung von begleitenden Prozessen stehen ebenfalls Modelle zur Verfügung. Bei einer ganzheitlichen und BIM basierten Modellierung des Lebenszyklus von Bauwerken müssen aber alle Prozesse und Produkte vollständig, sowie deren Wechselwirkung mit den Planungsbeteiligten konsistent abgebildet werden. Die wesentlichen Bereiche innerhalb dieses Rahmens sind:

- **Projektentwicklung, Projektmanagement, Gebäudemanagement (CAFM):** Das Abbilden von mehr als 3 geometrischen Dimensionen der Planung ist durch die Berücksichtigung der Zeitdimension ein prägendes Merkmal prozessunterstützender Funktionalität. Generell erstreckt sich dieser Bereich von der ad hoc eingesetzten Hilfsfunktion, wie beispielsweise der Prüfung eines Modellzustandes im Bezug zu einem Ausgangszustand (Modell Check) bis hin zu komplexen Funktionssträngen, wie etwa eine Schritt-für-Schritt Begleitung durch fachübergreifende Projektphasen (Projektentwicklung etc.).
- **Modell Server Konzept:** Das gemeinsame zeit- und ortsunabhängige Arbeiten am gleichen Modell erfordert wegen des hohen Komplexitätsgrades objektorientierter Datenmodelle und wegen der notwendigen personenscharfen Nachvollziehbarkeit von veränderten Teilen eine automatisierte Abgleichunterstützung. Diese Funktion ist insbesondere im Change-Management wichtig, da hier die Nachvollziehbarkeit sowohl temporär wie auch personenbezogen im Mittelpunkt steht. Des Weiteren steigt mit dem Umfang des Modells auch dessen physikalische Speicherbelegung, und sehr große Modelle als Ganzes zu transferieren ist oft aus technischen Gründen kaum möglich. Es bietet sich daher an, nur tätigkeitsbezogene gefilterte Auszüge des Modells an den jeweiligen Bearbeiter auszuhändigen.
- **Kommunikation:** Die aufgabenbezogene Verständigung zwischen den Beteiligten, der Austausch von Dokumenten und der darin enthaltenen Daten als formalisierte Fakten werden erst durch Interpretation der kausalen Zusammenhänge zur eigentlichen Information [KoLV10]. Projektkommunikationsmanagementsysteme und virtuelle Projekträume bieten hierzu entsprechende Funktionen an.

Prozessmodelle benötigen einen definierten Zugriff auf Produktmodelle und können Ausführungs- oder Geschäftsprozesse abbilden. Der zu Grunde liegende Anwendungsfall bestimmt dabei die Rahmenbedingungen, die Akteure sowie den inhaltlichen Bezug. Auch bei baulichen Anlagen ist der inhaltliche Bezug nicht auf physische Eigenschaften des zu erstellenden Produkts beschränkt, sondern umfasst außer Gedankenmodellen früher Planungsphasen auch soziale, administrative, wirtschaftliche, gestalterische und weitere Aspekte in unterschiedlichen Detailierungsgraden. Alle diese Aspekte müssen potentiell für die entsprechenden Teilprozesse zugänglich modellierbar sein. Die Schnittstelle zwischen Anwendungen, Prozessen und Produktmodellen erweist sich häufig als Nadelöhr bei der Kommunikation, da strukturelle und inhaltliche Vorgaben eines standardisierten Produktmodells in den seltensten Fällen direkt auf anwendungsinterne oder prozessrelevante Datenmodelle übertragbar sind. Die Überführung von Datenströmen in das jeweilige Format des Zielmodells birgt neben einem hohen Abbildungsaufwand auch Risiken für Datenverluste und Übertragungsfehler. Trotz dieser Abbildungsproblematik ist dieses Problemfeld auf dem Gebiet der Prozess- und Produktmodellkopplung bisher nicht Gegenstand eingehender Untersuchungen oder Inhalt von realisierbaren Lösungsansätzen gewesen, obwohl die Verfügbarkeit geeigneter Schnittstellen zwischen Prozessen und Modellen eins der größten Hindernisse bei der Integration darstellt [BPMS07]. Eine Standardisierung ist somit analog zur Modellebene auch auf Prozessebene notwendig.

Die Schaffung standardisierter Schnittstellen ist daher ein Schlüsselfaktor für Kommunikation und Kooperation und damit für die Realisierung einer nahtlosen unternehmensübergreifenden Prozessintegration. Erst dadurch wird der BIM-Ansatz von der datentechnischen Betrachtung auf Modellebene in einen Kontext der Geschäftsprozesse eingebettet. In der Planungsphase ermöglicht dies beispielsweise die Teilnahme an internetgestützten Auftragsverfahren und anderen Formen des eCommerce oder die Integration in elektronische Baugenehmigungsverfahren.

In Geschäftsprozessen könnte durch Anbindung von Produktmodelldaten an ERP-Systeme die Ressourcenplanung verbessert und Ausführungsprozesse könnten besser überwacht werden. Darüber hinaus ließe sich eine weitere Verbesserung der Fertigungs- und Produktionsverfahren durch die konsistente Integration einer CAD/CAM-Kopplung erzielen, wie dieses beispielsweise in Industriezweigen mit hohem Vorfertigungsgrad bereits üblich ist.

Die Realität im Baugewerbe und in den planenden Berufen des Bauens sieht heute noch anders aus. Eine technische Unterstützung in Form standardisierter Schnittstellen und unterstützender Softwareprodukte kann dort nur greifen, wenn die Teilnehmer der beteiligten Prozesse von der

inhaltlichen Konsistenz und Redundanzfreiheit der übergebenen Daten ausgehen können. Dazu bedarf es Mechanismen, welche die inhaltliche Korrektheit und Konfliktfreiheit nachvollziehbar und überprüfbar machen. Die ausgetauschten Daten haben Dokumentcharakter und sind auch von rechtlicher Bedeutung. Bis heute wird in der baulichen Praxis nach Fertigstellung eines Gebäudes die Nutzfläche nicht aus Plandaten ermittelt, sondern durch erneutes Aufmaß am realen Gebäude festgestellt, da der Gebäudenutzer nicht mit einer Aktualisierung der Plandaten gemäß der realen Ausführung rechnen kann. Der Planvermerk "die tatsächlichen Maße sind am Bau zu überprüfen" entlässt den Ersteller aus der Verpflichtung zur Erhaltung der Modellkonsistenz. Wenn auch digital abgebildet und damit für die meisten Nutzer unsichtbar, hat sich an dieser Situation durch den Einsatz von Rechnern wenig geändert.

Die Erfüllung aller technischen Anforderungen bewirkt jedoch noch nicht automatisch, dass jeder Prozessteilnehmer in einer unternehmensübergreifenden Prozesskette die Modelldaten auch sinnvoll und Gewinnbringend einsetzen kann. Die Erstellung aufwändiger Modelldaten am Beginn einer Prozesskette kann als eine Investition betrachtet werden, deren Ertrag erst am Ende dieser Kette zu Tage tritt. Der häufige Wechsel der Akteure gerade im Baubereich, macht es daher unwahrscheinlich, dass dieser Betrag dem ursprünglichen Investor zufällt. Die Investition in die Erstellung von Modelldaten ist daher aus wirtschaftlicher Sicht oft unvernünftig, da entsprechende Abrechnungssysteme und explizite Berücksichtigung in den Honoraren fehlen oder nicht ausreichend genau spezifiziert sind. Ohne Kriterien für eine inhaltliche Qualität der Modelldaten - mit entsprechender software-technischer Begleitung - fehlen jedoch auch solchen Abrechnungssystemen die Grundlagen, da verborgene Mängel in den Modelldaten oft zu spät erkannt werden.

4.2 BIM- bezogene Untersuchungen

Im deutschsprachigen Raum sind nur wenige BIM bezogene Untersuchungen veröffentlicht. In Deutschland durchgeführte Befragungen zur Akzeptanz von BIM [Fink08] oder der zukünftigen Bedeutung von BIM [Arch09, Arch10] geben nur einen groben Überblick. Untersuchungen im nordamerikanischen Raum [McGH08, McGH09] von McGraw&Hill beschäftigen sich intensiver mit den wirtschaftlichen Aspekten des Building Information Modeling. Die Studie wurde 2010 auf Europa ausgeweitet [McGH10]. In den skandinavischen Ländern wurde durch VTT (Technical Research Center of Finland) eine Befragung über den Einsatz von IT in der Baubranche durchgeführt, die zwar nicht ausschließlich BIM –Themen untersuchte, methodisch aber überzeugt und Rückschlüsse auch auf das modellbasierte Arbeiten zulässt [VTT07].

4.2.1 McGraw&Hill

McGraw&Hill Construction haben im Rahmen ihres SmartMarket Reports unter dem Titel „The Business Value of BIM“ verschiedene Studien im nordamerikanischen Raum durchgeführt. Die Umfrageschwerpunkte liegen vorwiegend auf den wirtschaftlichen Aspekten der Verwendung der Planungsmethode BIM, sowie auf Grad und Ausmaß deren Verwendung. Neben quantitativen Erhebungen der Nutzungsintensität der Planungsmethode BIM, werden Fragen zum „Return of Investment“ gestellt. Ein großer Teil der Fragen beschäftigt sich allerdings mit der persönlichen Wahrnehmung der Befragten und deren erfahrenen und erwarteten Benefits durch die Nutzung der Planungsmethode BIM [McGH09]. Insgesamt ergibt sich daraus eher eine Meinungsumfrage, die das jeweilige Stimmungsbild in Bezug auf BIM einfängt. In Verbindung mit den Fallstudien, beziehungsweise den Projektberichten und der Art der Fragestellung, ergibt sich insgesamt eine positivistische Darstellung des Building Information Modeling. Durch die Art der Datenaufbereitung wird dieser Eindruck noch weiter verstärkt. Im Jahre 2010 wurde auch eine Studie in drei Europäischen Ländern durchgeführt (Deutschland, Frankreich und England) [McGH10]. Allerdings auch hier mit einer sehr ähnlichen Fragestruktur. Dies war natürlich notwendig, um eine Vergleichbarkeit mit den Nordamerikanischen Studien zu gewährleisten. Insgesamt ergeben sich aus den SmartMarket Reprts von McGraw&Hill eher Meinungsumfragen, die das jeweilige Stimmungsbild in Bezug auf BIM einfangen. Die Studien kommen im Rahmen ihrer Zielsetzung aber prinzipiell zu einer positiven Bilanz für den Einsatz von BIM und zu dem Schluss, dass sich der Einsatz von BIM wirtschaftlich lohne.

4.2.2 Finish ICT Barometer 2007, VTT

Im Auftrag und über den E-Mail-Verteiler von Tekes (Finnische Förderagentur für Technologie und Innovation) wurde 2007 eine Onlineumfrage durch das VTT durchgeführt. Nach VTT-Angaben handelt es sich hierbei um keine statistisch relevante Stichprobe, da die Umfrageteilnehmer aus dem oberen Quartil der in F&E interessierten Unternehmen stammen [VTT07]. Die Umfrage besteht aus allgemeinen Fragestellungen zum Einsatz von Information und Kommunikationstechnologien (IKT), Hinterfragung von Prozessen und Tätigkeiten und Fragen zu Verwendung von BIM und zur Nutzungsintensität. Aber auch Probleme und Hindernisse des zunehmenden Einsatzes von IT-Werkzeugen wurden hinterfragt. Die insgesamt sachliche und neutrale Aufbereitung der Ergebnisse spiegelt lediglich das Abstimmungsverhalten der Umfrageteilnehmer wider, ohne dies zu verallgemeinern oder die Ergebnisse einseitig zu interpretieren. Einzelne Ergebnisse in Bezug auf BIM können dennoch rausgegriffen werden. So wurde bei der Umfrage festgestellt, dass der Einsatz von BIM im Trend zunimmt. Insbesondere

Planer, die sich an der Umfrage beteiligt haben, setzen ihren zukünftigen Schwerpunkt für den Einsatz von IKT-Werkzeugen auf BIM.

4.2.3 Studie HOAI – BIM

Zum Thema „Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung“ wurde im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumentwicklung (BBR) eine Studie durchgeführt. [LiSW11]

Die Gutachter der Studie haben sich intensiv mit der Vergütungsstruktur der HOAI beschäftigt und deren Übertragbarkeit bei einer Leistungserbringung nach der Planungsmethode BIM. Die Anwendbarkeit der HOAI auf BIM-Leistungen wird momentan kontrovers diskutiert. Unabhängig davon stellt der AHO aber auch fest, dass die Planungsmethodik BIM sich zunehmend als Werkzeug durchsetzen wird und möchte sich vertieft damit beschäftigen. Hierfür wurde die Einrichtung eines Arbeitskreises BIM beschlossen [AHO11]. Die Autoren des Gutachtens haben auch einen Entwurf für einen BIM-Vertrag formuliert und dabei die Notwendigkeit einiger wichtiger Rahmenbedingungen festgestellt.

4.2.4 Übertragbarkeit

Die wirtschaftlichen Aspekte der Verwendung der Planungsmethode BIM, sowie die daraus resultierenden Potentiale [McGH10] sind nur ein Teilaspekt in der Zielsetzung unserer Untersuchung. Eine sachliche und wertneutrale Darstellung der Ergebnisse [VTT07] ist allerdings eine wichtige Grundlage für eine konstruktive Diskussion zur Verbesserung der Wettbewerbssituation der deutschen Bauwirtschaft. Die anvisierten Ziele der hier vorliegenden Arbeit (Kap. 2.2) gehen über eine reine Feststellung des momentanen Stimmungsbildes in Bezug auf BIM hinaus. Daher ist eine direkte Übertragbarkeit der betrachteten Studien auf die hier vorliegende Aufgabenstellung nicht möglich, obwohl einige Teilaspekte durchaus Anwendung finden können.

5 Lösungsansatz und Methodik

5.1 Ziele der Umfrage

In der öffentlichen Diskussion (Fachverbände, Anwender, Onlineforen) besteht ein diffuses und kontroverses Meinungsbild über die Potentiale und Hemmnisse der aktuellen Entwicklungen im Bereich der digitalen Gebäudedatenmodellierung. Mit der vorliegenden Untersuchung soll der aktuelle Stand des praktischen Einsatzes von BIM-Methoden, deren Potentiale und Hemmnisse in der deutschen Bauwirtschaft analysiert werden.

Die Untersuchung berücksichtigt dabei vier Zielgruppen: Planer, Ausführende, Bauherren/Betreiber und Öffentliche Hand. Die Identifizierung der Zielgruppen basiert auf eigenen Vorarbeiten des Institutes [Metz10] und Ergänzungen durch den Lenkungsausschuss des Projektes. Der Umfang der Untersuchung beschränkt sich auf den Bereich des Hochbaus, insbesondere auf die Gebäudeplanung, die Gebäudeherstellung und die Gebäudebewirtschaftung.

Ziel der Untersuchung ist es, eine neutrale, herstellerübergreifende Datenbasis zu erstellen und sowohl Handlungsfelder als auch Adressaten zu identifizieren, welche in Zukunft für einen breiteren Einsatz der BIM-Methode eine Schlüsselstellung einnehmen können.

5.2 Konzeption der Umfrage

Kern der Analyse ist eine standardisierte Onlineumfrage, welche über Berufs-, Fach- und Interessensverbände an die Adressaten geleitet wurde. Der Fragenkatalog setzt sich aus Eingruppierungsfragen, offenen Fragen, Fragen mit Mehrfachantworten und freien Antworten bzw. freien Ergänzungen zusammen. Er enthält sowohl qualitative wie auch quantitative Abfragen.

Der Ausgangspunkt für die Fragebogenerstellung ist eine Identifizierung der relevanten Projektphasen und Handlungsfelder für die Anwendung von BIM-Methoden. Durch eine Auswertung von Phasenmodellen aus dem Bereich des Projektmanagements und Baumanagements (vgl. AgBa92, KoLV10, HOAI09) wurden zunächst eine Clusterung der Projektphasen und dadurch eine Anpassung an den Auflösungsgrad des vorliegenden Untersuchungsgegenstandes vorgenommen. Eine Übersicht aller abgefragten Projektphasen im Fragebogen kann dem Anhang (Anhang A, Frage 6. bis 8.) entnommen werden.

Durch die Überlagerung der Dimension der Projektphasen mit der Dimension der Handlungsfelder, konnte eine strukturierte, differenzierte und zielgerichtete Ableitung von Hypothesen erfolgen. Diese wurden im Projektverlauf im Rahmen eines Workshops erstellt und durch einen Expertenkreis bestätigt. Der Expertenkreis setzte sich aus Mitgliedern des Lenkungsausschusses und Mitgliedern des Projektteams zusammen.

Aus dem erstellten und durch den Expertenkreis geprüften Hypothesensatz wurde in einem Zwischenschritt ein Variablenkatalog abgeleitet und als Vorbereitung für den Fragenkatalog operationalisiert. Das Ablaufschema der Umfrageerstellung kann der Abbildung 5.8 entnommen werden.

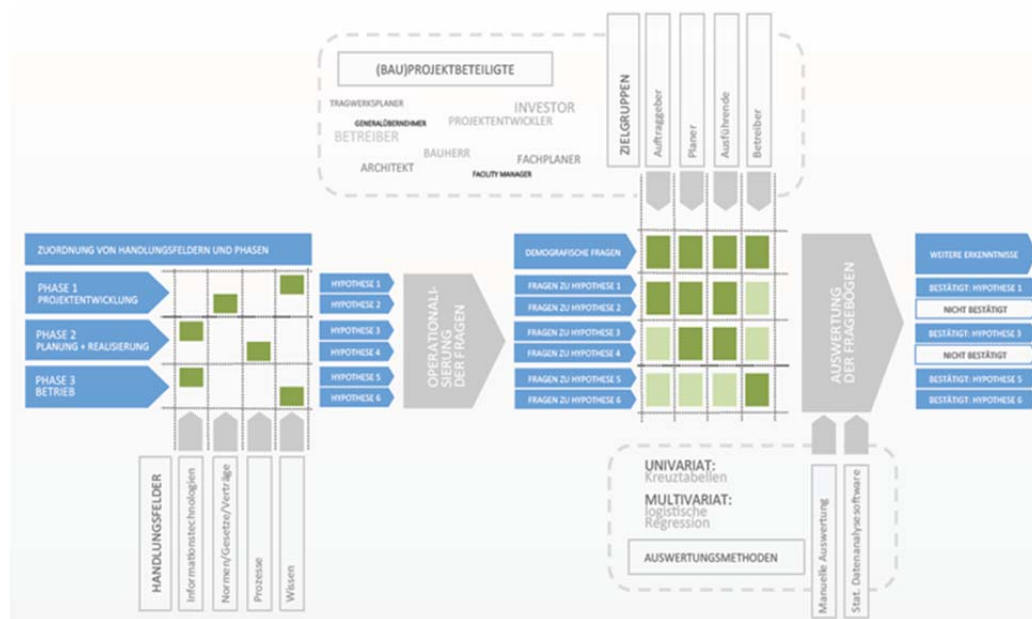


Abb. 5.10: Ablaufschema zur Umfrageerstellung [Metz10]

5.2.1 Untersuchungsstrategie Differenzierte Erfassung von Kontextinformationen

Um eine differenzierte Erfassung der Einschätzungen und Erfahrungen der Umfrageteilnehmer über die BIM-Methode zu ermöglichen, wurde in der Fragebogenkonzeption ein Abfragebereich mit Fokus auf die Rahmenbedingungen und das Organisationsumfeld des Teilnehmers aufgenommen. Hierzu werden Fragen erhoben, die auf mögliche Korrelationen des Untersuchungsgegenstandes mit der Unternehmensgröße, den Hierarchieebenen, der Projektgröße, dem Leistungsangebot im Unternehmen (z.B. in Bezug auf die abgedeckten Leistungsphasen nach HOAI) und dem individuellen Bearbeitungsumfang des Befragten schließen lassen (vgl. Anhang A / Frage 6 bis 8).

5.2.2 Hypothesenkatalog

Nachfolgend wird die Aufstellung der Ausgangshypothesen dargestellt, welche durch den Expertenkreis geprüft und anschließend durch das Projektteam für das Fragebogeninstrument operationalisiert wurde. Die Hypothesen sind in zwei Hauptkategorien gegliedert: Hypothesen über Hemmnisse für die breitere Anwendung von BIM-Methoden in der Praxis, und Hypothesen über Potentiale bei deren Einsatz in der Praxis. Eine weitere Unterteilung erfolgte nach Bedarf.

5.2.2.1 Hypothesen über Hemmnisse

Informationstechnologien

Hypothese 1: Bestehende Daten in Planungsbüros und Genehmigungsbehörden liegen rein geometrisch und zweidimensional vor. Eine Portierung und Verwendung für eine BIM-basierte Planung ist nur unter hohem Aufwand realisierbar.

Hypothese 2: Eine Umstellung der Softwarearchitektur in Planungsbüros und Genehmigungsbehörden ist hinsichtlich der Anschaffung und Schulung zu kostenintensiv.

Hypothese 3: Die derzeit verfügbare BIM-Software hat funktionale Grenzen und unterstützt einen BIM-basierten Planungsprozess nicht durchgängig.

Vertragswesen und Prozessgrundlagen

Hypothese 4: Die Dokumentation des IFC-Formats ist lückenhaft und deckt notwendige Teilbereiche der Planung nicht vollständig ab. Daraus resultierend können Geschäftsmodelle für neutrale Integrationslösungen nur schwer entwickelt werden.

Hypothese 5: Die Leistungserbringung und -vergütung für den Aufbau eines digitalen Gebäudemodells als BIM-Grundlage werden in der Honorarordnung und in den Verfahrensverordnungen nicht abgebildet.

Hypothese 6: Weitsichtiges, unternehmerisches Handeln ist in vielen Planungs- und insbesondere Architekturbüros wenig entwickelt. Daraus resultiert eine geringe Bereitschaft zu langfristigen ausgerichteten Handlungsstrategien.

Hypothese 7: Mangelhaftes Prozessdenken und mangelnde Abstraktion der Prozesse in der Praxis, welche aber Voraussetzung jeglicher IT-Methoden sind, ergeben auch ein mangelndes Bewusstsein für die erforderlichen Prozesse und deren Kopplung für einen erfolgreichen BIM-Einsatz.

Hypothese 8: Gewährleistungs- und Haftungsfragen in einer kollaborativen BIM-Umgebung sind ungeklärt und führen zu unsicheren Arbeitsgrundlagen.

Ausbildung

Hypothese 9: Die Ausbildung von Ingenieuren an deutschen Hochschulen konzentriert sich auf einzelne fachspezifische Aspekte. Sie vernachlässigt den weiteren Planungsverlauf und geht daher auf eine mögliche Wertschöpfung einer BIM-basierten Planung nicht ein. Eine interdisziplinäre und fachübergreifende Lehre findet kaum statt.

Hypothese 10: Die Lehre an den deutschen Hochschulen reagiert kaum auf ein sich veränderndes Berufsbild. Damit verstreichen Chancen zur Erschließung neuer Tätigkeitsfelder für zukünftige Absolventen, wie sie beispielsweise aus einer BIM-basierten Planung resultieren können.

Hypothese 11: Wenn eine Lehre mit BIM-Kontext stattfindet, so konzentriert sich diese auf die informationstechnischen Grundlagen der CAD-Anwendungen und vernachlässigt die weitreichenden, methodisch wirksamen Zusammenhänge in der Planung.

5.2.2.2 Hypothesen über Potentiale

Zeitliche Effizienz des Planungsablaufs

Hypothese 12: Eine integrierte Planungsmethodik, auf Grundlage eines konsistenten Produktmodells, steigert die Effizienz der Planungsprozesse und führt zu geringeren Planungs- und Genehmigungszeiten.

Unterstützung von Nachhaltigkeitsaspekten

Hypothese 13: Die durchgängige, mit der Ausführung übereinstimmende Planungsdokumentation unterstützt die nachhaltige Verwaltung und Nutzung des Gebäudes.

Fehlervermeidung

Hypothese 14: Durch Reduktion von Konvertierungsvorgängen in der Planung, werden Fehlerquellen und Mehrarbeit vermieden und qualitativ hochwertigere Bauwerke erstellt.

Unterstützung angeschlossener Prozesse

Hypothese 15: Durch Bereitstellungen eines offenen, vollständigen und dokumentierten Beschreibungsformats, können verlässliche geometrisch-semantische Produktinformationen verwaltet werden. Damit wird die Programmierung und Bereitstellung von planungsbegleitenden Anwendungen, wie Simulationen, Ausschreibungen, etc. unterstützt.

Unterstützung der Kooperation

Hypothese 16: Durch Bereitstellungen eines offenen, vollständigen und dokumentierten Beschreibungsformats, kann der räumlich und zeitlich verteilte Zugriff auf die Planung und die Kooperation der Planungsbeteiligten unterstützt und verbessert werden.

Kosten- und Vertragssicherheit

Hypothese 17: Die integrierte Planungsmethodik BIM fördert durch geregelte Handlungsabläufe, eindeutige Verantwortlichkeiten und verlässliche Planungsgrundlagen der Kosten- und Vertragssicherheit über den gesamten Planungszyklus.

5.3 Durchführung der Umfrage

Zur Ermittlung des gegenwärtigen Status Quo sowie der Hemmnisse und Potentiale bei der Praxisetablierung von BIM im Hochbau, wurde ein standardisierter und thematisch strukturierter Fragebogen konzipiert (Anhang A). Die primäre Zielsetzung dabei war es, möglichst repräsentative Ergebnisse aus der Umfrage zu gewinnen. Neben der Lokalisierung aktueller Defizite sollte ihre Evaluierung auch die Ableitung von Anforderungen zugunsten zukünftiger Entwicklungen im transzyklischen Informationsmanagement der an Planung, Ausführung und Betrieb beteiligten Fachdomänen erlauben. Gleichfalls sollten die mit dem BIM-Expertenkreis

ausgearbeiteten Hypothesen (vgl. Kap. 5.2.2) bei einer aggregierten Auswertung eindeutig validiert, d. h. entweder verifiziert oder gegebenenfalls auch falsifiziert werden können.

Um eine möglichst breite Partizipation im Sinne einer zielgerechten Verwertbarkeit der Umfrageergebnisse zu erreichen, wurde der avisierte durchschnittliche Zeitaufwand einer vollständigen Beantwortung des Fragebogens auf maximal 20 Minuten je Teilnehmer limitiert und der Umfang entsprechend ausgelegt. Um auch die Abbruchquote während der Befragungen möglichst niedrig zu halten, war zudem sicherzustellen, dass die Bearbeitung für den Probanden intuitiv, eindeutig und leicht verständlich sowie ohne eine obligatorische Zuhilfenahme sekundärer Quellen zu bewerkstelligen sei. Redundanzen bei der Befragung sollten ebenfalls weitestgehend vermieden werden. Weiterhin musste garantiert sein, dass der adressierte Teilnehmerkreis der Umfrage den tatsächlichen und potentiellen BIM-Anwenderkreis vollständig abdeckt. Gleichwohl sollte in diesem Sinne über alle an Planung, Ausführung und Betrieb beteiligten Fachdomänen hinweg eine möglichst homogene Rücklaufquote erreicht werden. Hinsichtlich der adressierten Zielgruppen galt es zudem, bereits bei der Formulierung des Fragebogens differente Fachdomänen-spezifische Sichten auf den Gegenstand sowie divergierende kontextabhängige Interpretationen relevanter Begrifflichkeiten und Terminologien zu berücksichtigen, um die inhaltliche Konsistenz und Vergleichbarkeit späterer Ergebnisse nicht unnötig zu beeinträchtigen.

5.3.1 Strukturierung

Der Fragebogen wurde zugunsten der teilnehmerseitigen Übersichtlichkeit in inhaltlich und chronologisch nachvollziehbare Fragestränge gegliedert, welche zu den folgenden thematisch abgeschlossenen Haupt- bzw. Unterkapiteln gruppiert wurden:

- a) Fragen zur Klassifizierung des Probanden
- b) Allgemeine Fragen zur Ermittlung des Status Quo
- c) Fragen zur modellorientierten Arbeitsweise. Dieses Kapitel gliedert sich in Unterkapitel mit retrospektiven Fragen zu bereits gewonnenen Erfahrungen mit BIM, prospektiven Fragen zu den Erwartungen an einen (eventuellen) zukünftigen Einsatz von BIM sowie Fragen zu Hemmnissen hinsichtlich einer Einführung von BIM.

Die einzelnen Fragestränge beinhalten in situativer Kontextabhängigkeit dabei sowohl quantitative und qualitative Fragestellungen, als auch Entscheidungsfragen und einzelne, von vorangegangenen Antworten subjunktional abhängige Fragestränge. Mit diesen können kontextuell obsolete Abfragen Anwender-spezifisch vermieden und somit die

Benutzerfreundlichkeit und Partizipationsbereitschaft weiter optimiert werden. Weitestgehend wurde jedoch auf kausale Abhängigkeiten und Verschachtelungen verzichtet, um die Umfrage zugunsten einer möglichst niedrigen Abbruchquote für den Teilnehmer transparent und offen zu halten.

Zur Beantwortung einer Frage wird dem Probanden im Regelfall eine Auswahl vordefinierter Antwortoptionen angeboten, wobei kontextabhängig dabei sowohl einfache, als auch mehrfache Selektionen möglich sind. Neben der verbesserten Bedienbarkeit können auf diese Weise auch syntaktische Fehler und semantische Mehrdeutigkeiten einer manuellen Texteingabe (durch falsche Rechtschreibung bzw. Tippfehler, Homonymien bzw. Homografien, Heteronymien oder Polysemien) zugunsten der finalen Integrität der Umfrageergebnisse ausgeschlossen werden. Zudem wird der redaktionelle Aufwand zur Auswertung reduziert.

Bei der Formulierung der Fragestellungen und vorgegebenen Antwortoptionen wurde auf eine klare und eindeutige Verständlichkeit Wert gelegt. Auf rhetorische oder suggestive Fragen, die eine Beantwortung vorwegnehmen bzw. direkt oder implizit beeinflussen, wurde grundsätzlich verzichtet. Für eine schnelle und unkomplizierte Bearbeitbarkeit wurden die Fragen und Antwortoptionen zudem möglichst kurz und präzise artikuliert. Dies und die zugunsten einer breiten Partizipation reduzierte Differenzierung bzw. Detaillierung des Fragenkatalogs bedingt – gerade in Anbetracht der relativ hohen Komplexität des zu untersuchenden Gegenstands – zwangsläufig eine gewisse Unschärfe der Ergebnisse. Diese wird jedoch durch Nivellierungseffekte bei steigender Probandenzahl zunehmend kompensiert.

5.3.1.1 Klassifizierung des Probanden

Die langfristigen Ziele einer generellen Etablierung objektorientierter BIM-Methoden im Hochbau liegen in einer signifikanten Effizienzsteigerung der Planungs- und Managementprozesse sowie in der nachhaltigen Verbesserung des Informations-, Kommunikations- und Dokumenten- bzw. Plandatenmanagements entlang der transzyklischen Prozessketten. Gerade bei intradisziplinären Kollaborations- bzw. Kooperationskonstellationen kommt es aufgrund der eingeschränkten oder bisweilen unzureichenden Interoperabilität hierbei noch immer zu zahlreichen Medienbrüchen. Aus diesem Grund werden im ersten Teil des Fragebogens zunächst dedizierte Informationen zur individuellen Klassifizierung des Probanden erhoben (vgl. Kap. 6.3 und Anhang A, Fragen 2 bis 7). Dies ist notwendig, um die folgenden Frageblöcke zum Status Quo und der Anwendung objektorientierter Methoden Zielgruppenspezifisch und/oder Anwendungsfall-orientiert auswerten zu können. Hierdurch sollen unter anderem Erkenntnisse gewonnen werden, welche eine nach beteiligten Sektoren, Fachdomänen

und Anwendergruppen differenzierte Lokalisierung aktueller Fortschritte, Defizite und Hemmnisse bei der Etablierung von BIM-Methoden im Hochbau erlauben.

Die Klassifizierung des Teilnehmerkreises erfolgt mehrdimensional nach bestimmten Aspekten, welche multikriterielle Auswertungen durch entsprechende Aggregationen der Umfrageergebnisse erlauben. Eine weitere Differenzierung ist dabei ebenfalls möglich, da nach einzelnen Dimensionen der Anwenderklassen separat oder auch nach mehreren in beliebiger Kombination und Verknüpfung („und“, „oder“, „nicht“, „außer“) gruppiert und gefiltert werden kann. Die Filterkriterien können hierbei grundsätzlich sowohl ein-, als auch mehrwertig sein. Bei quantitativen Fragen lassen sich zudem auch gezielt Intervalle oder Teilmengen („größer“, „größer gleich“, „kleiner“, „kleiner gleich“) kombinieren und abfragen.

Die Dimensionen zur Klassifizierung des Probanden und seines organisatorischen Umfelds differenzieren sich wie folgt:

- a) Sektoral: Öffentliche Hand oder privater Sektor
- b) Stakeholder im Gebäudelebenszyklus:
 - Planende
 - Ausführende
 - Bauherren und Eigentümer bzw. Shareholder sowie Betreiber (Facility Management)
- c) Konkreter Umgang mit modellorientierten Methoden:
 - *BIM-Anwender*, d. h. Umfrageteilnehmer, welche BIM-Methoden bereits aktiv praktizieren
 - *BIM-Umsteigewillige*, d. h. Umfrageteilnehmer, welche bisher noch nicht modellorientiert arbeiten, jedoch kurz- oder mittelfristig einen Umstieg auf BIM-Methoden beabsichtigen.
 - *Nicht-BIM-Anwender*, d. h. Umfrageteilnehmer, welche bisher noch nicht modellorientiert arbeiten und auch in absehbarer Zukunft keinen Umstieg auf BIM-Methoden beabsichtigen.

Zugunsten der allgemeinen Partizipationsbereitschaft und entsprechend festgelegter Datenschutzrichtlinien werden ausschließlich anonymisierte Informationen erhoben, sodass sich

an der Umfrage beteiligte Personen und Institutionen nicht identifizieren und ihre Angaben zuordnen lassen. Mehrfache Teilnahmen eines Probanden können damit zwar nicht ausgeschlossen werden, jedoch ist angesichts der Seriosität und Interessenslage adressierter Zielgruppen davon ohnehin nicht auszugehen.

5.3.1.2 Status Quo

Nach der Klassifizierung der Probanden werden im zweiten Frageblock Informationen zum gegenwärtigen technischen, methodischen und unternehmerischen Status Quo beteiligter Institution erhoben (vgl. Kap. 6.4 und Anhang A, Fragen 8 bis 28). Dazu werden folgende Punkte differenziert:

- Verwendete informationstechnologische Lösungen in der Planung
- Etablierte bzw. angewandte Planungsmethodiken
- Prozesssicht und Unterstützung der Prozesskopplung
- Kooperations- bzw. Kollaborationsmethoden mit externen Projektpartnern
- Qualitätssicherung und kontinuierliche Verbesserungsprozesse (QM)
- Unternehmerische Denkweisen und Entwicklungsstrategien
- Unternehmensinterne Aus- und Weiterbildung

Die Fragen dienen neben der expliziten Ermittlung aktueller technischer und methodischer Standards und Prinzipien beteiligter Institutionen auch einer impliziten Feststellung der generellen Innovations- und Investitionsbereitschaft sowie der Eruierung des allgemeinen Entwicklungsstands. Vor diesem Hintergrund lassen sich die Ergebnisse des letzten Frageblocks zu den Hemmnissen und Potentialen objektorientierter Methoden differenzierter bewerten und Rückschlüsse kontextsensitiv ableiten.

5.3.1.3 Erhebung BIM-bezogener Fragen

Im finalen Teil der Umfrage wird schließlich die Praxisanwendung modellorientierter Arbeitsweisen in Planung, Ausführung und Betrieb behandelt (vgl. Kap. 6.5 und Anhang A, Fragen 30 bis 41). Die zumeist qualitativen Angaben basieren dabei maßgeblich auf individuellen Erfahrungen und Wahrnehmungen des Probanden und resultieren daher zumeist in subjektiven Einschätzung zum abgefragten Gegenstand.

Der Frageblock gliedert sich in drei separate, jedoch chronologisch nicht aufeinander folgende Abschnitte. Im ersten werden Fragen zu bestehenden Erfahrungen einer Anwendung bzw. eines Einsatzes von BIM-Methoden erhoben. Hier werden also dezidiert nur diejenigen Teilnehmer angesprochen, welche BIM bereits anwenden oder angewendet haben. Das zweite Kapitel, in welchem die Erwartungen an einen beabsichtigten oder eventuellen zukünftigen Einsatz von BIM erörtert werden, richtet sich hingegen gezielt an diejenigen Probanden bzw. Institutionen, welche bislang noch keine BIM-Methoden angewendet haben und über keine entsprechenden Erfahrungen verfügen. Da die Alternierung beider Fälle logisch kontravalent ist (ausschließendes entweder – oder), wird dem Probanden zur Einleitung eine Entscheidungsfrage nach seinen bisherigen Erfahrungen mit BIM gestellt, um eine subjunktionale Assoziation des individuell zutreffenden Abschnitts zu ermöglichen. Der Anwender kann auf diese Weise direkt zum kontextuell folgenden Frageblock geleitet werden, ohne situativ obsolete Abschnitte bearbeiten zu müssen.

Im letzten Abschnitt werden differenzierte Fragen zu den Hemmnissen und Schwierigkeiten einer Einführung modellorientierter Arbeitsweisen erhoben. Dies richtet sich sowohl an diejenigen Probanden, welche bislang noch nicht modellorientiert arbeiten, als auch an bereits erfahrene *BIM-Anwender*, um rückblickend von ihren Erfahrungen im Vorfeld des abgeschlossenen Technologiewechsels Auskunft zu geben (sofern sie nicht schon von Beginn an modellorientiert gearbeitet haben). Entsprechend werden alle Teilnehmer zu diesen Punkten befragt. Bei der Auswertung der Ergebnisse kann hingegen wieder zwischen den prospektiven Einschätzungen und retrospektiven Erfahrungen beider Gruppen unterschieden und diese miteinander verglichen werden.

5.3.2 Technische Umsetzung

Die Untersuchung wurde als Online-Umfrage über eine Web-Plattform durchgeführt und abgewickelt. Die Publizierung über das Internet ermöglicht eine sehr breite Streuung und gewährleistet eine hohe lokale und temporale Verfügbarkeit sowie grundlegende Voraussetzungen für eine intuitive Bedienbarkeit und schnelle Durchführbarkeit. Dies begünstigt die generelle Partizipationsbereitschaft potentieller Teilnehmer und befördert eine hohe Rücklaufquote. Über digitale Kommunikationskanäle und Netzwerke kann bei positiver Resonanz weiterhin eine Multiplikation geeigneter Adressaten nach dem Schneeballsystem erzielt werden. Im Vergleich zur postalischen oder telefonischen Verteilung bzw. Abfrage ist eine Abwicklung über das Internet für den Herausgeber zudem deutlich zeit- und kosteneffizienter.

Die technische Umsetzung erfolgte unter Verwendung der Web-Plattform „oFb - onlineFragebogen“ (www.soscisurvey.de). Dieser Webservice ist für die nicht kommerzielle Verwendung kostenlos und wurde bereits von zahlreichen Hochschulen und öffentlichen Forschungseinrichtungen im Rahmen wissenschaftlicher Arbeiten eingesetzt. Der Anbieter gewährleistet zudem hohe Anforderungen hinsichtlich des Datenschutzes sowie der technischen Persistenz und Verfügbarkeit.

Bei oFb handelt es sich um ein auf die Durchführung von Umfragen spezialisiertes Web-Content-Management-System (WCMS), d. h. ein modulares Softwarepaket zur integrierten kooperativen Erstellung, Konfiguration, Bearbeitung und Auswertung dynamischer Online-Umfragen. Die Ergebnisse der Befragung wurden dabei in einer zentralen Datenbank abgespeichert und vorgehalten. Auf diese Weise war es bei der Auswertung mit einem relativ geringen redaktionellen Aufwand möglich, differenzierte Abfragen nach bestimmten Filter- und Gruppierungskriterien durchzuführen oder Statistiken auszuwerten.

5.3.3 Verteilung

Die Identifizierung relevanter Zielgruppen basierte auf eigenen Vorarbeiten des Instituts [Metz10] sowie Ergänzungen durch den Lenkungsausschuss des Projekts. Die Verteilung der Einladungen zur Teilnahme an der Online-Umfrage erfolgte über mehrere seriöse und fachgerichtete Kommunikationskanäle.

Über die Verteilerlisten des Beirats BIM-Bau wurden Einladungen an alle relevanten Berufs- und Interessensverbände auf Bundesebene adressiert. Diese gingen mit der Bitte zur Weiterleitung an alle Mitglieder sowie untergeordnete Landes- und Fachverbände bzw. -gruppen und deren Mitglieder einher. Mit Unterstützung der Bundesarchitektenkammer wurde in der Printausgabe des *Architektenblatts* eine Anzeige zur Bekanntmachung der Umfrage geschaltet. Zusätzlich wurden Einladungen über den Bundesverband für Bausoftware kommuniziert. Direkte Kontakte zu einigen Softwareherstellern konnten zudem genutzt werden, um über deren Produkt-Newsletter und Online-Foren *BIM-Anwender* und Interessenten anzusprechen und auf die Umfrage aufmerksam zu machen. Ein weiterer Aufruf erfolgte über die Online-Plattform der Fachzeitschrift *DETAIL*. Zeitlich versetzt wurde die Einladung zur Umfrage nochmals an alle relevanten Landes- und Regionalverbände kommuniziert, mit der Bitte um Weiterleitung an ihre Mitglieder. Insgesamt wurden 60 Landes- und Regionalverbände angeschrieben.

5.3.4 Ausführung und Rücklauf der Ergebnisse

Die Umfrage wurde nach der technischen und inhaltlichen Evaluierung des Prototyps freigegeben und in ihrer finalen Version am 04.04.2011 unter der Internet-Adresse <https://www.soscisurvey.de/bim/> online gestellt. Die Umfrage wurde am 22.09.2011 beendet und anschließend mit der Auswertung der Ergebnisse begonnen.

Insgesamt nahmen an der Umfrage 301 Probanden teil. Die Abbruchquote betrug 50,5%, 7 Fragebogen waren aufgrund Fehleingaben oder offensichtlicher Widersprüche ungültig. Somit waren 142 bzw. 47% aller Rückläufe konsistent und vollständig.

Aufgrund der inhaltlichen Struktur der Umfrage lässt sich eine Zwischenbilanz für die Ermittlung des Status Quo ziehen. Beim Abschluss dieses Umfrageteils lagen 176 bzw. 58,5% aller Rückläufe konsistent und vollständig vor.

Die absolute Rücklaufquote lässt sich nicht quantifizieren, da die effektive Zahl eingeladener bzw. erreichter Personen nicht bekannt ist und eine Teilnahme an der Umfrage generell freiwillig erfolgte.

6 Auswertung

Das folgende Kapitel beschreibt zunächst wertungsfrei die Ergebnisse der Umfrage, wobei die Auswertungen der Antworten auf die Fragen – zum Teil zu übergeordneten thematischen Komplexen aggregiert – mittels Diagrammen entsprechend visuell aufbereitet wurden. Zu den einzelnen Teilthemen sind erste Wertungen und Interpretationen der Ergebnisse in entsprechenden Fazit-Kapiteln zusammengefasst.

6.1 Auswertungsmethodik

Um die Abbruchquote gering zu halten und somit eine möglichst hohe Beteiligung zu erzielen, wurde auf Pflichtfragen weitestgehend verzichtet. Fragen, welche die Befragten beantworten müssen, sind ausschließlich Verzweigungsfragen, die für die Bereitstellung spezifischer Fragen benötigt werden. Durch dieses Vorgehen zwingen wir nicht jeden Befragten alle Fragen zu beantworten, da nicht jede Frage für jeden Befragten die gleiche Relevanz besitzt. Aus diesen Gründen wurde der jeweilige valide Datensatz für jede Fragestellung separat ermittelt. Beim Anwenden von Filtern, so zum Beispiel die Differenzierung nach Zielgruppen oder Unternehmensgrößen, ergibt sich der valide Datensatz aus der Schnittmenge der validen Datensätze der jeweiligen Fragestellung und des Filters.

Die Struktur der Umfrage erlaubt es unterschiedliche Betrachtungsebenen auf die Umfrage anzuwenden, die uns ermöglichen, die Ergebnisse möglichst präzise und differenziert abzubilden. Aus diesem Grund verzichten wir auf eine globale Festsetzung von validen Antworten, und ermitteln deren Anzahl immer im Kontext der Fragestellung.

Dieses Vorgehen ermöglicht es uns zum einen, die Betrachtung der Ergebnisse auf einen bestimmten Ausschnitt zu reduzieren. Dazu geben wir die jeweilige Bezugsgröße an. Ein weiterer Vorteil dieses Vorgehens ist die Möglichkeit, auf einen größeren Pool an Antworten zuzugreifen, da wir nicht ausschließlich auf vollständig ausgefüllte Umfragen zugreifen müssen. Für die Verifizierung oder Falsifizierung einer Hypothese ist lediglich die Beantwortung der Fragen notwendig, die für deren vollständige Überprüfung benötigt werden.

Die Auswertung der Ergebnisse wird in drei Schritten durchgeführt: Der erste Teil der Auswertung dient der Klassifikation der Umfrageteilnehmer. Dabei wird die Zusammensetzung der Umfrageteilnehmer nach Zielgruppenzugehörigkeit und nach Zuordnung zu den Anwendergruppen betrachtet. Im zweiten Teil wird der Status Quo zur Arbeitsweise ermittelt und

differenziert nach Zielgruppen oder Anwendergruppen aufbereitet und dargestellt. Im dritten Teil der Auswertung werden anhand von Fragestellungen, die auf die modellorientierte Arbeitsweise bezogen sind, die vorab aufgestellten Hypothesen überprüft.

6.2 Repräsentativität der Umfrage

Aufgrund der im Vergleich zum großen Verteilerkreis und dem hohen Aufwand der Kommunikation der Umfrage doch etwas geringen Rücklaufquote (vgl. Kapitel 5.3.4) soll hier zunächst auf die Fragestellung der Repräsentativität der ausgewerteten Daten eingegangen werden.

Zwar liegt die Zahl der teilnehmenden Probanden deutlich höher als bei den bisher durchgeführten Vergleichsstudien, wie beispielsweise dem europäischen SmartMarket Report von McGraw_Hill [McGH10], bei einer starken zielgruppenbezogenen Filterung der Ergebnisse nach einzelnen Sparten oder Anwendergruppen können allerdings gewisse Verzerrungen auftreten.

Dabei kann die verhaltene Teilnahme wiederum selbst als Indikator zur Marktdurchdringung und Akzeptanz gewertet werden: So weist die Tatsache, dass die Umfrage trotz einer durch die großen deutschen Verbände und Kammern sowie auch Softwarehäuser und Zeitschriften stark unterstützten Kommunikation nur verhaltenes Interesse wecken konnte, auf ein derzeit offensichtlich vorherrschendes gewisses Desinteresse an der Thematik BIM im Allgemeinen hin.

6.3 Klassifizierung der Befragten

Die Klassifizierung der Befragten dient primär der detaillierten und differenzierten Betrachtung und Filterung der Untersuchungsergebnisse sowie zur Identifizierung der Betroffenheit der jeweiligen Zielgruppen durch positive oder hemmende Faktoren.

6.3.1 Unterscheidung nach Zielgruppen

Ein Aspekt unserer Auswertungsmethodik ist die Differenzierbarkeit der Untersuchungsergebnisse nach unterschiedlichen Kategorien. Aus diesem Grund haben wir zu Beginn des Fragebogens einen Block mit Klassifizierungsfragen gesetzt, der uns die Betrachtung der Ergebnisse aus unterschiedlichen Perspektiven erlaubt.

Bei der Ermittlung des Status Quo in der deutschen Bauwirtschaft stand die zielgruppenorientierte Analyse im Vordergrund. Die Umfrageteilnehmer wurden zu Beginn der

Umfrage gebeten, sich einer Gruppe zuzuordnen. Die Mehrheit der Umfrageteilnehmer sind mit 57% Planer. Vertreter der Öffentlichen Hand beteiligten sich mit 11%, Bauherren und Investoren sowie deren Vertreter mit 5% und Ausführende mit 4%. Facility Manager sind mit 2% am geringsten präsent. Alle übrigen Umfrageteilnehmer, die sich keiner Gruppe zugeordnet haben machen 21% aus. Diese Gruppe setzt sich aus Softwareherstellern, Vertretern von Verbänden, Beratern und anderen Interessierten zusammen, bei denen keine klare Zuordnung zu den betrachteten Zielgruppen möglich ist.

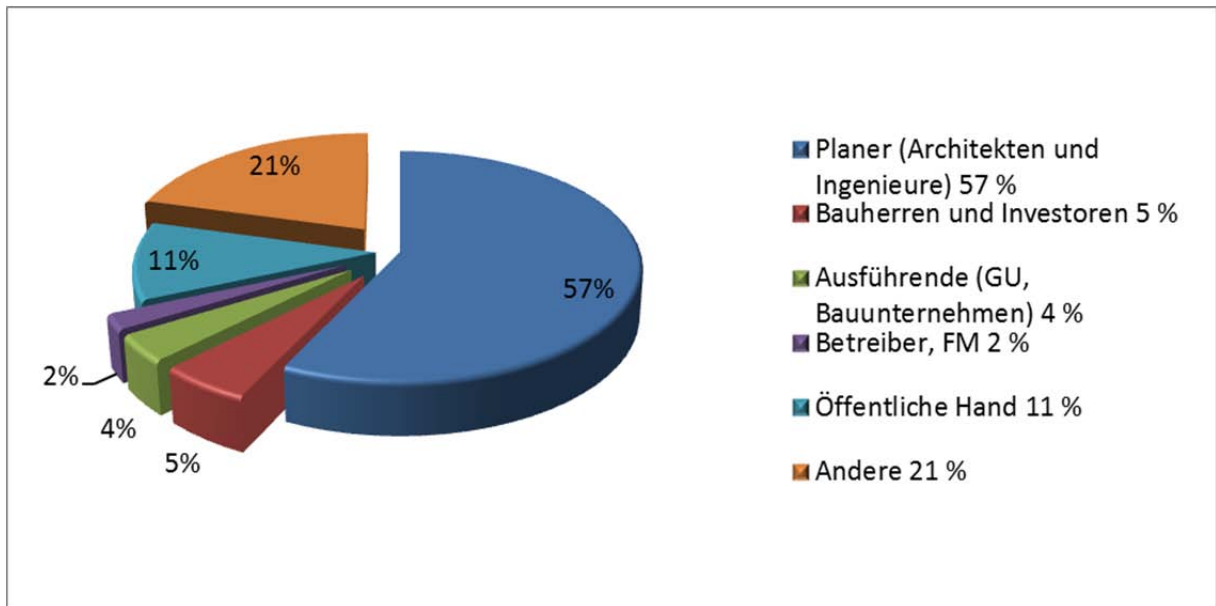


Abb. 6.11: Beteiligung nach Zielgruppen

Für eine zielgruppenspezifische Analyse wäre die Betrachtung der Planer, welche die Mehrheit der Umfrageteilnehmer stellen, ohne eine weitere Differenzierung zu unscharf. Anhand der Angaben zu angebotenen Leistungen und Tätigkeiten der Umfrageteilnehmer konnte die Gruppe der Planer genauer unterteilt werden (Abb. 6.12). Die Gruppe der Planer setzt sich wie folgt zusammen: Architekten bilden mit 49% fast die Hälfte der Gruppe, Tragwerkplaner sind mit 21% beteiligt, TGA-Planer mit 9% und 16% der Planer sind Generalplaner.

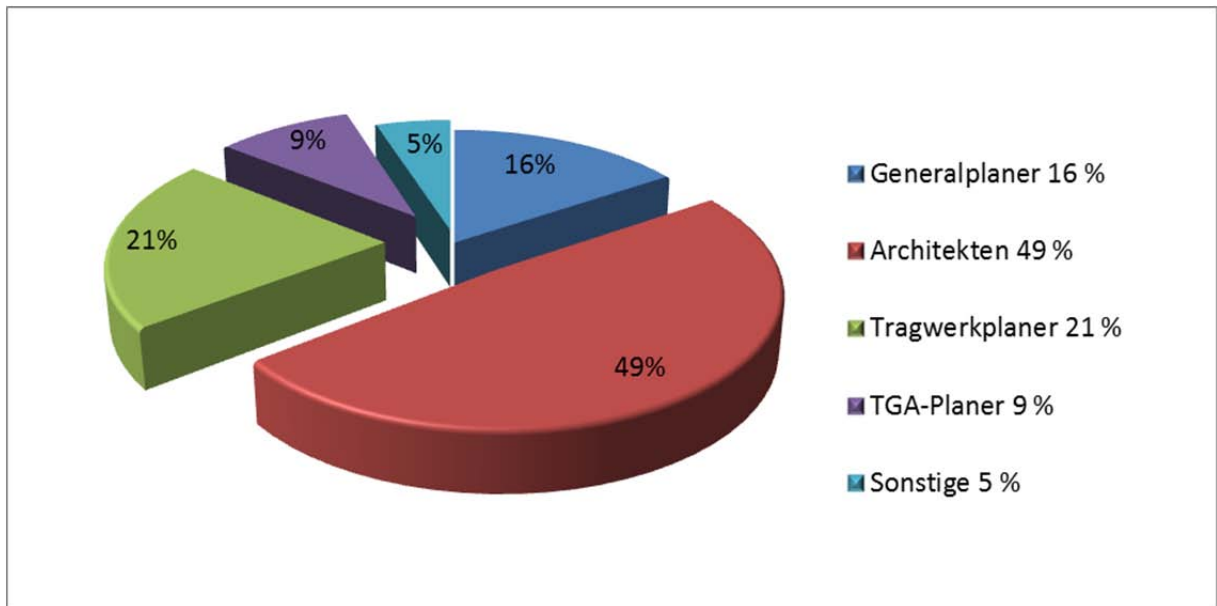


Abb. 6.12: Beteiligung Zielgruppe Planer

Auf der anderen Seite zu gering für das Treffen verlässlicher zielgruppenspezifischer Aussagen zum Abstimmungsverhalten ist die Anzahl der Umfrageteilnehmer, die sich der Gruppe der Betreiber zugeordnet hat. Aus diesem Grund wurde die Gruppe Bauherren und Investoren mit der Gruppe der Betreiber für die zielgruppenspezifische Analyse zusammengefasst. Für eine zielgruppenspezifische Analyse betrachten wir so nun folgende Gruppen:

- Planer
- Architekten
- Tragwerkplaner
- Generalplaner
- TGA-Planer (technische Gebäudeausstattung)
- Investoren, Bauherren und Betreiber
- Ausführende
- Öffentliche Hand

6.3.2 Unterscheidung nach Anwendergruppen

Neben der Unterscheidung nach Zielgruppen hat sich die Klassifizierung nach Anwendergruppen als besonders aussagekräftig herauskristallisiert – insbesondere für die Analyse und Überprüfung der Hypothesen. Zur differenzierten Betrachtung des modellorientierten Teils der Umfrage wurden die Umfrageteilnehmer anhand von Verzweigungsfragen in drei Anwendergruppen unterteilt:

- *BIM-Anwender* sind Umfrageteilnehmer, die bereits modellorientiert arbeiten.
- *BIM-Umsteigewillige* sind Umfrageteilnehmer, die zwar nicht modellorientiert arbeiten, aber auf die modellorientierte Arbeitsweise umstellen wollen
- *Nicht-BIM-Anwender* sind Umfrageteilnehmer, die nicht modellorientiert arbeiten und auch in absehbarer Zeit nicht auf die modellorientierte Arbeitsweise umstellen wollen.

Die Zuordnung der Umfrageteilnehmer zu den jeweiligen Anwendergruppen erfolgte zu Beginn des modellorientierten Frageblocks. Zu diesem Zeitpunkt der Umfrage war die Erfassung des Status Quo zur Arbeitsweise abgeschlossen.

Insgesamt überwiegt der Anteil der *BIM-Anwender* bei den Umfrageteilnehmern, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, mit 51%. Die zweitgrößte Anwendergruppe sind die *Nicht-BIM-Anwender*, die auch nicht umsteigen wollen mit 29%. Die *BIM-Umsteigewilligen* sind mit 13% vertreten. 7% der Umfrageteilnehmer haben hierzu keine Angaben gemacht.

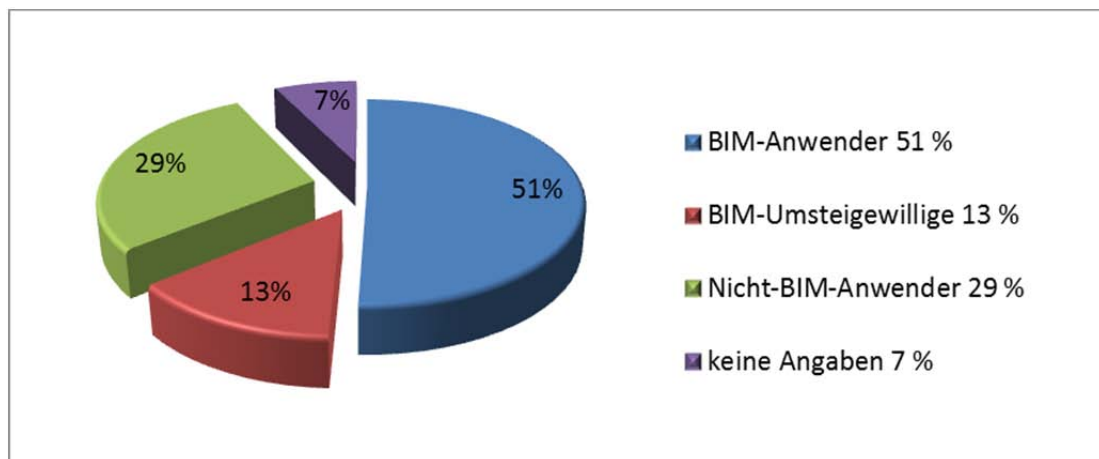


Abb. 6.13: Beteiligung nach Anwendergruppen

6.4 Umfrageergebnisse - Status Quo

Die beschriebenen Klassifizierungen werden bei der nun folgenden Auswertung der Umfrageergebnisse des Status Quo zur Filterung der Daten und zur Generierung aussagekräftiger Diagramme genutzt.

6.4.1 Modellorientierte Arbeitsweise

Der folgende Abschnitt beschreibt den Status Quo bezüglich der Marktdurchdringung der modellbasierten Arbeitsweise.

6.4.1.1 Modellorientierte Arbeitsweise nach Anwendergruppen

Zum besseren Verständnis des Abstimmungsverhaltens der jeweiligen Zielgruppen im Status-Quo-Teil der Umfrage wurden die anvisierten Zielgruppen ebenfalls nach Anwendergruppen untergliedert.

Die an der Umfrage teilnehmenden Planer setzen sich, wie Abb. 6.14 zeigt, zu 55% aus *BIM-Anwendern*, 15% *BIM-Umsteigewilligen* und 30% *Nicht-BIM-Anwendern* zusammen.

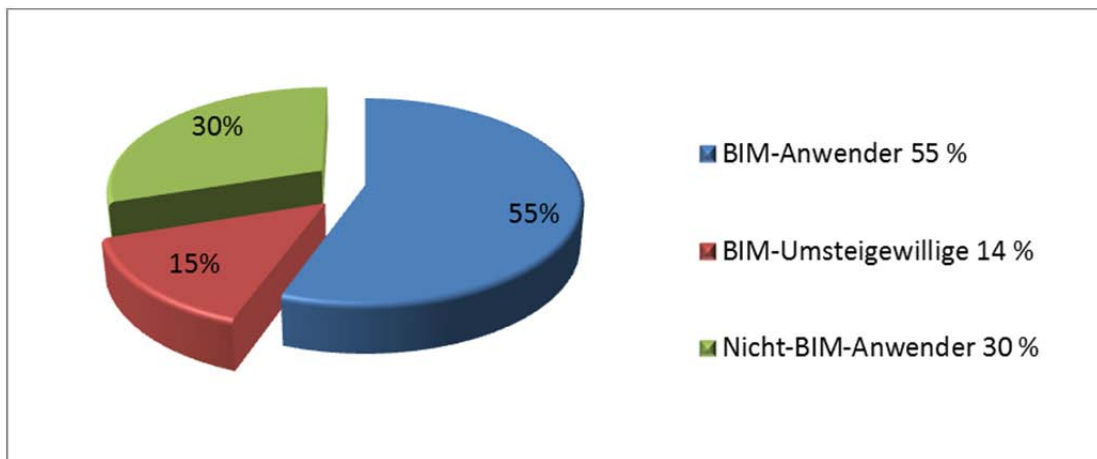


Abb. 6.14: Alle Planer nach Anwendergruppen

Bei näherer Betrachtung dieser Gruppe ergeben sich zum Teil deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Disziplinen der Planer. Bei Generalplanern geben bereits 64% an *BIM-Anwender* zu sein, 29% sind *BIM-Umsteigewillige* und lediglich 7% sind *Nicht-BIM-Anwender*.(vgl. Abb. 6.15)

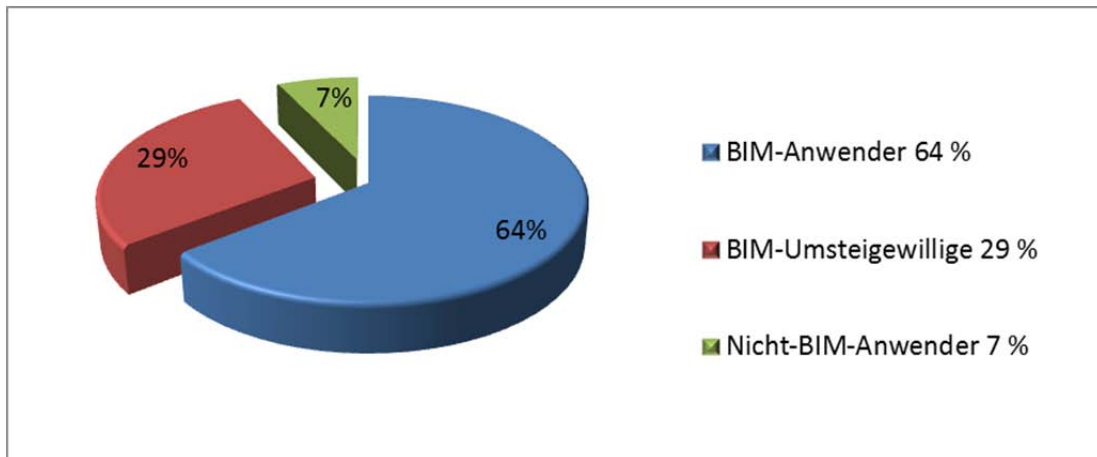


Abb. 6.15: Generalplaner nach Anwendergruppen

Umfrageteilnehmer der Gruppe Architekten geben zu 49% an *BIM-Anwender* zu sein, 14% sind *BIM-Umsteigewillige* und 37% *Nicht-BIM-Anwender* (vgl. Abb. 6.16).

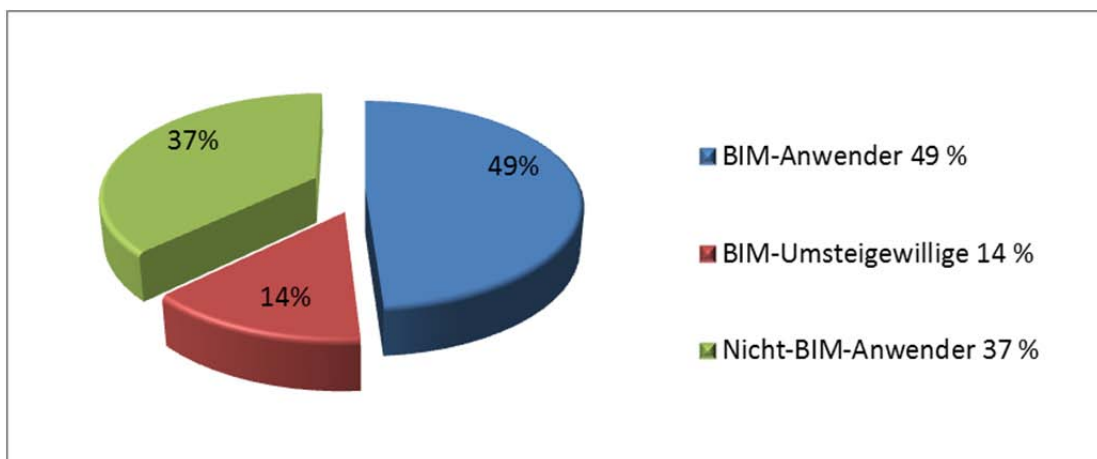


Abb. 6.16: Architekten nach Anwendergruppen

Der Anteil der *BIM-Anwender* bei den Tragwerkplanern (vgl. Abb. 6.17) ist mit 59% größer als bei den Architekten, dafür geben aber lediglich 6% an, *BIM-Umsteigewillige* zu sein und 35% zählen sich zu den *Nicht-BIM-Anwendern*.

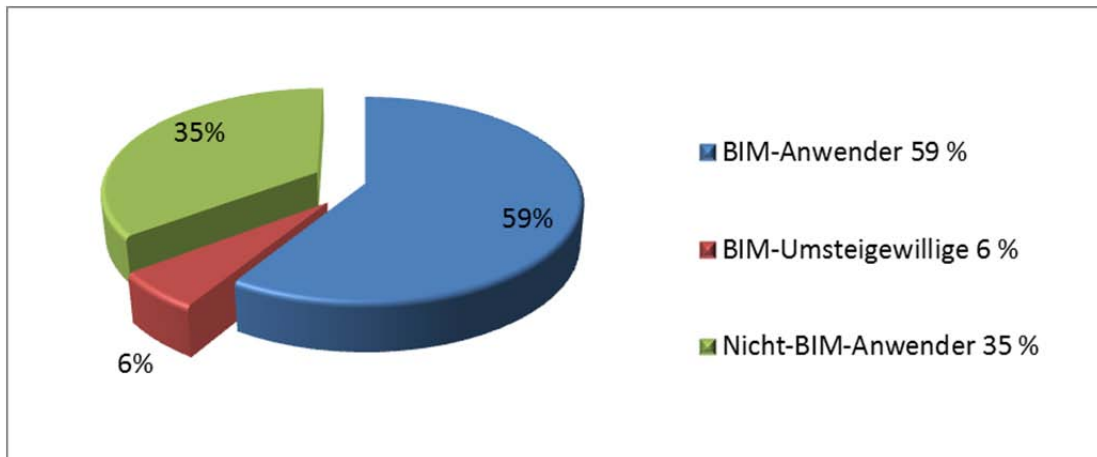


Abb. 6.17: Tragwerkplaner nach Anwendergruppen

In der Gruppe der TGA-Planer liegt der Anteil der *BIM-Anwender*, wie in Abb. 6.18 dargestellt, bei 67%, 11% der TGA-Planer sind *BIM-Umsteigewillige* und 22% *Nicht-BIM-Anwender*.

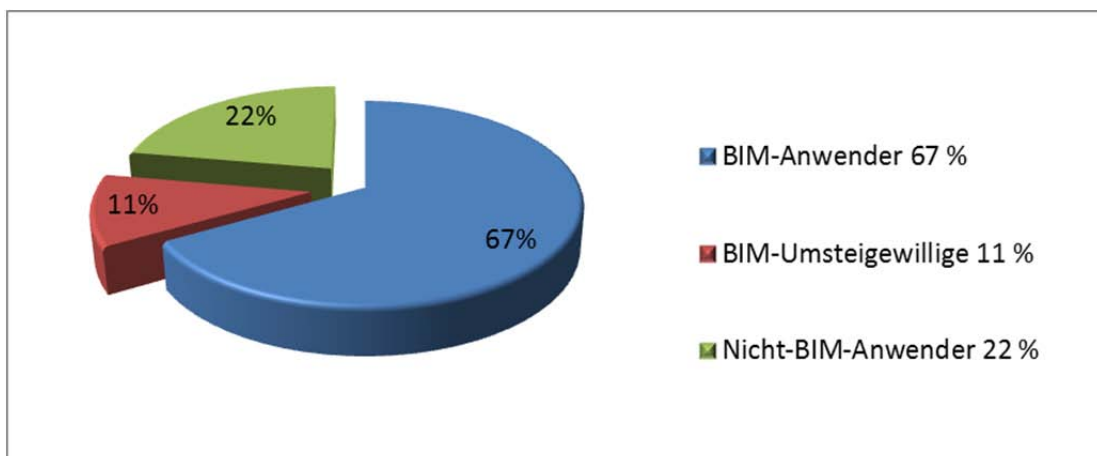


Abb. 6.18: TGA-Planer nach Anwendergruppen

Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Investoren, Bauherren und Betreiber setzen sich, wie Abb. 6.19 zeigt, aus 50% *BIM-Anwendern*, 12 % *BIM-Umsteigewilligen* und 38% *Nicht-BIM-Anwendern* zusammen.

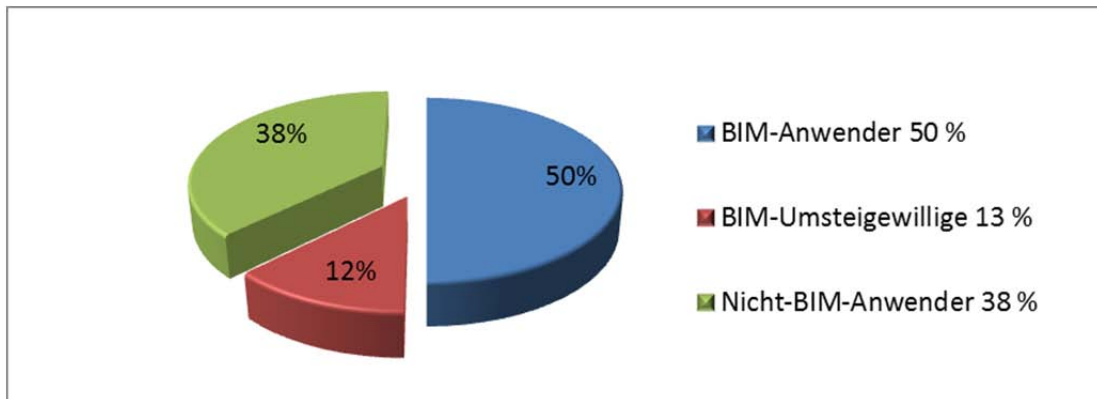


Abb. 6.19: Investoren und Betreiber nach Anwendergruppen

Die Zusammensetzung der Gruppe der Ausführenden unterscheidet sich, wie Abb. 6.20 zeigt, sehr deutlich von allen übrigen Zielgruppen. Sie besteht aus 83% *BIM-Anwendern* und 17% *Nicht-BIM-Anwendern*. In der Gruppe der Ausführenden sind die *BIM-Umsteigewilligen* überhaupt nicht vertreten. Diese Verteilung hat einen sehr hohen Einfluss auf die Zielgruppenbetrachtung.

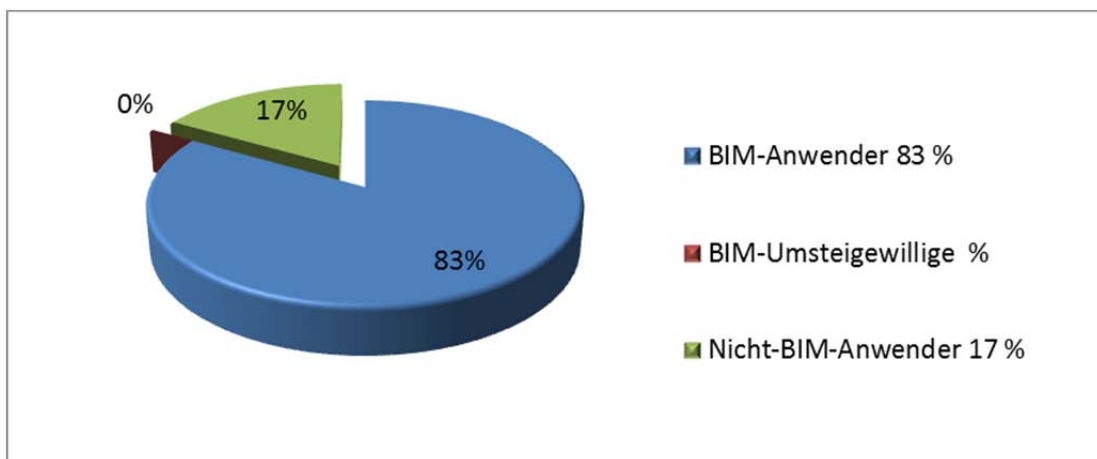


Abb. 6.20: Ausführende nach Anwendergruppen

Die Gruppe der Öffentlichen Hand setzt sich fast zu gleichen Teilen aus den drei Anwendergruppen zusammen. *BIM-Anwender* bilden mit 38% das größere Drittel, während die *BIM-Umsteigewilligen* und die *Nicht-BIM-Anwender* jeweils mit 31% vertreten sind (vgl. Abb. 6.21).

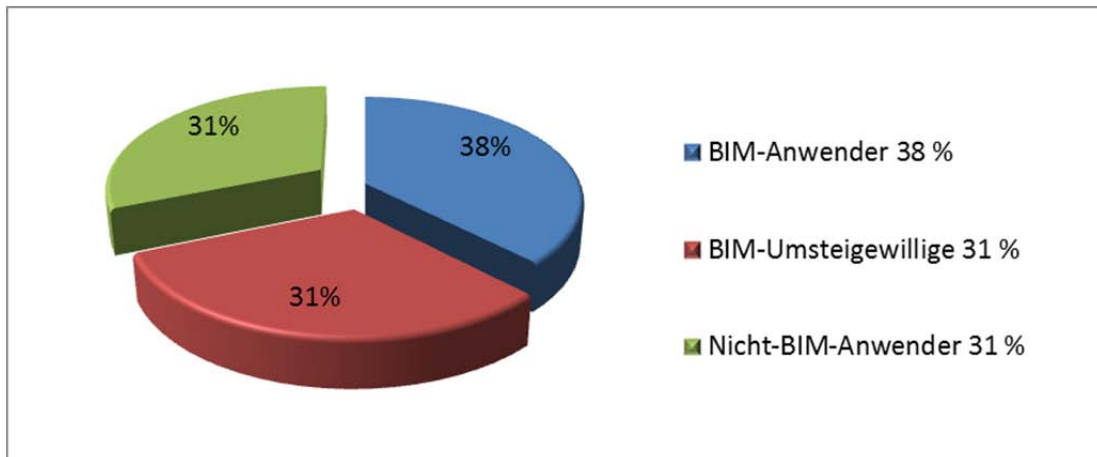


Abb. 6.21: Öffentliche Hand nach Anwendergruppen

Die Gruppe aller übrigen Umfrageteilnehmer, die sich keiner Zielgruppe zugeordnet haben, unterteilt sich, wie folgende Abbildung (Abb. 6.22) zeigt, eher durchschnittlich auf die einzelnen Anwendergruppen. *BIM-Anwender* machen 52% aus, *BIM-Umsteigewillige* 14% und *Nicht-BIM-Anwender* 34%.

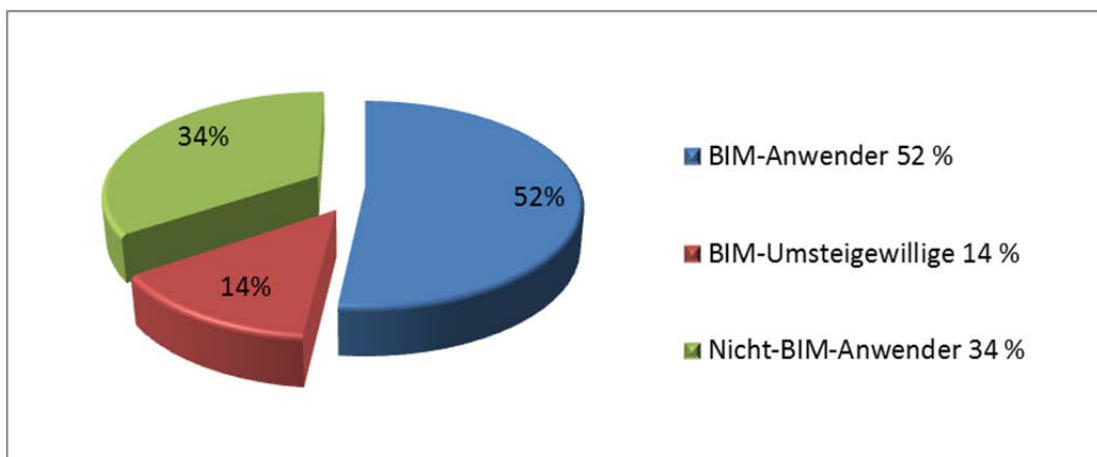


Abb. 6.22: Umfrageteilnehmer ohne Zielgruppenzuordnung nach Anwendergruppen

6.4.1.2 Modellorientierte Arbeitsweise nach Zielgruppen

Für die anwenderorientierte Betrachtung der Hypothesenanalyse ist die umgekehrte Betrachtung interessant, also die quantitative Zusammensetzung der Anwendergruppen der *BIM-Anwender*, *BIM-Umsteigewillige* und *Nicht-BIM-Anwender* aus den Vertretern der Zielgruppen.

Die Zusammensetzung der drei Anwendergruppen, aufgeschlüsselt nach den Zielgruppen sieht folgendermaßen aus:

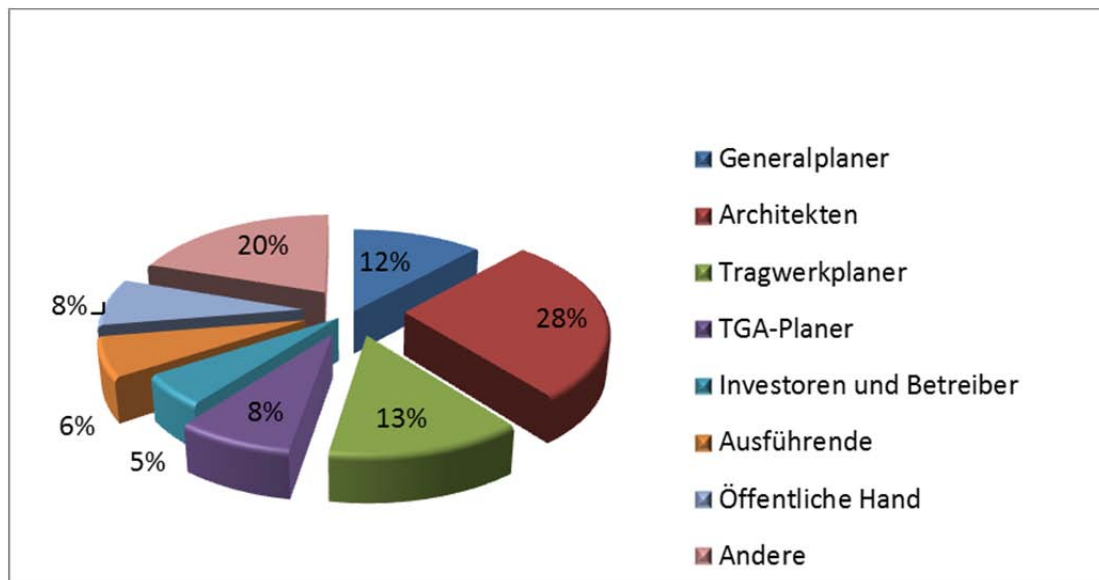


Abb. 6.23: BIM-Anwender nach Zielgruppen

Die Gruppe der *BIM-Anwender* besteht zu 12% aus Generalplanern, 28% Architekten, 13% Tragwerkplanern, 8% TGA-Planern, 5% Investoren, Bauherren und Betreibern, 7% Ausführenden, 8% Vertreter der Öffentlichen Hand und zu 20% aus übrigen Umfrageteilnehmern, die keiner der anvisierten Zielgruppen zugeordnet werden konnten. Dabei ist allerdings das Verhältnis dieser Zielgruppen (und der hohe Anteil an teilnehmenden Planern) in der Gesamtheit der teilnehmenden Probanden zu berücksichtigen, so dass diese Aussagen nicht direkt generalisierbar sind.

Die Anwendergruppe der *BIM-Umsteigewilligen* setzt sich wie die Abb. 6.24 zeigt, aus 18% Generalplanern, 27% Architekten, 4% Tragwerkplanern, 5% TGA-Planern, 5% Investoren und Betreibern, 23% aus Vertretern der Öffentliche Hand und 18% übrigen Umfrageteilnehmern zusammen. Die Zusammensetzung der Gruppe der *BIM-Umsteigewilligen* unterscheidet sich zum Teil sehr deutlich von der Gruppe der *BIM-Anwender*. So ist der Anteil der Generalplaner ein wenig höher, dafür sind die Gruppen der Tragwerkplaner und TGA-Planer weniger stark

vertreten. Der Anteil der Vertreter der Öffentlichen Hand stellt mit 23% fast ein Viertel der Gruppe und die Ausführenden sind in der Gruppe der *BIM-Umsteigewilligen* gar nicht vertreten. Hier sind die Zahlen ebenfalls mit der relativen Zielgruppenaufteilung der Probanden abzugleichen.

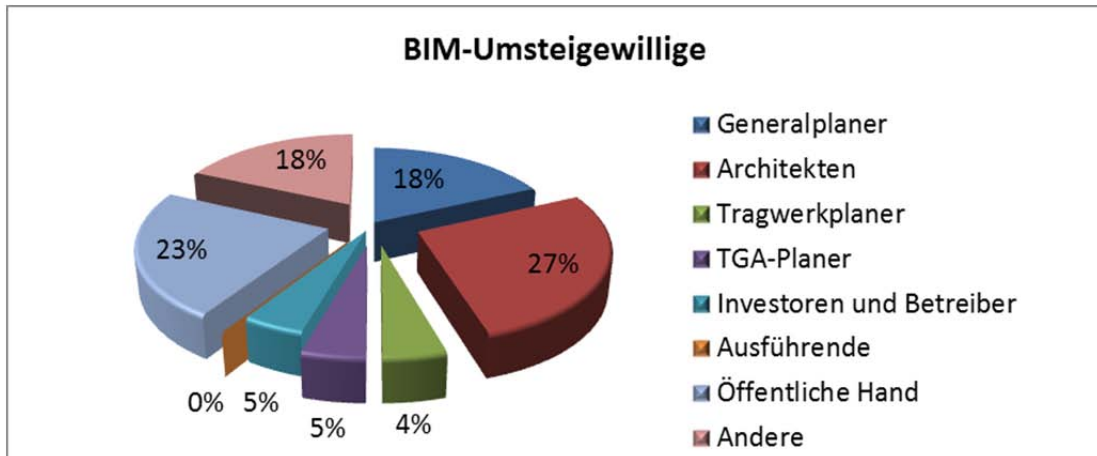


Abb. 6.24: BIM-Umsteigewillige nach Zielgruppen

Die Gruppe der *Nicht-BIM-Anwender* besteht wie Abb. 6.25 zeigt, zu 2% aus Generalplanern, 36% Architekten, 14% Tragwerkplanern, 5% TGA-Planern, 7% Investoren und Betreibern, 2% Ausführenden, 11% aus Vertretern der Öffentlichen Hand und zu 23% aus allen übrigen Umfrageteilnehmern. Die Gewichtung der einzelnen Zielgruppen unterscheidet sich auch hier von den anderen Anwendergruppen. So bilden die Architekten mit 36% mehr als ein Drittel der Gruppe, auf der anderen Seite sind Generalplaner und Ausführende mit je 2% kaum vertreten. Diese Aussagen sind zur Generalisierung ebenfalls mit der Teilnehmerverteilung auf die Zielgruppen abzugleichen.

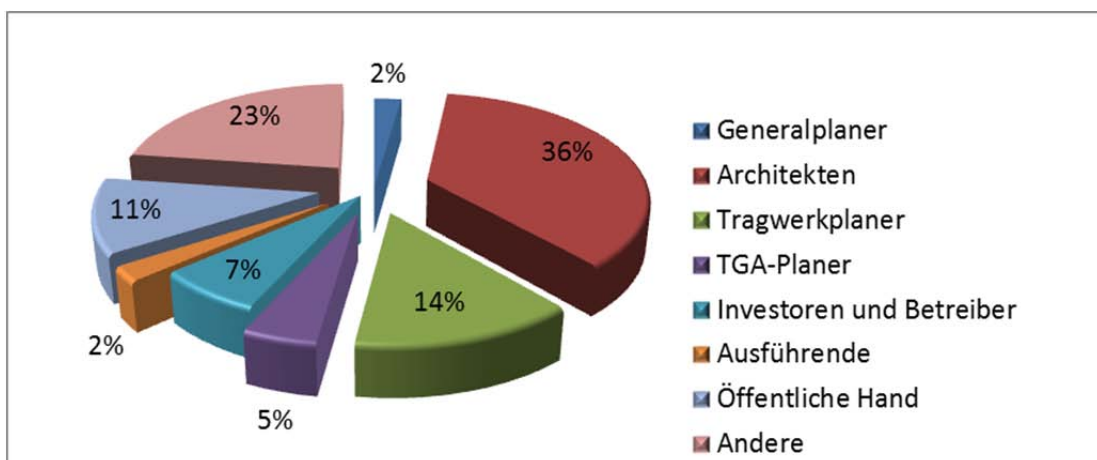


Abb. 6.25: Nicht-BIM-Anwender nach Zielgruppen

6.4.1.3 Modellorientierte Arbeitsweise nach Unternehmensgröße

Eine Differenzierung der Umfrageteilnehmer nach Unternehmensgröße ergeben folgende in Abb. 6.26 dargestellten Ergebnisse:

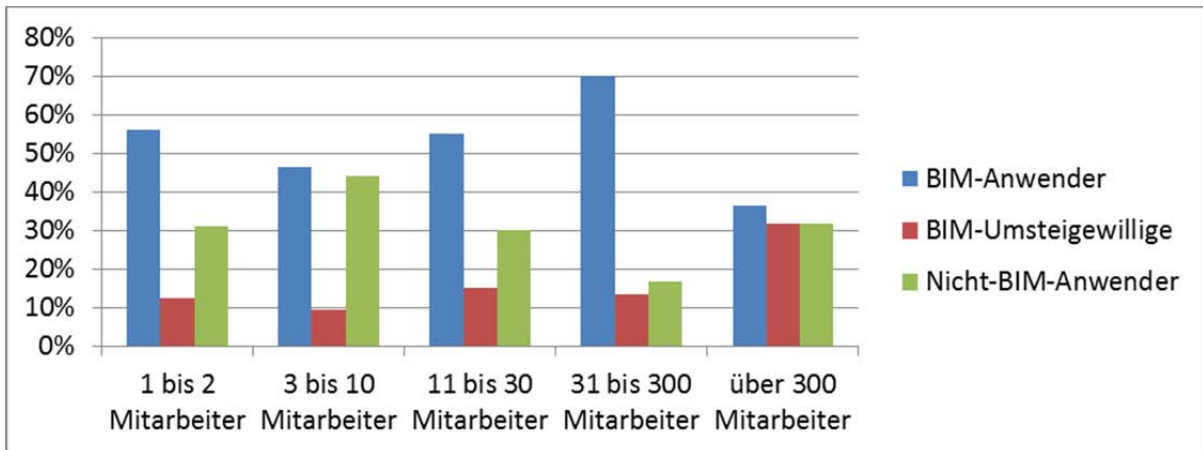


Abb. 6.26: Verteilung innerhalb der Unternehmensgrößen nach BIM-Anwendergruppen

Die jeweiligen Unternehmensgrößen separat betrachtet (Unternehmensgröße = 100%), schwanken die Anteile der *BIM-Anwender* bei Unternehmensgrößen bis 30 Mitarbeiter nur ein wenig. Bei Unternehmen mit 1 bis 2 Mitarbeiter liegt der Anteil der *BIM-Anwender* bei 56%, bei 3 bis 10 Mitarbeiter sind es 47%, bei 11 bis 30 Mitarbeiter 55%. Davon weichen die Anteile der *BIM-Anwender* mit 70% bei Unternehmen mit 31 bis 300 Mitarbeiter und mit 36% bei Unternehmen über 300 Mitarbeiter ab. Aus dieser Verteilung ist keine klare Tendenz erkennbar, dass eher kleinere Unternehmen nach der einen oder die größeren Unternehmen nach einer anderen Methode arbeiten. Auffällig ist allerdings, dass bei den Umfrageteilnehmern der Anteil der Umsteigewilligen im Verhältnis zu den übrigen *Nicht-BIM-Anwendern* mit der Unternehmensgröße tendenziell eher zunimmt.

Noch deutlicher wird es, wenn wir die Verteilung der Umfrageteilnehmer der *BIM-Anwender* und *Nicht-BIM-Anwender* auf die Unternehmensgrößen anschauen (Anwendergruppe = 100%) und mit der Gesamtverteilung der Umfrageteilnehmer nach Unternehmensgröße vergleichen (vgl. Abb. 6.27).

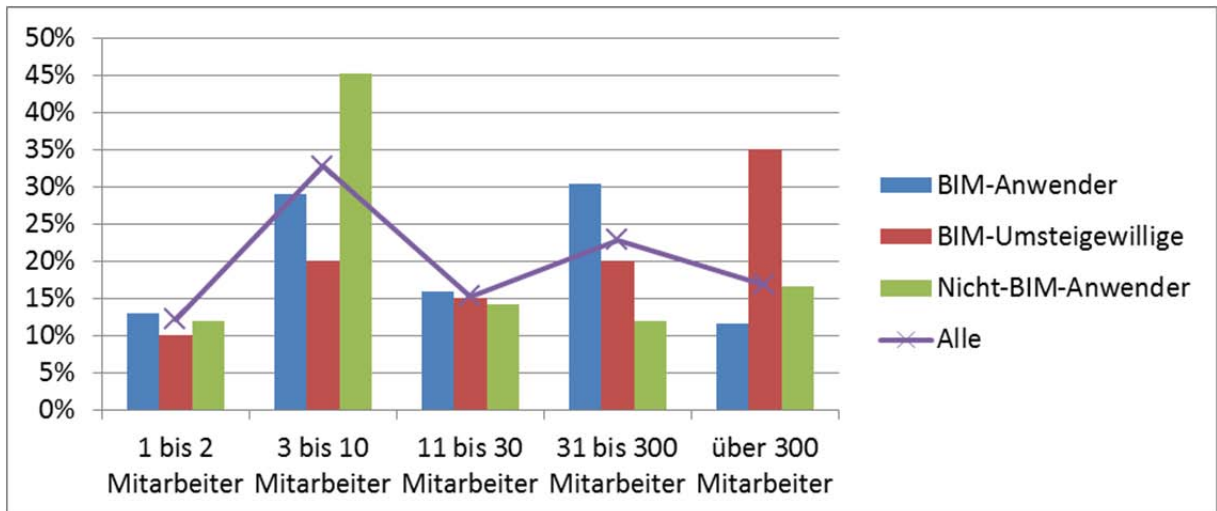


Abb. 6.27: Verteilung der BIM-Anwendergruppen auf die Unternehmensgrößen

Während die Verteilung der *BIM-Anwender* und *Nicht-Anwender* innerhalb der Umfrageteilnehmer bei Unternehmen mit 1 bis 2 Mitarbeitern und mit 11 bis 30 Mitarbeitern jeweils nahe am Durchschnitt ist, sind bei der Unternehmensgröße 3 bis 10 Mitarbeiter die *BIM-Umsteigewilligen* nur unterdurchschnittlich, dafür aber die *Nicht-BIM-Anwender* überdurchschnittlich vertreten, 45% der *Nicht-BIM-Anwender* sind aus Unternehmen mit 3 bis 10 Mitarbeitern. Bei der Unternehmensgröße von 31 bis 300 Mitarbeitern ist der Anteil der *BIM-Anwender* überdurchschnittlich vertreten, die *BIM-Umsteigewilligen* nahe am Durchschnitt und die *Nicht-BIM-Anwender* deutlich unterdurchschnittlich. Sehr deutlich ist die Ausprägung *BIM-Umsteigewilliger* bei den Unternehmen mit über 300 Mitarbeitern. Der Anteil von 35% *BIM-Umsteigewilliger* ist hier weit über dem Durchschnitt der Angaben der Umfrageteilnehmer.

6.4.1.4 Modellorientierte Arbeitsweise nach Projektgrößen

Auf die abgefragten üblichen Projektgrößen (jeweilige Projektgröße = 100%) aufgeschlüsselt ergeben sich folgende Verteilungen innerhalb der Umfrageteilnehmer bezüglich der Arbeitsweise (vgl. Abb. 6.28):

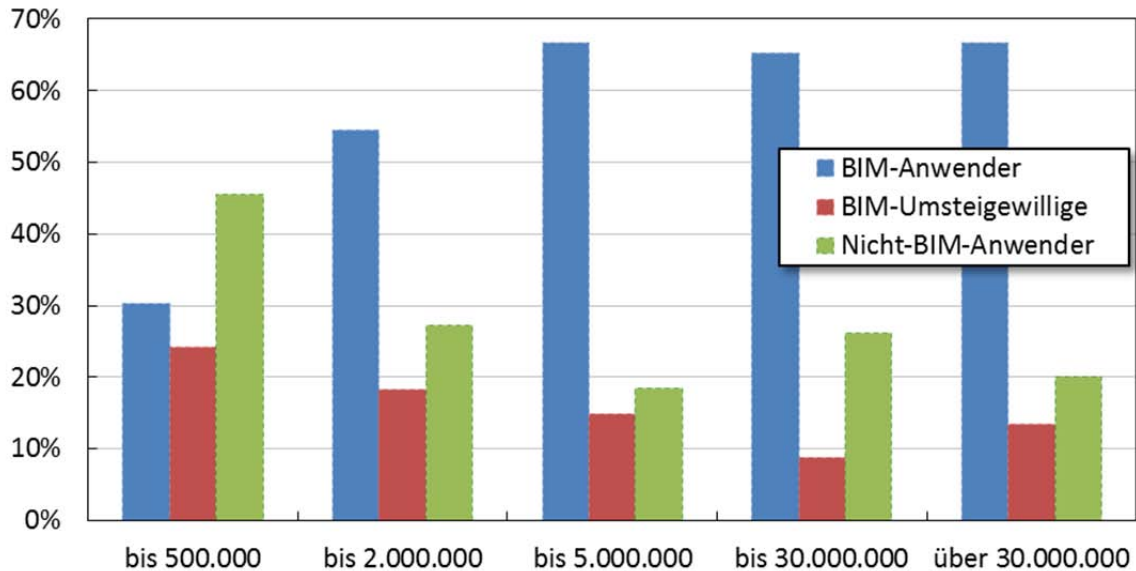


Abb. 6.28: Verteilung innerhalb der Projektgrößen nach BIM-Anwendergruppen

Projektgrößen bis 500.000 € werden zu 30% von *BIM-Anwendern* bearbeitet, zu 24% von *BIM-Umsteigewilligen* und zu 46% von *Nicht-BIM-Anwendern*. Projektgrößen von 500.000 bis 2 Mio. € werden zu 55% von *BIM-Anwendern* bearbeitet, zu 18% von Umsteigewilligen und zu 27% von *Nicht-BIM-Anwendern*, die auch nicht umsteigen wollen. Bei Projektgrößen über 2 Mio. € aufwärts bleiben die Anteile der *BIM-Anwender* zwischen 65% und 67% nahezu konstant, nur das Verhältnis zwischen Umsteigewilligen und *Nicht-BIM-Anwendern* schwankt. Den geringsten Anteil an *BIM-Umsteigewilligen* mit 9% gibt es nach Angaben der Umfrageteilnehmer bei Bearbeitern von Projektgrößen zwischen 5 und 30 Mio. €

Wenn wir die jeweiligen Anwendergruppen als Bezugsgröße setzen und deren Verteilung in den üblichen Projektgrößen betrachten, bekommen wir das folgende Bild (vgl. Abb. 6.29):

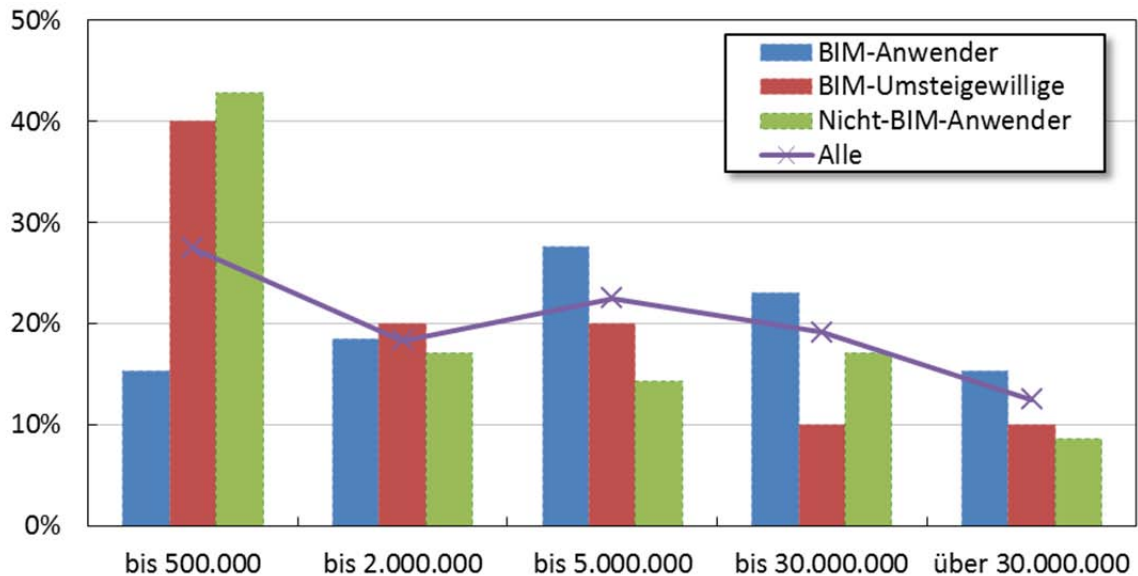


Abb. 6.29: Verteilung der BIM-Anwendergruppen nach Projektgrößen

15% der *BIM-Anwender* geben an, üblicherweise Projekte bis 500.000 € zu bearbeiten. Bei 19% umfassen die Projekte Summen zwischen 500.000 € und 2 Mio. €, bei 28% Projekte zwischen 2 und 5 Mio. €, bei 23% zwischen 5 und 30 Mio. € und bei 15% der *BIM-Anwender* Projekte über 30 Mio. €

Bei den *BIM-Umsteigewilligen* liegt die Verteilung wie folgt: 40% bearbeiten Projektgrößen bis 500.000 €, 20% üblicherweise Projekte zwischen 500.000 € und 2 Mio. €, ebenfalls 20% Projekte zwischen 2 und 5 Mio. €. Der Projektumfang *BIM-Umsteigewilliger* mit Summen zwischen 5 und 30 Mio. € und über 30 Mio. € liegt jeweils bei 10%.

43% der *Nicht-BIM-Anwender* haben üblicherweise Projektgrößen bis 500.000 €, 17% der Gruppe bearbeiten Projektgrößen zwischen 500.000 € und 2 Mio. €, 14% zwischen 2 und 5 Mio. €. Weitere 17% *Nicht-BIM-Anwender* geben an, üblicherweise Projekte zwischen 5 und 30 Mio. € zu bearbeiten und 9% Projekte über 30 Mio. €

Zusammenfassend betrachtet bearbeiten Umfrageteilnehmer aus den Gruppen der *BIM-Umsteigewilligen* und *Nicht-BIM-Anwender* eher kleinere Projekte, wobei sie auch bei größeren Projekten durchaus noch gut vertreten sind. *BIM-Anwender* bearbeiten am häufigsten Projekte zwischen 2 und 5 Mio. €, wobei nach Angaben der Umfrageteilnehmer auch größere Projekte ebenfalls häufiger bearbeitet werden, als von den anderen Anwendergruppen. Bei den kleineren Projekten unter 500.000 € sind die *BIM-Anwender* innerhalb der Umfrageteilnehmer sehr unterdurchschnittlich vertreten.

6.4.2 Status Quo – Software

Aus den Angaben der Umfrageteilnehmer lassen sich nur Aussagen zu Marktanteilen von Software innerhalb dieser Umfrage ableiten. Diese können zwar nicht eins zu eins auf die gesamte Bauwirtschaft übertragen werden, geben aber insgesamt einen Überblick über die Diversität der verwendeten Planungssoftware in Deutschland. Aufgrund dieser Diversität wird auch die Notwendigkeit von herstellerunabhängigen und neutralen Austauschformaten deutlich.

6.4.2.1 Verwendete Planungssoftware

Auf die Frage: „*Welche Planungssoftware nutzen Sie in Ihrem Unternehmen?*“ haben insgesamt 160 Umfrageteilnehmer Angaben gemacht und dabei insgesamt über 80 unterschiedliche Softwarewerkzeuge genannt.

Die Planungswerkzeuge mit den meisten Nennungen sind in dem folgenden Diagramm zusammengefasst (Abb. 6.30).

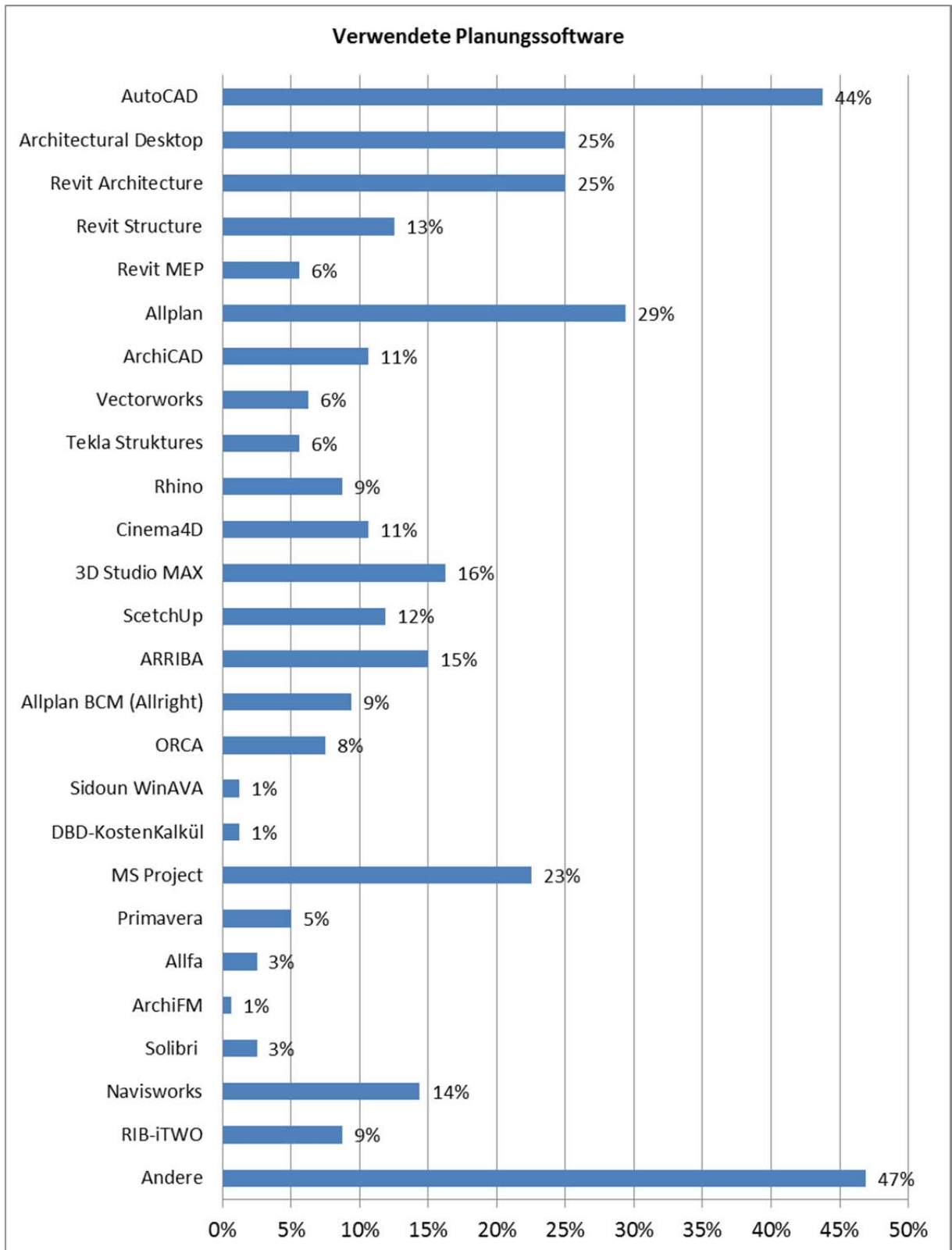


Abb. 6.30: Verwendete Planungssoftware

6.4.2.2 Informationsquellen zu aktuellen Entwicklungen der Bau-Software

Zur Klärung der Informationskanäle der Befragten zu aktuellen Entwicklungen der Bau-Software haben wir folgende Frage gestellt:

„Aus welchen Quellen beziehen Sie Informationen zu neuesten Entwicklungen in der Bau-Software? „

Zu neuesten Entwicklungen in der Bau-Software informieren sich die Umfrageteilnehmer, wie Abb. 6.31 zeigt, hauptsächlich direkt beim Softwarehersteller (75%) oder mittels Fachliteratur (72%). Unabhängige Foren im Internet (52%), Fachmessen (53%) oder der Informationsaustausch mit Kollegen (53%) stellen ebenfalls adäquate Informationsquellen dar. Anders sieht es bei den Informationsportalen der Berufsverbände (28%) aus, diese werden nach Angaben der Umfrageteilnehmer relativ betrachtet eher selten verwendet.

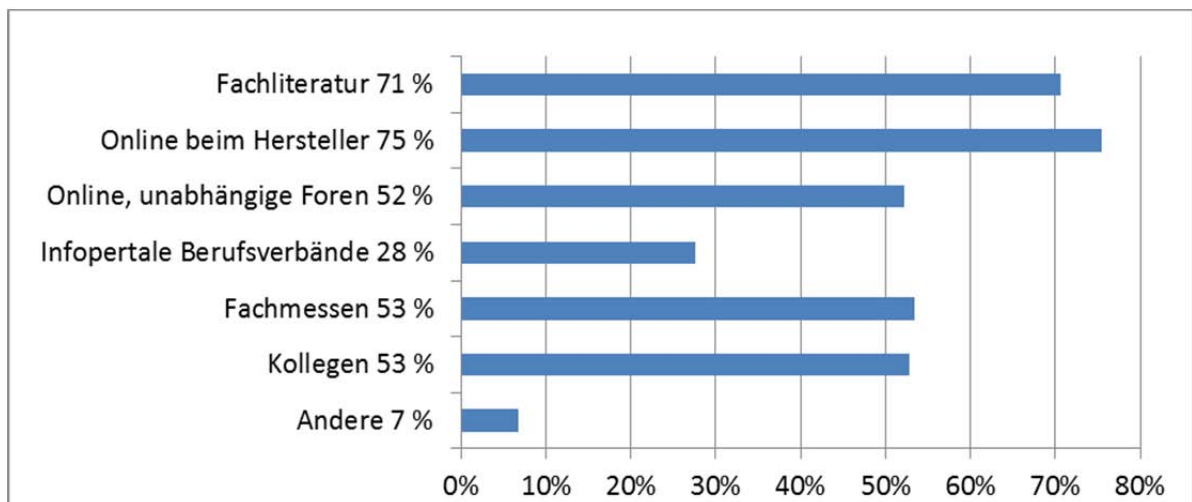


Abb. 6.31: Informationsquellen zu aktuellen Entwicklungen der Bau-Software

6.4.2.3 Gründe für neue Software

Neben der Analyse der marktüblichen Softwareprodukte stellt die Frage nach den Gründen für den Erwerb neuer Software einen für die integrierte Analyse des Themenfeldes BIM interessanten Punkt dar. Den Umfrageteilnehmern wurde daher folgende Fragestellung präsentiert:

„Aus welchen Gründen werden neue Softwarepakete oder Aktualisierungen in Ihrem Unternehmen eingeführt?“

Die von den Umfrageteilnehmern genannten Hauptgründe für die Einführung neuer Softwarepakete sowie Aktualisierungen sind sowohl der Qualitäts- und Innovationsanspruch wie auch die Verbesserung der Effizienz im eigenen Unternehmen mit jeweils 70% der Angaben. Am dritthäufigsten wird die Verbesserung der Projektqualität und Projekteffizienz (60%) genannt. (vgl. Abb. 6.32).

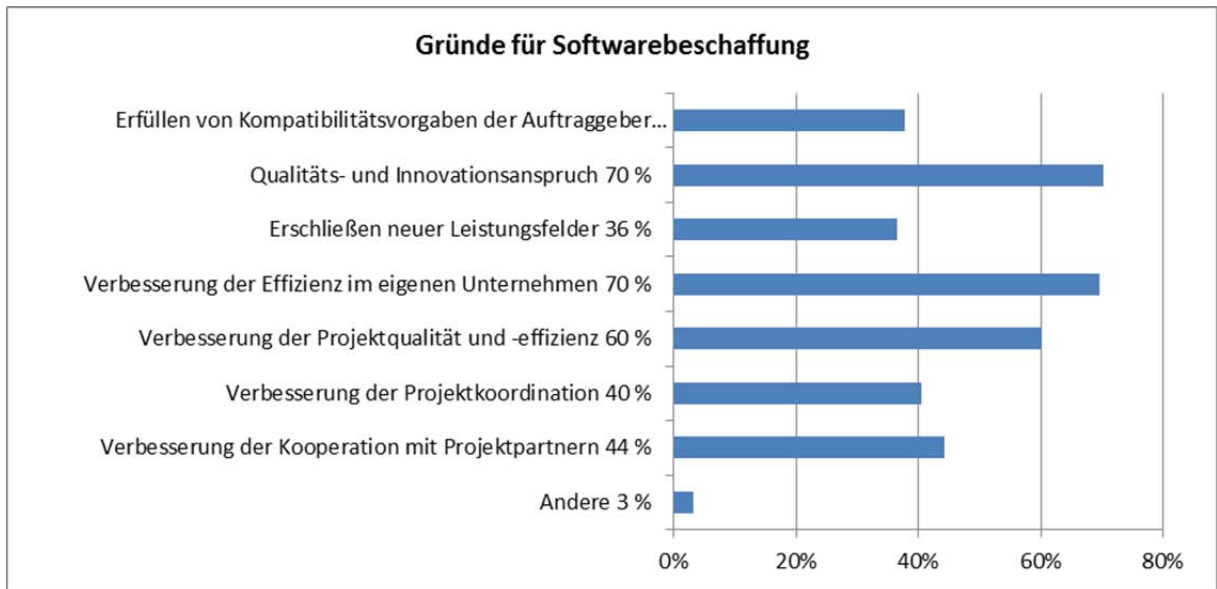


Abb. 6.32: Gründe für Beschaffung oder Aktualisierung von Software

6.4.2.4 Wer initiiert die Einführung neuer Softwareprodukte im Unternehmen?

Bei dieser Fragestellung waren Mehrfacheingaben möglich. 153 Umfrageteilnehmer haben sich zu dieser Frage geäußert und dabei 276 Angaben gemacht.

Wie folgende Abbildung zeigt, haben neue Mitarbeiter (8%) und externe Berater (7%) nach Angaben der Umfrageteilnehmer den geringsten Einfluss auf die Einführung neuer Softwareprodukte in den Unternehmen. Die meisten Nennungen, 65% der Umfrageteilnehmer, entfielen auf die Geschäftsleitung, gefolgt von den Mitarbeitern der Unternehmen (46%), Projektleitern (29%) und den IKT-Verantwortlichen (29%) (vgl. Abb. 6.33).

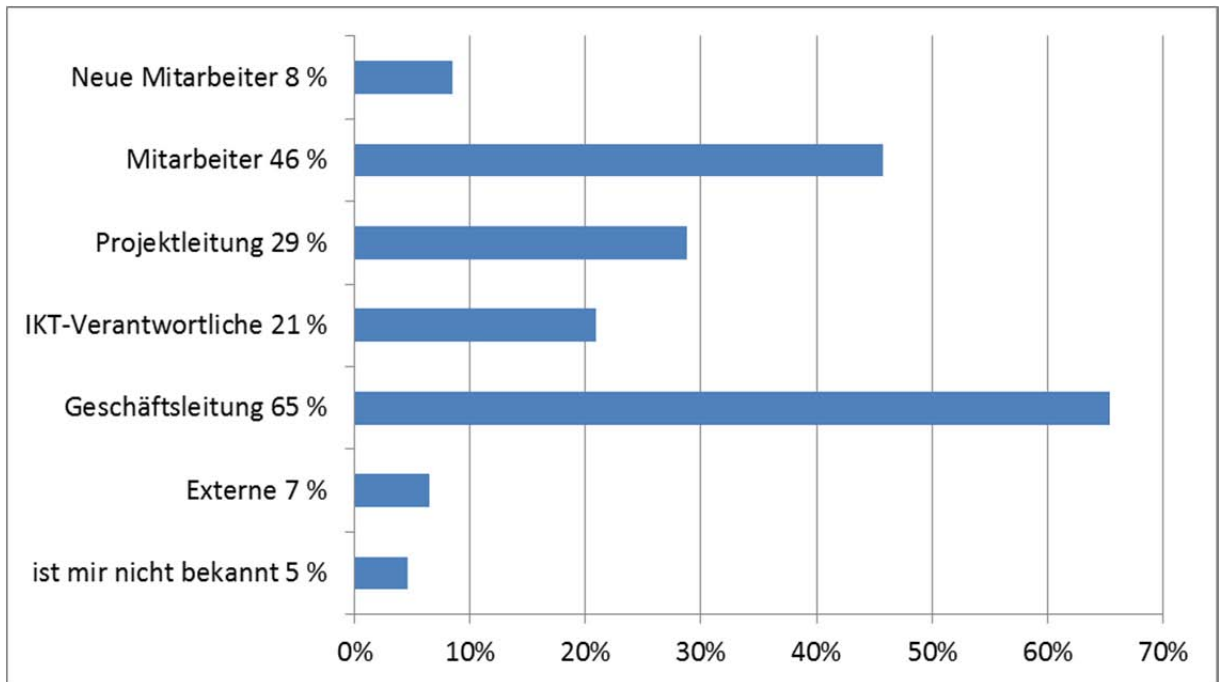


Abb. 6.33: 'Wer initiiert die Beschaffung neuer Software'

6.4.3 Arbeitsmethodik

Die folgenden Fragen eruieren, auf welchem technischen und methodischen Niveau der BIM-Evolutionsstufen (vgl. Kapitel 4.1) die Umfrageteilnehmer stehen.

Die Frage „*Welche Planungsmethodik realisieren Sie mit Ihrer Planungssoftware?*“ haben wir durch eine Zustimmungsverteilung zu den wichtigsten BIM-Evolutionsstufen eruert:

- Erstellen von 2D-Plänen
- Erstellen von 3D-Modellen (nur Geometrie)
- Erstellen von bauteilorientierten Gebäudemodellen
- 4D Integration von Prozessinformationen
- 5D Integration von Kostenmodellen und Ressourcen

Aus den 142 gemachten Angaben ergibt sich die folgende Verteilung (vgl. Abb. 6.34):

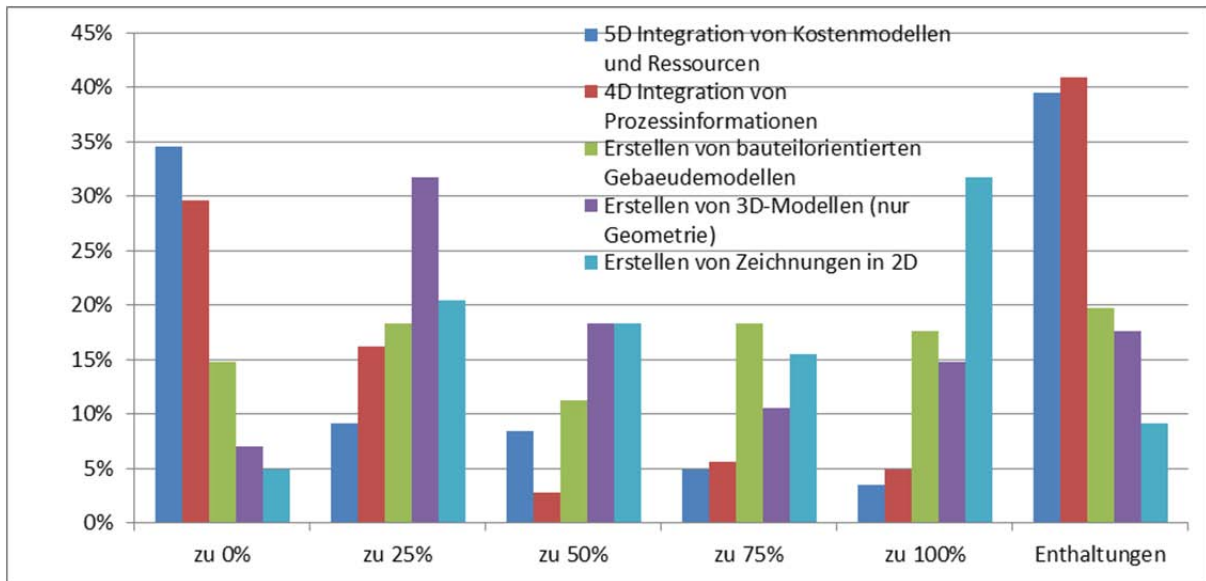


Abb. 6.34: ' Welche Planungsmethodik realisieren Sie mit Ihrer Planungssoftware?'

Die Möglichkeit zur Mehrfachnennung deckte auf, dass zielgruppenübergreifend fast alle Akteure je nach Projektkontext auf mehreren Evolutionsstufen agieren und im Durchschnitt zwei bis drei unterschiedliche Methoden im Unternehmen zum Einsatz kommen. Wie in Kapitel 6.5.1 dargelegt, werden die zum Einsatz kommenden Werkzeuge sehr stark vom jeweiligen Prozess bestimmt. Aber auch die Kooperationsituation und die beteiligten Partner haben Einfluss auf die angewandte Methode.

Die in der folgenden Abbildung dargestellte Antwortverteilung der jeweiligen Zielgruppen macht deutlich, auf welchen planungsmethodischen Niveaus die Umfrageteilnehmer sich bewegen. Während die Planer, egal welcher Fachrichtung, ein fast identisches Profil aufweisen, weichen die Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Investoren, Bauherren und Betreiber bei den Angaben zur realisierten Arbeitsmethodik sehr stark von allen übrigen Umfrageteilnehmern ab.

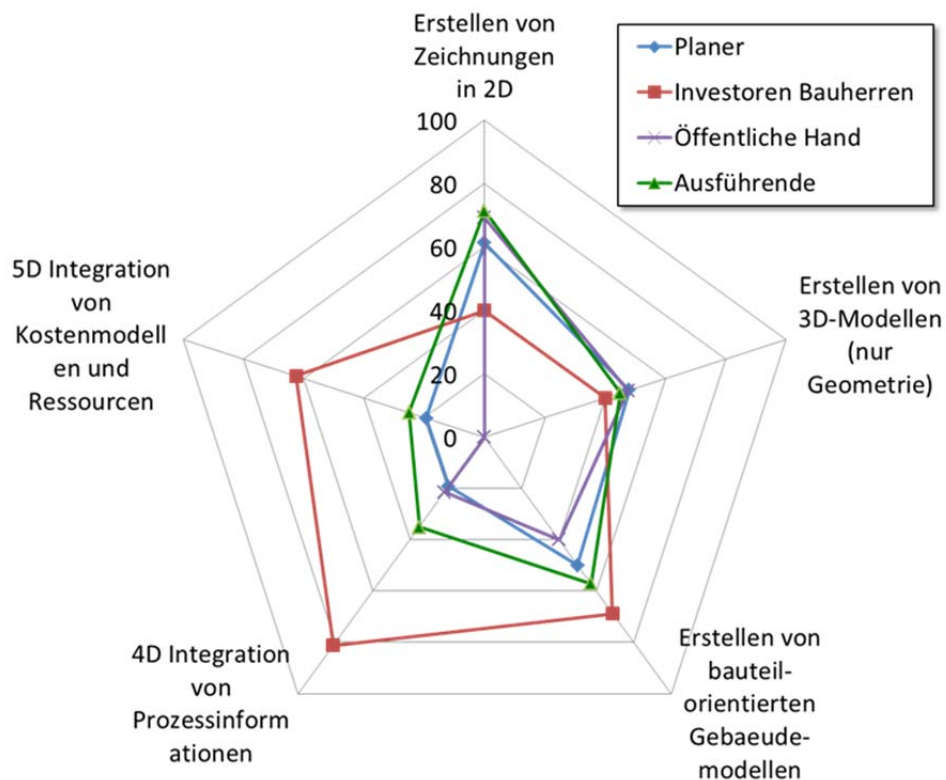


Abb. 6.35: Realisierte Planungsmethodik nach Zielgruppen

In der Zielgruppe der Bauherren, Investoren und Betreiber wird der Schwerpunkt auf Prozess-, Kosten- und Ressourcenmanagement deutlich. Die Ausführenden machen im Bereich der Geometriemodellierung ähnliche Angaben wie auch die Planer oder Vertreter der Öffentlichen Hand, haben aber in den Bereichen Prozess-, Kosten- und Ressourcenmanagement eine höhere Gewichtung. Die Angaben der Umfrageteilnehmer der Öffentlichen Hand sind den Angaben der Planer sehr ähnlich, bis auf die Integration von Kosten und Ressourcen. Nach Angaben der Teilnehmer der Öffentlichen Hand wird dieser Bereich gar nicht abgedeckt. Die Angaben der Umfrageteilnehmer bezüglich der Erstellung von bauteilorientierten Gebäudemodellen entsprechen grob den Anteilen von *BIM-Anwendern* und *Nicht-BIM-Anwendern* bei der Umfrage.

6.4.4 Datenaustausch und fachliche Koordination

Der entscheidende Mehrwert der BIM-Methodik liegt in der prozessübergreifenden Interaktion und Nutzung der Modelldaten. Der Aspekt des modellbasierten Datenaustausches und die fachliche Koordination kooperativer Prozesse spielen dabei eine wichtige Rolle. Im folgenden Abschnitt wird daher das Thema des Datenaustausches detailliert untersucht.

6.4.4.1 Austauschformate

Im Rahmen der Ermittlung des Status Quo wollten wir von den Umfrageteilnehmern wissen, welche Austauschformate sie verwenden.

Das von allen Zielgruppen nahezu durchgängig verwendete Austauschformat ist das PDF-Format, gefolgt vom DWG-Format (2D-CAD), mit leichten Unterschieden bei den Zielgruppen. An dritter Stelle steht der Austausch von Papierplänen. Modellorientierte Formate wie zum Beispiel das IFC-Format sind insgesamt eher untergeordnet, mit sehr großen Unterschieden in den jeweiligen Zielgruppen, vertreten. So geben 15% der Planer an, das IFC-Format zu verwenden sowie 25% der Investoren und Betreiber, 38% der Ausführenden und 36% der Vertreter der Öffentlichen Hand. In der Gruppe der anderen Formate sind auch proprietäre modellorientierte Formate genannt worden (vgl. Abb. 6.36).

Eine weitere Auffälligkeit betrifft den Austausch von Office-Dokumenten. Die Verwendungshäufigkeit verteilt sich wie folgt: 36% bei Planern, 42% bei Investoren und Betreibern, 50% bei den Ausführenden und am häufigsten mit 64% bei der Öffentlichen Hand. Bei der Verwendung des GAEB-Formats setzt sich die Öffentliche Hand mit 71% deutlich von den übrigen Zielgruppen ab, mit 40% der Planer, 42% bei Investoren und Betreiber und 38% bei den Ausführenden.

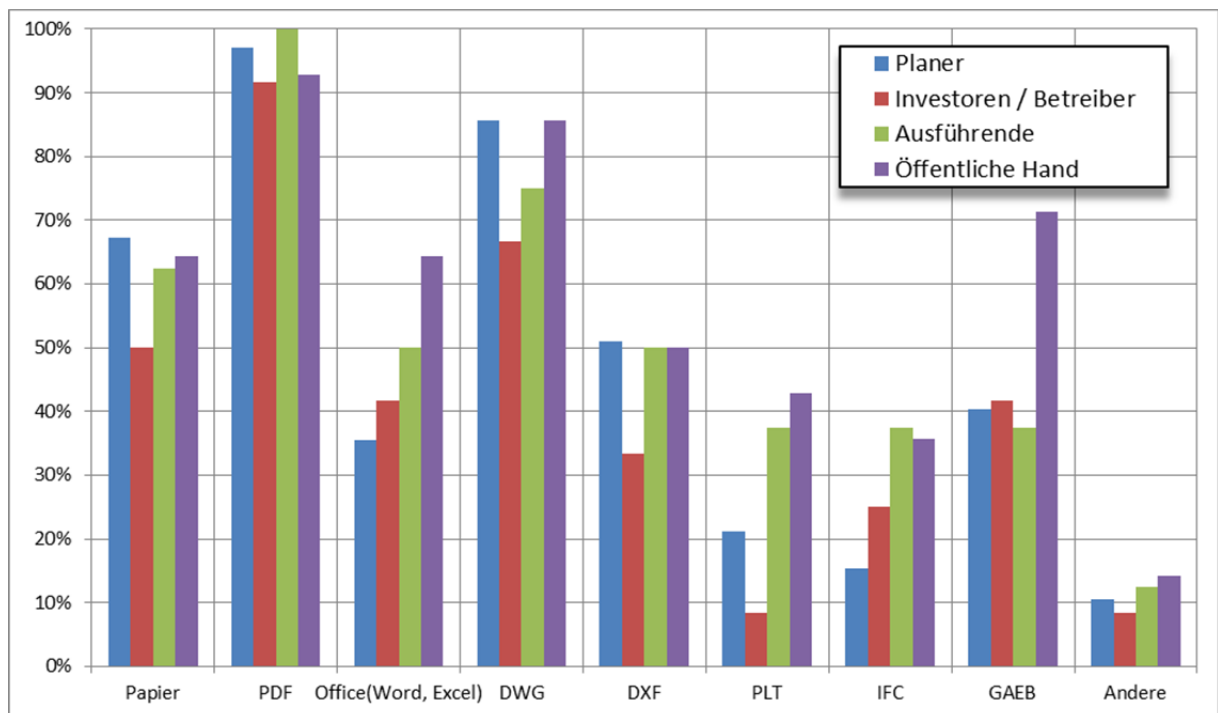


Abb. 6.36: Austauschformate nach Zielgruppen

Bei einer genaueren Betrachtung der Gruppe der Planer (vgl. Abb. 6.37) ergeben sich zum Teil deutliche Unterschiede bei den verwendeten Austauschformaten. Das PDF-Format wird auch von allen Planungsdisziplinen nahezu durchgängig verwendet. Generalplaner verwenden Papierpläne mit 79% am häufigsten, während sie von TGA-Planern mit 57% am seltensten verwendet werden. Im Vergleich zu den übrigen Planern tauschen die Generalplaner durchgängig Daten auch im DWG-Format aus. Architekten verwenden im Vergleich zu den anderen Planergruppen das DWG-Format mit 82% zwar am seltensten, dennoch ist das DWG-Format, das am zweithäufigsten verwendete Format. Tragwerk- und TGA-Planer verwenden das DWG-Format jeweils in über 90% der Fälle extrem häufig. Modellorientierte Formate wie IFC, oder proprietäre BIM Formate werden von den Generalplanern und den TGA-Planern im Vergleich zu Architekten und Tragwerksplanern am häufigsten verwendet. Bei der Verwendung des IFC-Formats sind die TGA-Planer mit 36% der Spitzenreiter der Planer.

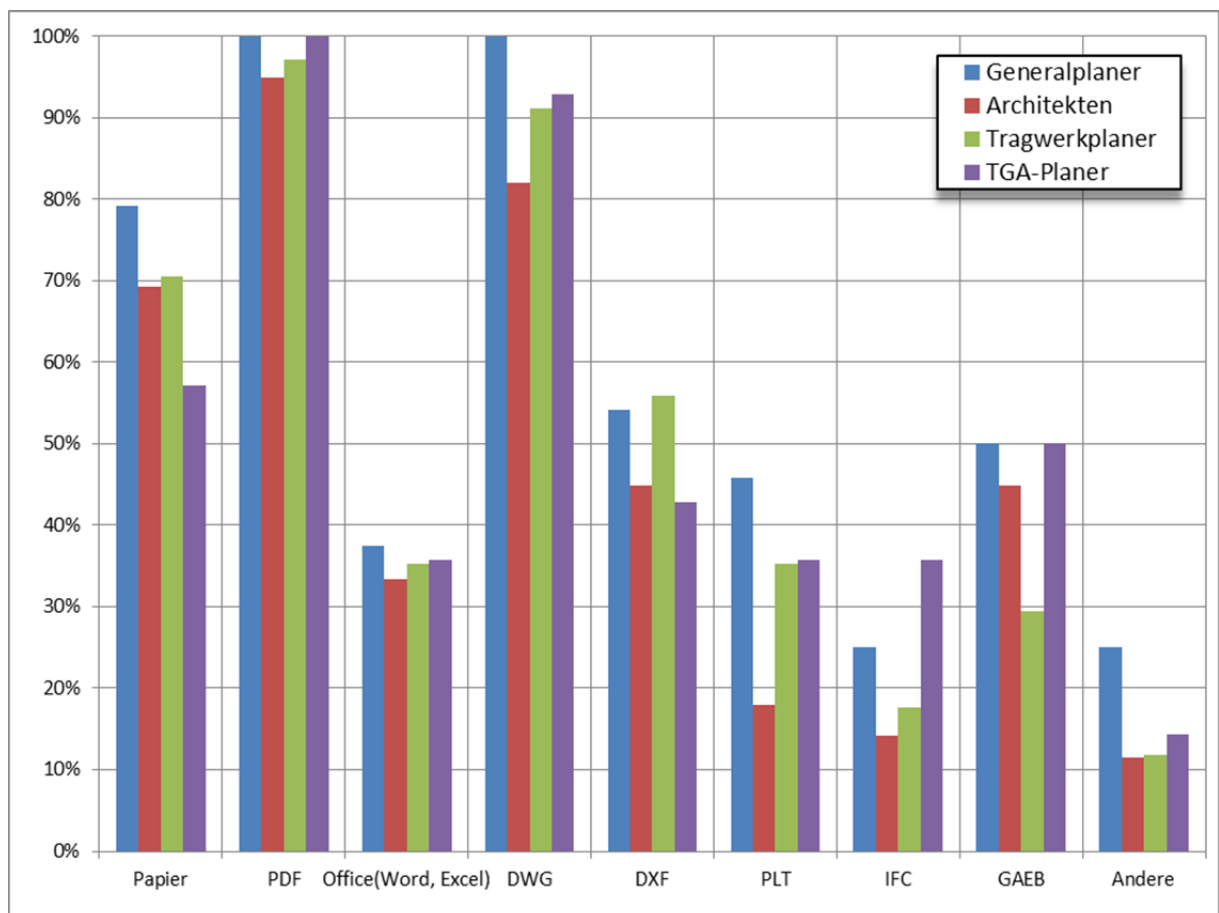


Abb. 6.37: Austauschformate nach Zielgruppen (Planer)

Bei einer vergleichenden Gegenüberstellung nach Anwendergruppen (vgl. Abb. 6.38) wird deutlich, dass die *BIM-Anwender* mit 29% im Vergleich zu *BIM-Umsteigewilligen* (20%) und

den *Nicht-BIM-Anwendern* (5%) öfter modellorientierte Formate wie IFC verwenden. Dennoch sind auch bei den *BIM-Anwendern* die am häufigsten verwendeten Formate nach wie vor PDF (95%), DWG (80%) und Papier (59%). *BIM-Anwender* geben im Vergleich zu den anderen Anwendergruppen deutlich seltener Office (33%) und DXF (39%) als Austauschformate an. Auffällig in dieser Gegenüberstellung ist das Abstimmungsverhalten der *BIM-Umsteigewilligen*: Die Häufigkeit der Nennungen ist hier bei den meisten Formaten generell auffällig höher als bei *BIM-Anwendern* oder den *Nicht-BIM-Anwendern*.

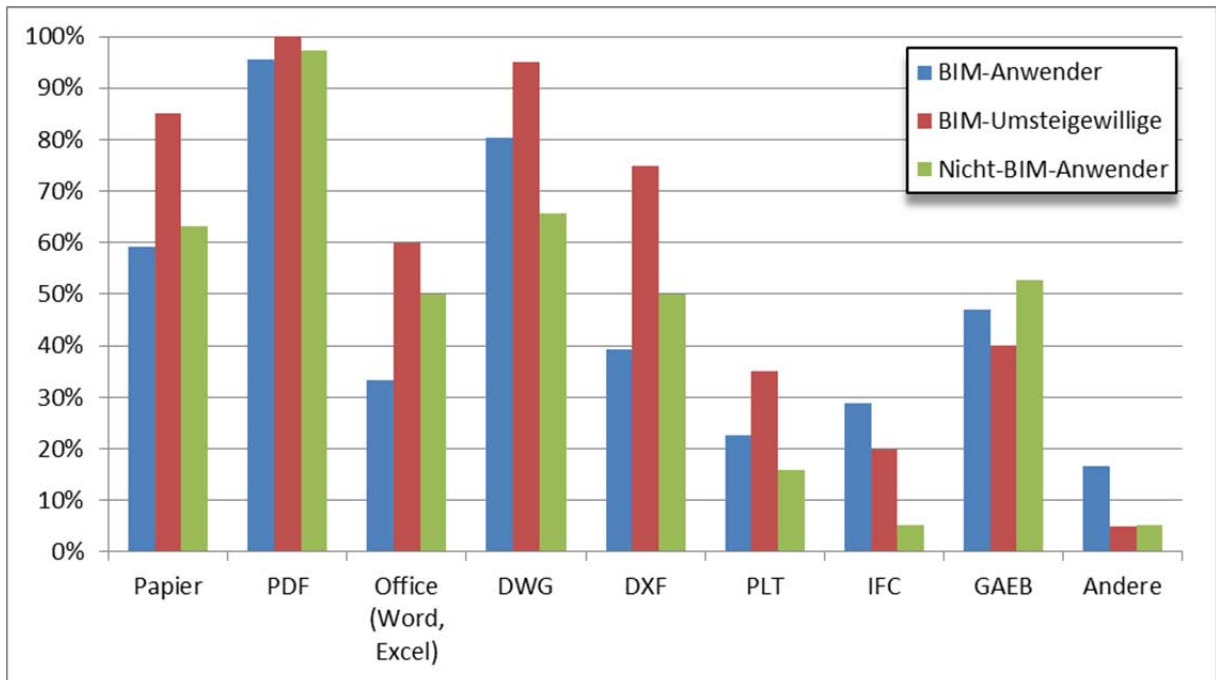


Abb. 6.38: Austauschformate nach Anwendergruppen

6.4.4.2 Überführung von Planungsdaten

Bei der Fragestellung „*Wie werden Planungsdaten in nachfolgende Phasen überführt?*“ stand die Intensivität der Schnittstellennutzung und die Durchgängigkeit der Prozesskette im Vordergrund. Hierbei wurde unterschieden, ob die Daten manuell (per Hand) übergeben werden, anhand von 2D-Schnittstellen, 3D-Schnittstellen, oder ob Modelldaten verwendet werden. Eine hohe Enthaltungsquote kann ein Indiz dafür sein, dass die Umfrageteilnehmer in diesen Phasen beziehungsweise Tätigkeiten nicht involviert sind oder alphanumerische Schnittstellen verwendet werden.

Die Antwortverteilungen der Vertreter der einzelnen Zielgruppen unterscheiden sich zum Teil sehr voneinander. Daher haben wir neben der in Abbildung 29 dargestellten Auswertung der

Gesamtgruppe (vgl. Abb. 6.39) die erfassten Daten zudem nach Anwendergruppen (vgl. Abb. 6.40 – 6.42) wie auch nach Zielgruppen (vgl. Anhang B, Abb. B.116 bis B.122). bezogen aufbereitet.

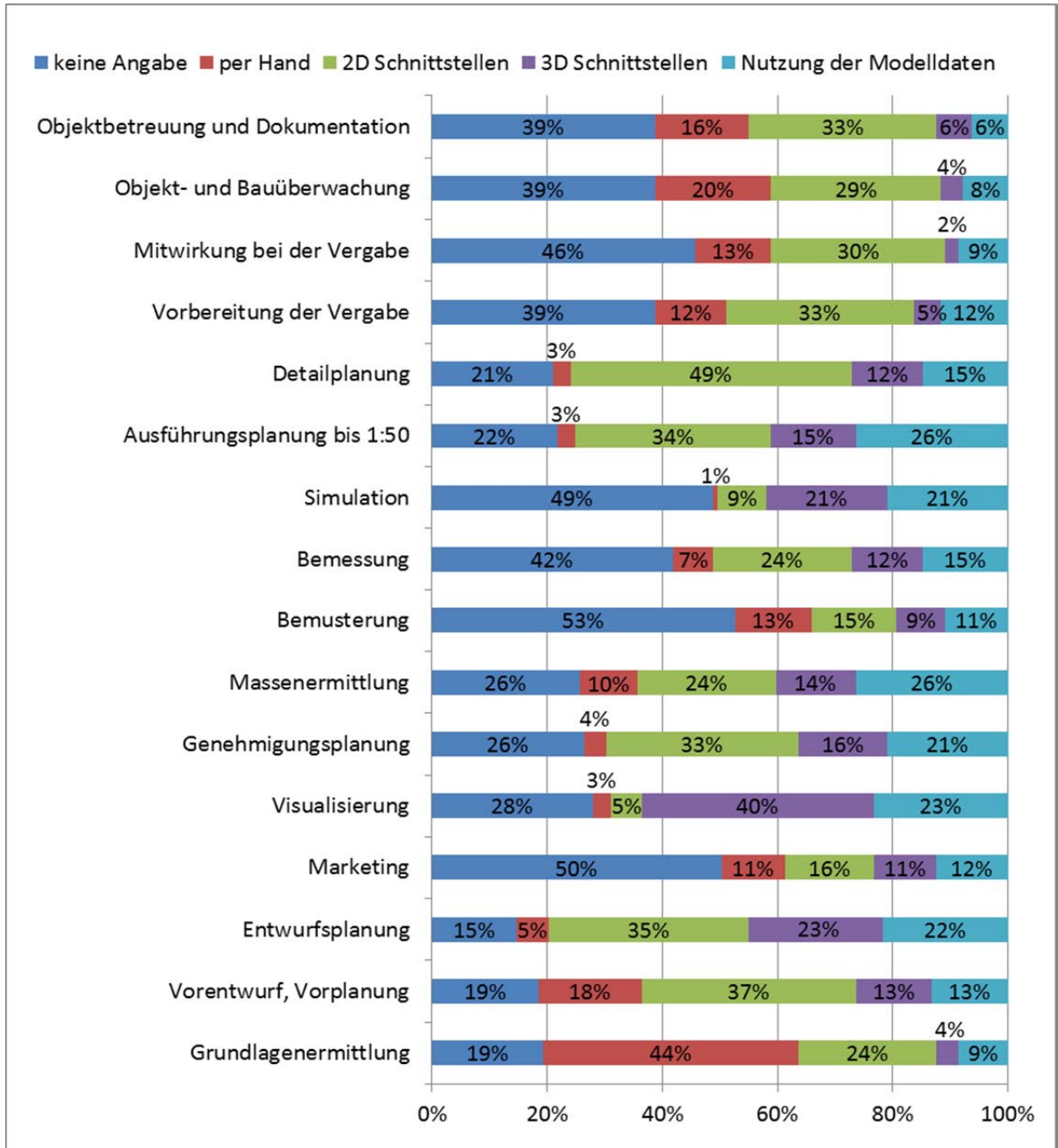


Abb. 6.39: Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen (alle Umfrageteilnehmer)

Bei der Betrachtung der Antwortverteilung der *BIM-Anwender* (vgl. Abb. 6.40) wird deutlich, dass die Nutzung der Modelldaten bereits in sehr frühen Planungsphasen beginnt und im weiteren Planungsverlauf stetig zunimmt. Für die Ausführungsplanung (1:50) geben die *BIM-Anwender*

mit 52% im arithmetischen Mittel die höchsten Werte für die Nutzung der Modelldaten an. Bei der Detailplanung ist eine deutliche Verschiebung in Richtung 2D-Schnittstellen zu verzeichnen. Auffällig bei den Angaben der *BIM-Anwender* ist, dass zwar für die Massenermittlung mit 48% im arithmetischen Mittel die Modelldaten sehr intensiv verwendet werden, aber für die Bemusterung, Vorbereitung der Vergabe und Mitwirkung bei der Vergabe die Nutzung der Modelldaten stark zurückgeht.

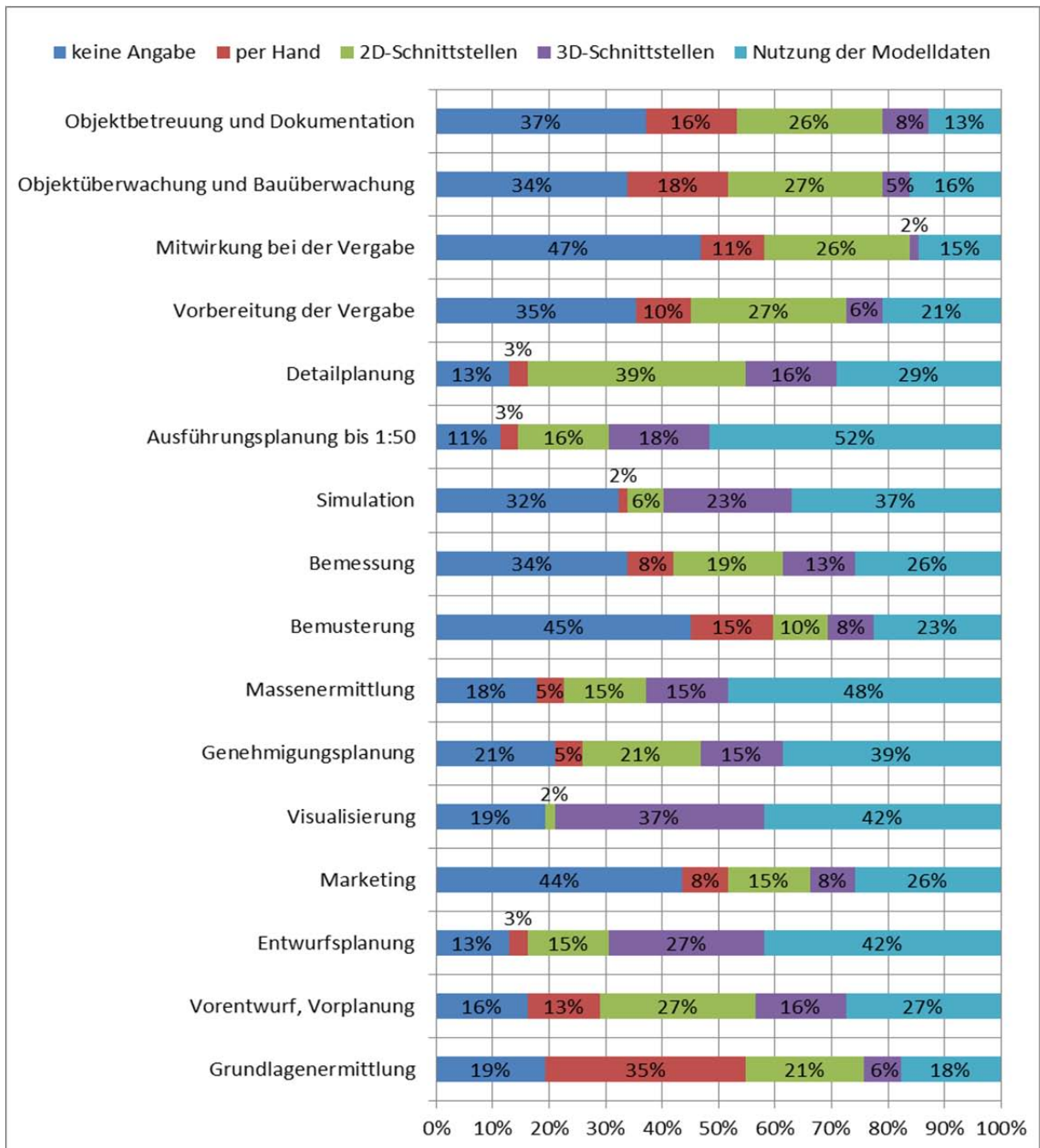


Abb. 6.40: Überführung von Planungsdaten (BIM-Anwender)

Die Gruppe der *BIM-Umsteigewilligen* (vgl. Abb. 6.41) verwenden hauptsächlich 2D-Schnittstellen für die Überführung von Planungsdaten, aber auch 3D-Schnittstellen werden für Simulationen und insbesondere für die Visualisierung verwendet. *BIM-Umsteigewillige* geben zwar in einem sehr geringen Umfang, aber dennoch auch die Nutzung von Modelldaten an.

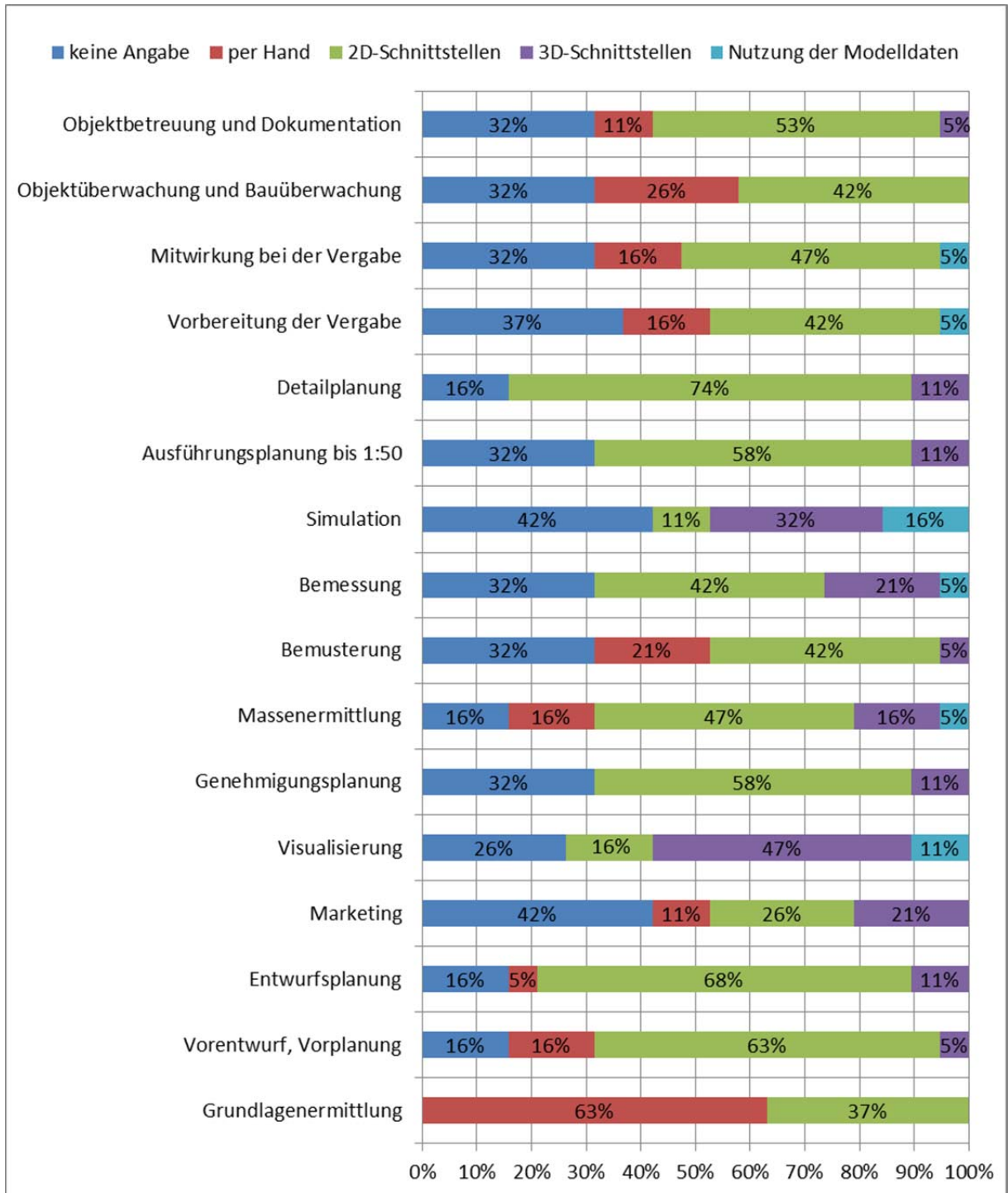


Abb. 6.41: Überführung von Planungsdaten (BIM-Umsteigewillige)

6.4 Umfrageergebnisse - Status Quo

Die *Nicht-BIM-Anwender* sind bei den Angaben zur Überführung von Planungsdaten (vgl. Abb. 6.42) sehr zurückhaltend. Bei dieser Anwendergruppe sind die meisten Enthaltungen zu verzeichnen. Darüber hinaus können wir auch hier eine intensive Nutzung von 2D-Schnittstellen feststellen.

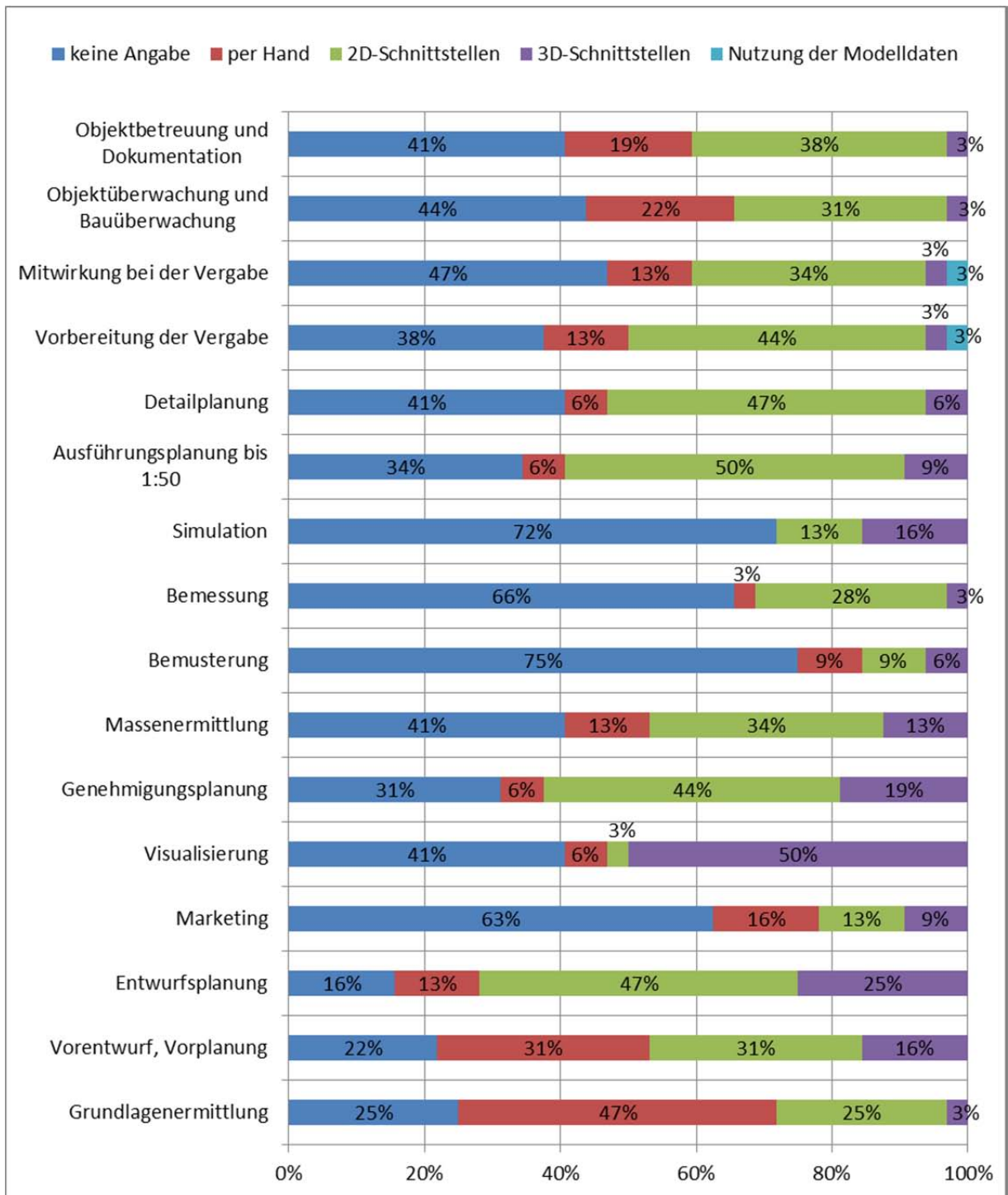


Abb. 6.42: Überführung von Planungsdaten (Nicht-BIM-Anwender)

Zusammenfassend betrachtet hat die Nutzung von 2D-Schnittstellen bei allen Anwendergruppen eine hohe Intensität, wenn auch die *BIM-Anwender* vermehrt Modelldaten verwenden. Eine manuelle Überführung von Planungsdaten geben alle Umfrageteilnehmer an. Auf diese wird besonders in sehr frühen Planungsphasen zurückgegriffen, aber auch bei der Vorbereitung und Mitwirkung der Vergabe, bei Objekt- und Bauüberwachung, sowie bei der Objektbetreuung und Dokumentation intensiv verwendet.

6.4.4.3 Abgleich und Koordination

Zu folgender Frage bezogen die Probanden Stellung:

„Wie erfolgt bei Ihnen der Abgleich der Planungsinhalte beziehungsweise die fachliche Koordination der Planung mit Projektpartnern?“

Die durchschnittlichen Angaben aller Umfrageteilnehmer lauten wie folgt (vgl. Abb. 6.43): In 48% der Fälle geschieht der Abgleich anhand von Papierplänen, in 59% anhand von 2D-CAD-Daten, zu 29% anhand von 3D-CAD-Daten. In 24% der Fälle werden digitale Gebäudemodelle verwendet und zu 16% erfolgt eine Kollisionsprüfung. Die Umfrageteilnehmer geben an, dass in 8% der Fälle Modelserver verwendet werden. Da die derzeit auf dem Markt verfügbaren herstellernerneutralen Modelserver (z.B. der Jotne EDMServer (www.epmtech.jotne.com) und der Open Source BIMserver (<http://bimserver.org>) allerdings nach unserer Kenntnis in Deutschland kaum Marktrelevanz haben, sind bei den hier gemachten Angaben wohl auch Software-Produkte wie der Graphisoft BIM Server bedacht worden, die auf Basis eines proprietären Herstellerformates einen verteilten webbasierten Zugriff auf das Modell ermöglichen oder selbsterstellte Eigenlösungen (vgl. [Schr10]).

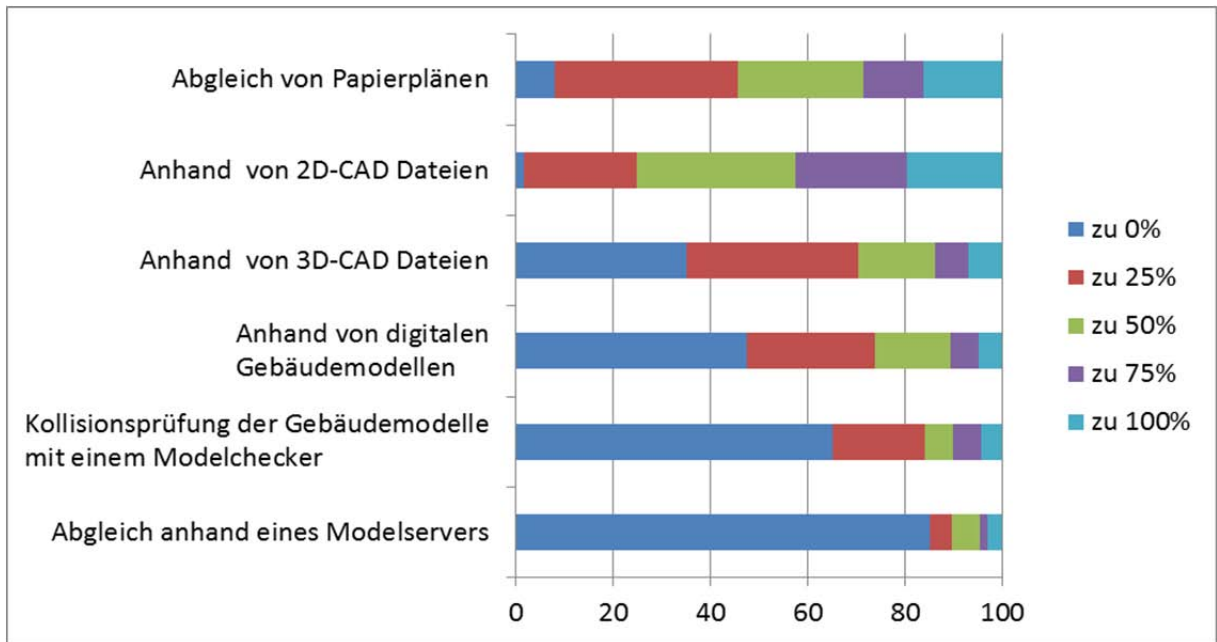


Abb. 6.43: Abgleich und Koordination mit Projektpartnern

Die Untergliederung nach Zielgruppen ist den folgenden Diagrammen (Abb. 6.44 und Abb. 6.45) zu entnehmen.

Nach Zielgruppen aufgeschlüsselt ergibt sich ein differenziertes Bild über das Abstimmungsverhalten der einzelnen Akteursgruppen. So sind die Angaben der Investoren, Betreiber und der Ausführenden bezüglich des modellorientierten Abgleichs und der Koordination deutlich höher, als die Angaben der Planer oder der Öffentlichen Hand, die den Abgleich und die Koordination mit Projektpartner hauptsächlich anhand von Papierplänen und 2D-CAD Daten erledigen.

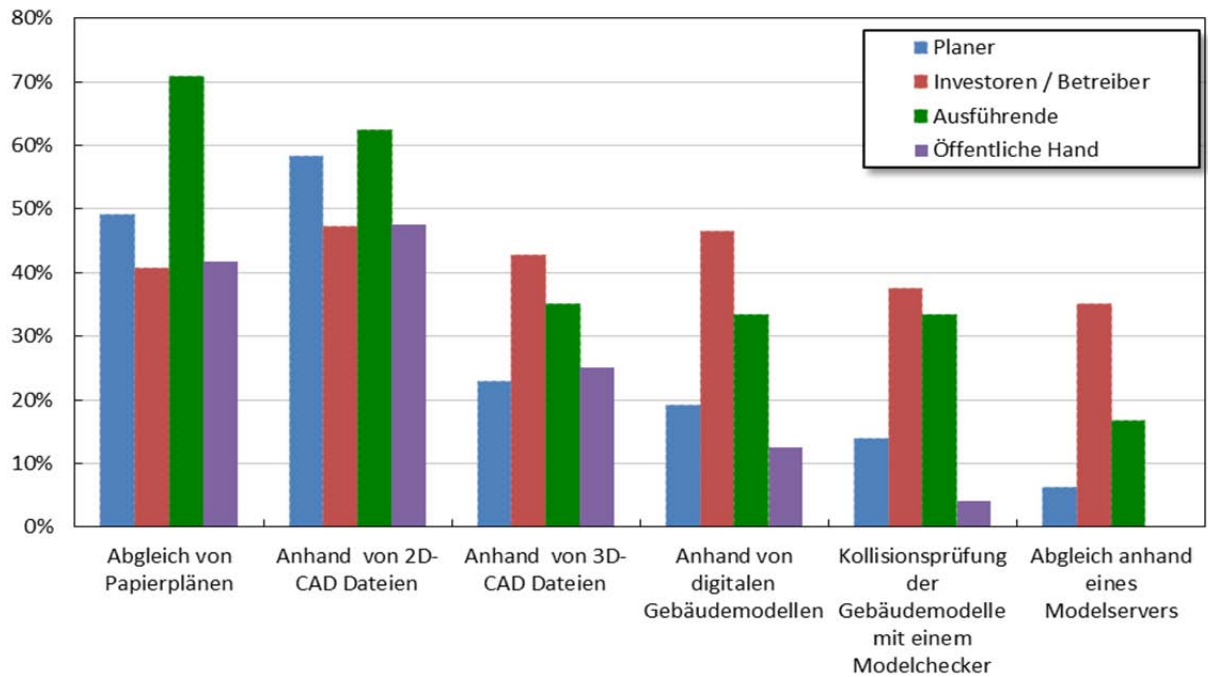


Abb. 6.44: Abgleich und Koordination mit Projektpartnern (Zielgruppen)

Bei näherer Betrachtung der Gruppe Planer wird deutlich, dass die Architekten im Vergleich zu anderen Planern noch seltener Modelldaten für den Planungsabgleich und die Koordination mit Projektpartnern verwenden.

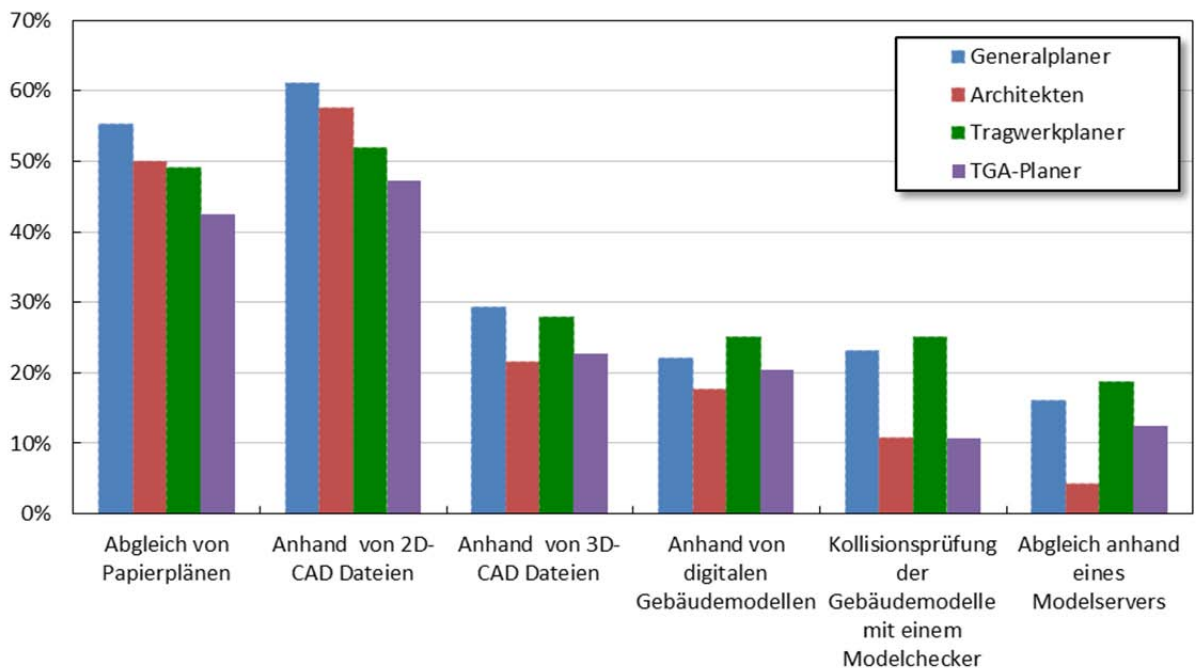


Abb. 6.45: Abgleich und Koordination mit Projektpartnern (Planer)

6.4.5 Effiziente Unternehmensführung

Versteht man BIM als Baustein einer effizienten Unternehmensführung und Projektkoordination, so ist eine Analyse des unternehmerischen Denkens und Handelns eine entscheidende Voraussetzung zum Verständnis des derzeitigen Marktverhaltens in Bezug auf BIM. Etwaige Korrelationen können so zur Aufdeckung die BIM-Thematik beeinflussender Indikatoren dienen.

6.4.5.1 DIN-ISO 9001 Zertifizierung

Auf die Frage: „Ist Ihr Unternehmen nach DIN-ISO 9001 zertifiziert, oder streben Sie eine Zertifizierung an?“ gab fast die Hälfte (49%) der Umfrageteilnehmer an, weder zertifiziert zu sein, noch eine Zertifizierung anzustreben. 7% der Befragten streben eine Zertifizierung an und 20% gaben an, bereits nach DIN ISO 9001 zertifiziert zu sein. 24% der Umfrageteilnehmer haben hierzu keine Angaben gemacht (vgl. Abb. 6.46).

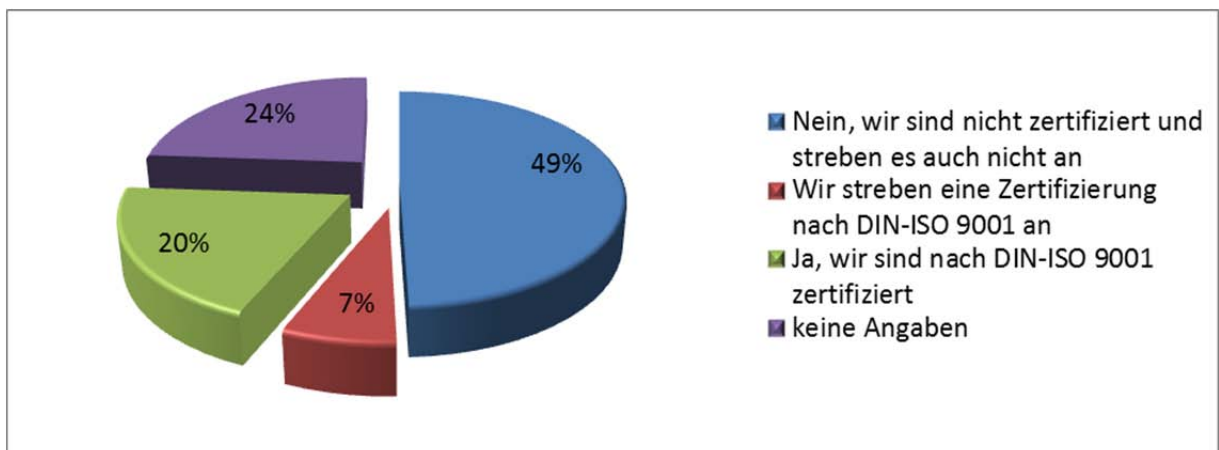


Abb. 6.46: " Ist Ihr Unternehmen nach DIN-ISO 9001 zertifiziert, oder streben Sie eine Zertifizierung an?"

Nach den Zielgruppen aufgeschlüsselt, ergibt sich ein sehr differenziertes Bild (vgl. Abb. 6.47). Die höchste Zertifizierungsrate von 86% geben die Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Ausführenden an, gefolgt von den TGA-Planern mit 46% und Generalplanern mit 36%. Die niedrigste Zertifizierungsrate mit 8% geben die Vertreter der Öffentlichen Hand an und die Architekten stehen mit 15% an der zweitletzten Stelle.

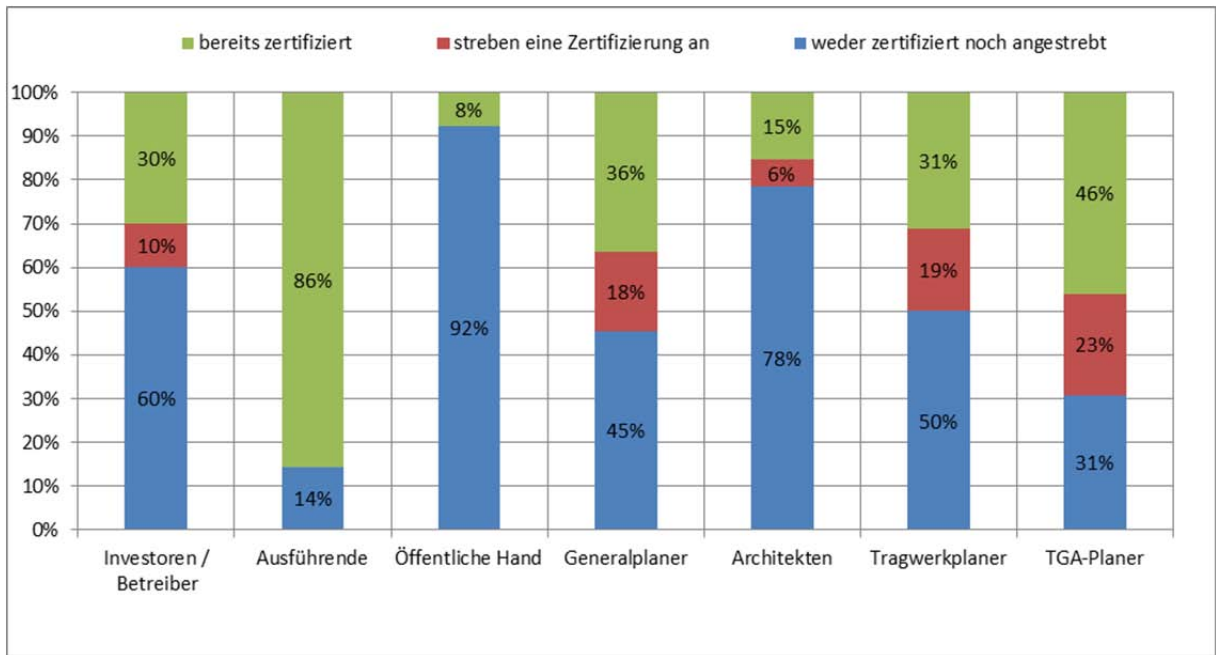


Abb. 6.47: DIN-ISO 9001 nach Zielgruppen

Durch die Aufschlüsselung nach den Anwendergruppen werden auch hier Unterschiede deutlich (vgl. Abb. 6.48). Während 34% der *BIM-Anwender* angeben, nach DIN ISO 9001 zertifiziert zu sein, sind es bei den *Nicht-BIM-Anwendern* gerade mal 9%. *BIM-Umsteigewillige* geben zu 25% an, zertifiziert zu sein.

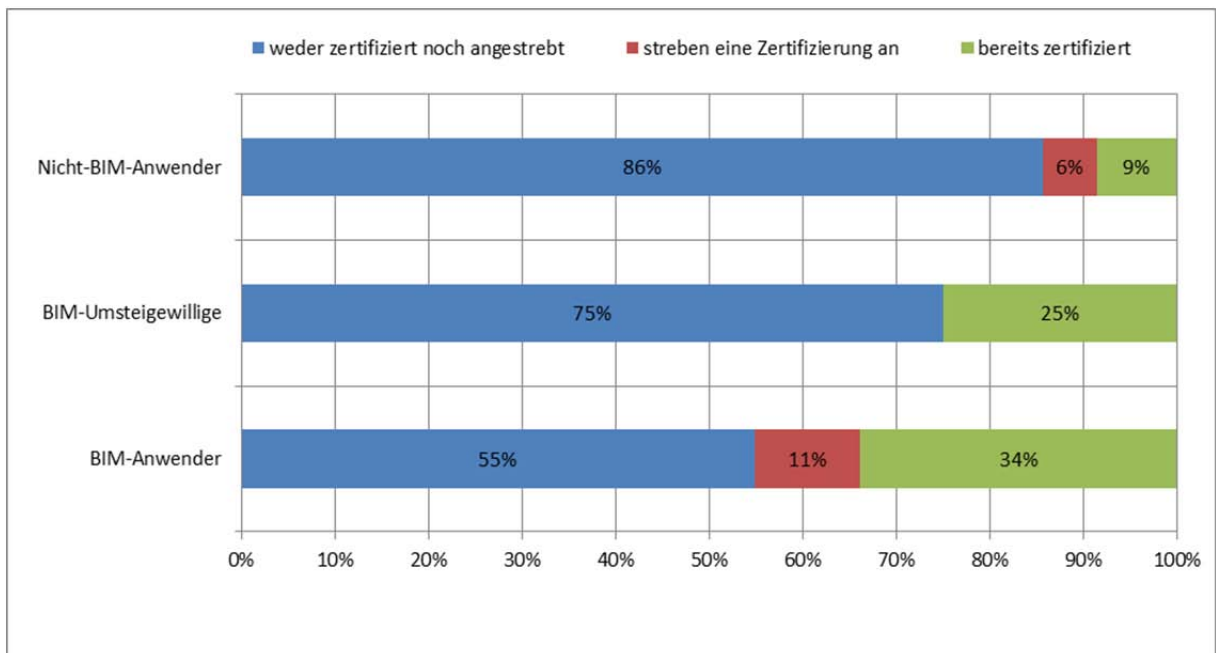


Abb. 6.48: DIN-ISO 9001 nach Anwendergruppen

6.4.5.2 Projekthandbücher

Nach DIN 69901-5 ist ein Projekthandbuch eine Zusammenstellung von Informationen, Standards und Regelungen, die für ein bestimmtes Projekt gelten. In der Regel beinhalten Projekthandbücher Festlegungen und Informationen zu Projektbeteiligten und Stakeholdern, den Verantwortlichkeiten im Projekt, verwendeten Standards, Richtlinien und Normen, sowie Datenaustauschvorgaben und Vorgaben zu Kommunikationsprozessen im Projekt.

Für einen strukturierten und reibungslosen Projektablauf sind Projekthandbücher, insbesondere wenn die Komplexität ansteigt, enorm wichtig. Die Antwortverteilung der Umfrageteilnehmer soll einen Überblick darüber geben, inwieweit Projekthandbücher in den einzelnen Zielgruppen etabliert sind.

Auf die Frage „In wie viel Prozent Ihrer Projekte verwenden Sie Projekthandbücher?“ konnten die Umfrageteilnehmer auf einer Skala von 0% bis 100% in 10%-Schritten Angaben machen. Aufgeschlüsselt nach den Zielgruppen ergeben sich folgende arithmetische Mittelwerte (vgl. Abb. 6.49).

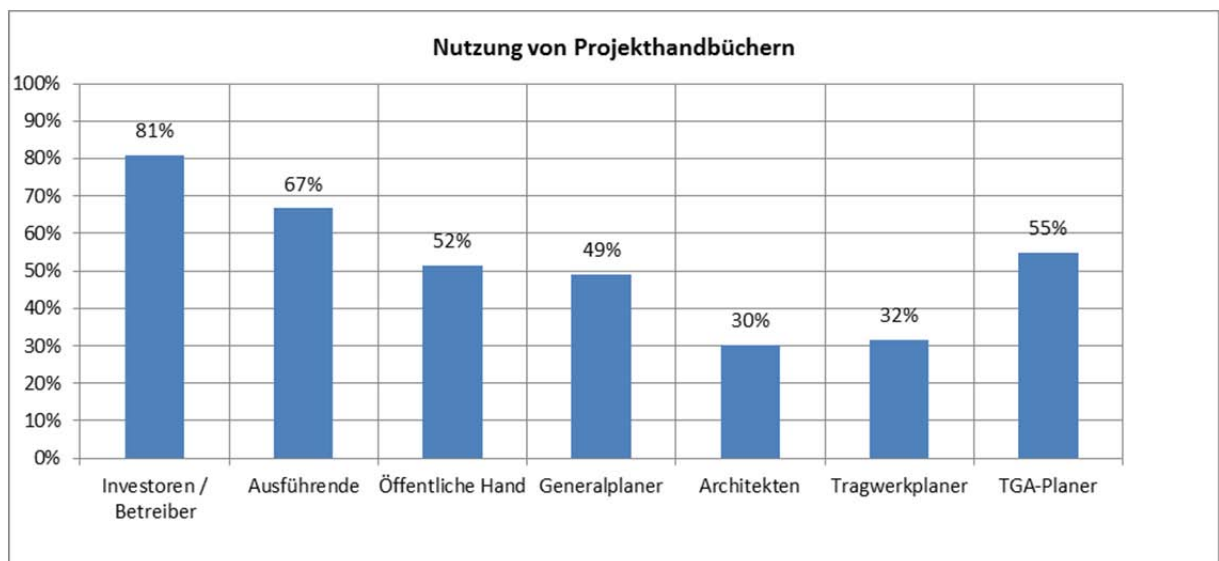


Abb. 6.49: Nutzung von Projekthandbüchern nach Zielgruppen

Investoren und Betreiber verwenden mit 81% am häufigsten Projekthandbücher zur Beschreibung projektbezogener Standards, gefolgt von den Ausführenden mit 67%. Nach Angaben der Umfrageteilnehmer verwenden die TGA-Planer, Generalplaner sowie Vertreter der Öffentlichen Hand im Durchschnitt bei jedem zweiten Projekt Projekthandbücher. Am seltensten werden Projekthandbücher von Architekten und Tragwerkplanern verwendet.

Wenn wir die Umfrageergebnisse bezüglich der Nutzung von Projekthandbüchern nach Anwendergruppen aufschlüsseln, ist eine Korrelation der Verwendung von Projekthandbüchern zu den Anwendergruppen ersichtlich (Abb. 6.50).

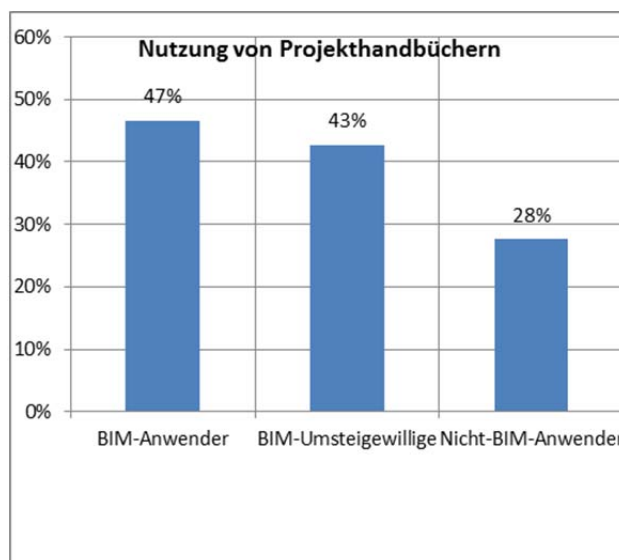


Abb. 6.50: Nutzung von Projekthandbüchern nach Anwendergruppen

6.4.5.3 Nutzung von Online-Projektplattformen oder Dokumenten-Management-Systemen

Bei der Frage „In wie viel Prozent Ihrer Projekte nutzen Sie Online-Projektplattformen oder Dokumenten-Management-Systeme?“ machen die Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Ausführenden, wie Abb. 6.51 zeigt, im arithmetischen Mittel die höchsten Angaben mit 61% der Projekte. TGA-Planer geben an, bei 52% ihrer Projekte Online-Projektplattformen oder Dokumenten-Management-Systeme zu verwenden. Generalplaner verwenden diese in 49% und Investoren und Betreiber in 42% ihrer Projekte. Die Angaben von Architekten (30%), Tragwerkplaner (31%) und Vertretern der Öffentlichen Hand (27%) bewegen sich im unteren Bereich.

6.4 Umfrageergebnisse - Status Quo

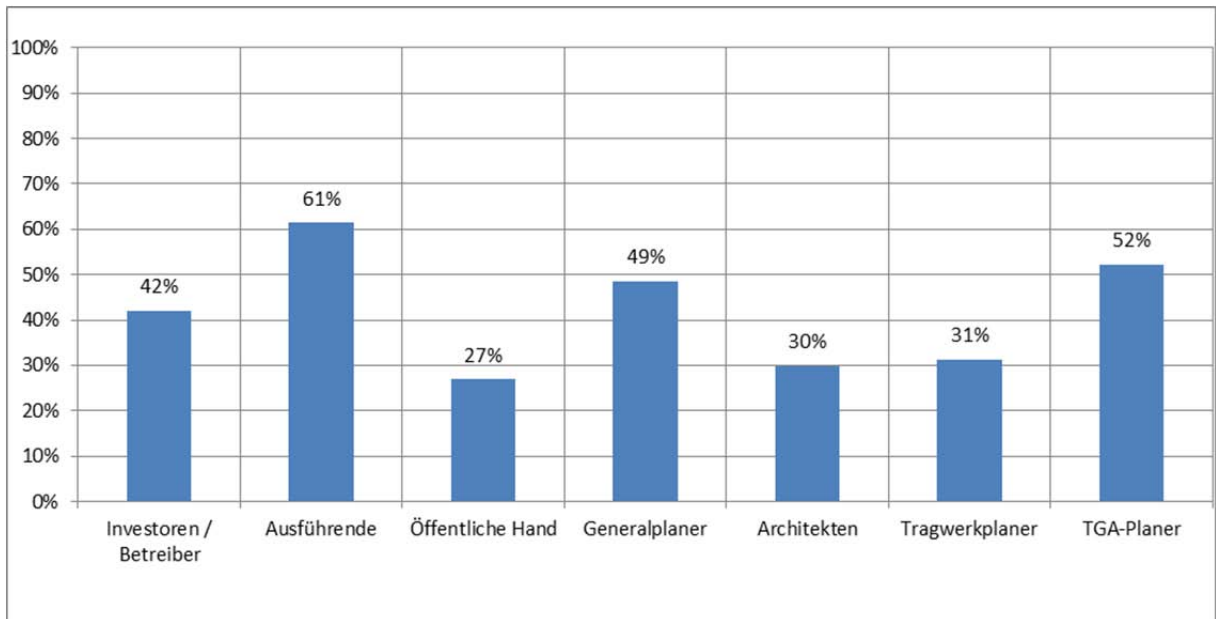


Abb. 6.51: Nutzung von Onlineplattformen nach Zielgruppen

Nach Anwendergruppen aufgeschlüsselt kristallisiert sich hier eine entsprechende Tendenz heraus (vgl. Kap. 6.4.5.1, Kap. 6.4.5.2). Auch bei der Verwendung von Online-Projektplattformen und Dokumenten-Management-Systemen sind die *BIM-Anwender* führend (vgl. Abb. 6.52). Sie geben in 42% ihrer Projekte an diese zu verwenden, während die *BIM-Umsteigewilligen* dies in 32% ihrer Projekte und die *Nicht-BIM-Anwender* sogar nur in 21% ihrer Projekte tun.

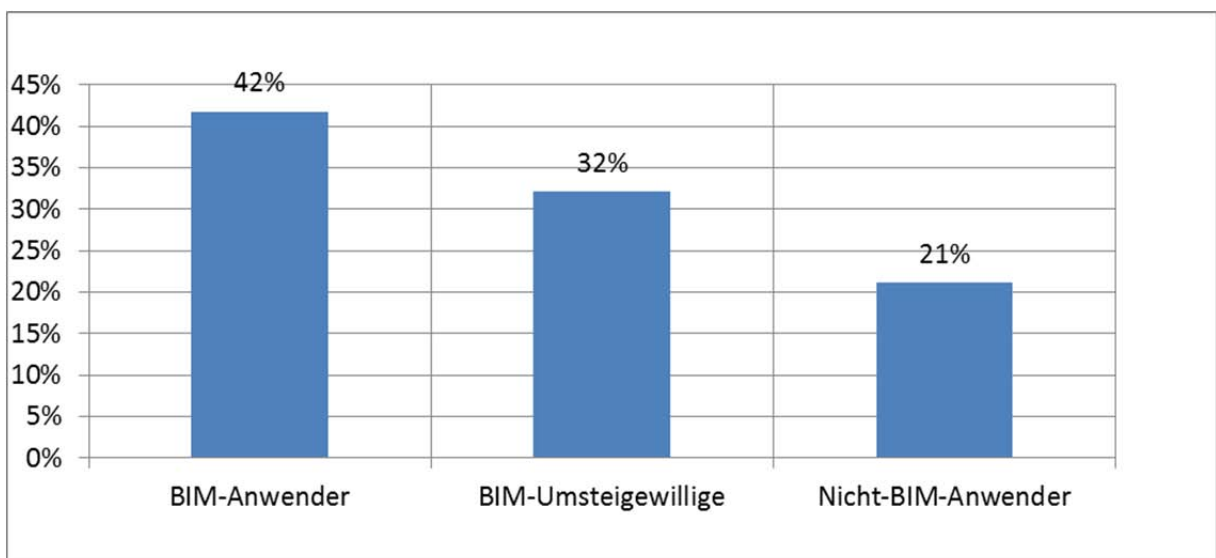


Abb. 6.52: Nutzung von Onlineplattformen nach Anwendergruppen

6.4.5.4 Qualitätssicherung

Für einen reibungslosen Austausch von Planungsdaten und zur Koordination von Planungsinhalten sollte ein Mindestmaß an Vorgaben bezüglich des Datenaustausches und der inhaltlichen und formalen Anforderungen gemacht werden. Diese Vorgaben können durchaus auch als Bestandteil von Projekthandbüchern verstanden werden. Die Umfrageteilnehmer wurden gebeten anzugeben, inwieweit sie Projektbeteiligten qualitätssichernde Standards vorgeben.

Bei der Gegenüberstellung der Angaben der Umfrageteilnehmer nach Zielgruppen (vgl. Abb. 6.53) wird deutlich, dass die Angaben der Planer sich insgesamt von den Angaben der übrigen betrachteten Zielgruppen unterscheiden. Ausführende, die Öffentliche Hand sowie Investoren und Betreiber, machen nach Angaben der Umfrageteilnehmer weitreichendere Vorgaben bezüglich der inhaltlichen und formalen Qualität, wie auch des Datenaustausches als die Vertreter der einzelnen Disziplinen der Planenden. Mit Ausnahme von Ausführenden und Generalplanern scheint bei allen Zielgruppen der Datenaustausch im Vordergrund zu stehen, wenn auch bei den Planern insgesamt auf einem eher niedrigeren Niveau.

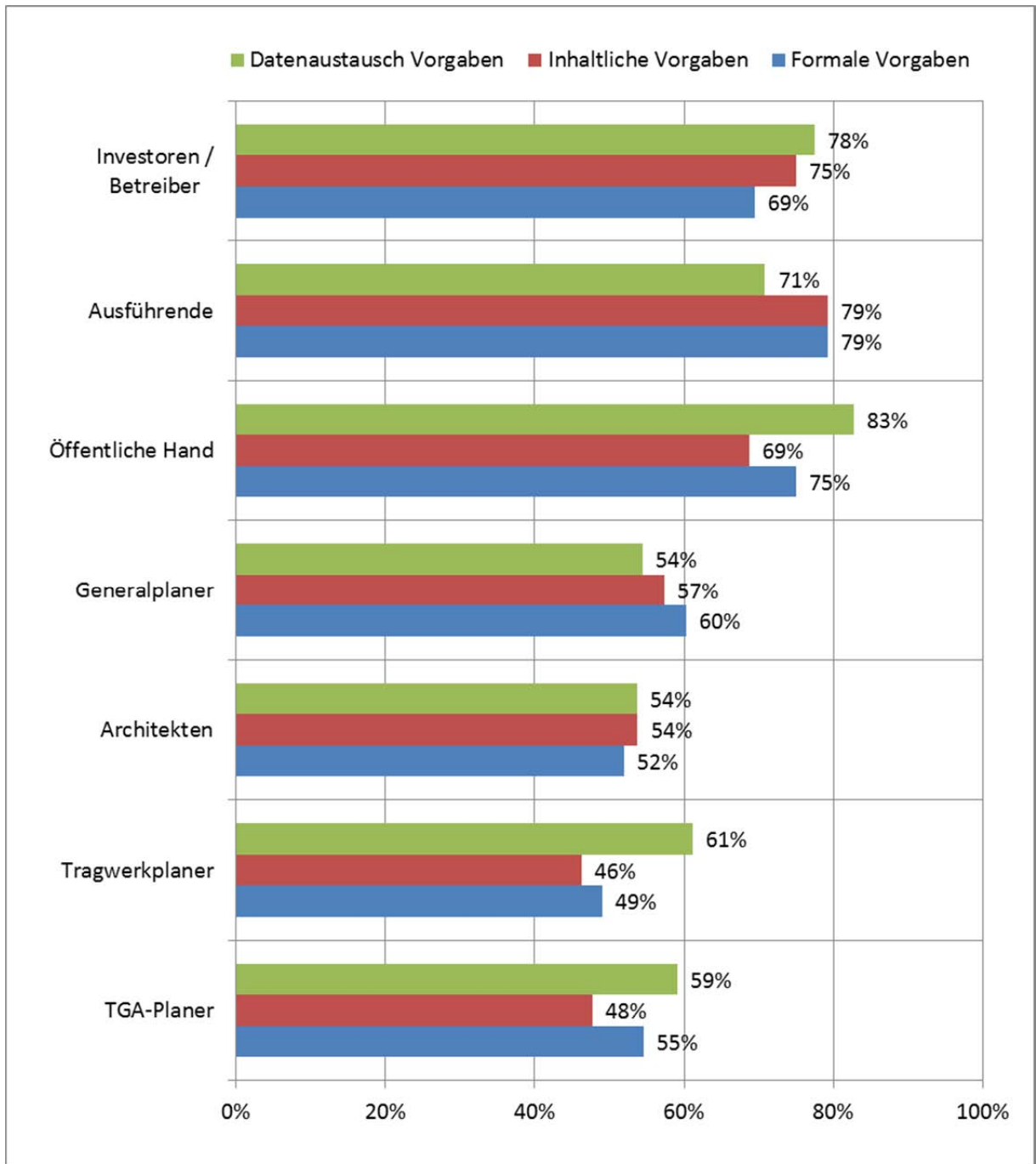


Abb. 6.53: "Inwieweit werden Projektbeteiligten qualitätssichernde Standards vorgeben"

Auf der anderen Seite ist es interessant zu vergleichen, inwieweit die qualitätssichernden Vorgaben auch tatsächlich eingehalten werden, beziehungsweise inwieweit die Planungsunterlagen den jeweiligen Anforderungen genügen. Das Abstimmungsverhalten der Umfrageteilnehmer zu der Frage „In welcher Qualität erhalten Sie Ihre Planungsunterlagen?“ (Abb. 6.54) weißt mit Ausnahme von Architekten und Tragwerkplanern leichte Korrelationen zur vorhergehenden Fragestellung (Abb. 6.53) auf. Die Zufriedenheit mit der Qualität der erhaltenen

Planungsunterlagen scheint bei allen Zielgruppen - mit der Ausnahme von Architekten und Tragwerkplanern - mit dem Maß an Vorgaben zu korrelieren.

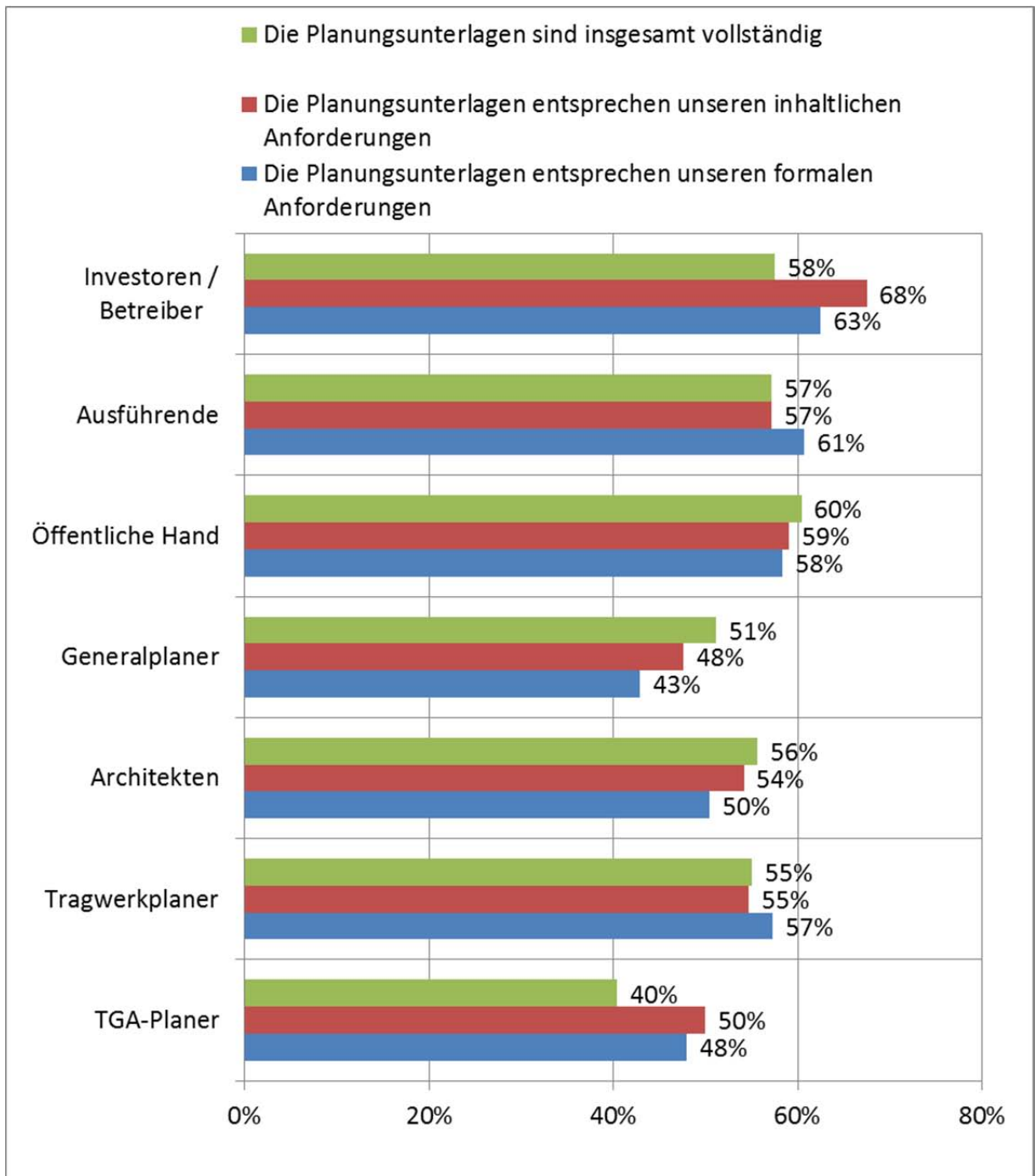


Abb. 6.54: "In welcher Qualität erhalten sie Ihre Planungsunterlagen?"

6.4.6 Prozessorientiertes Denken

Mit den im folgenden Abschnitt analysierten Fragestellungen soll das derzeitige Prozessverständnis der verschiedenen Zielgruppen untersucht werden.

6.4.6.1 Zuständigkeiten und Prozesse

Für einen strukturierten und effizienten Arbeitsablauf innerhalb des Unternehmens müssen zumindest einige grundlegende Zuständigkeiten und Prozesse definiert sein. Hierzu gehören klare Zuordnungen von Aufgaben und Verantwortlichkeiten, Beschreibung von Arbeits- und Entscheidungsprozessen sowie Beschreibung der Wechselwirkungen und Abhängigkeiten von Prozessen. Die Umfrageteilnehmer wurden gebeten anzugeben, inwieweit die genannten Zuständigkeiten und Prozesse in ihren Unternehmen geregelt sind. Die arithmetischen Mittel der Angaben sind in der Abb. 6.55 nach den Zielgruppen aufgeschlüsselt dargestellt.

Aufgaben und Verantwortlichkeiten sind nach Angaben der Umfrageteilnehmer bei fast allen Unternehmen am stärksten geregelt, jedoch nicht bei allen Zielgruppen im gleichen Maße. Während die Ausführenden einen insgesamt sehr hohen Wert von 88% und Investoren und Betreiber von 85% angeben, liegt der angegebene Wert bei Architekten bei nur 64%.

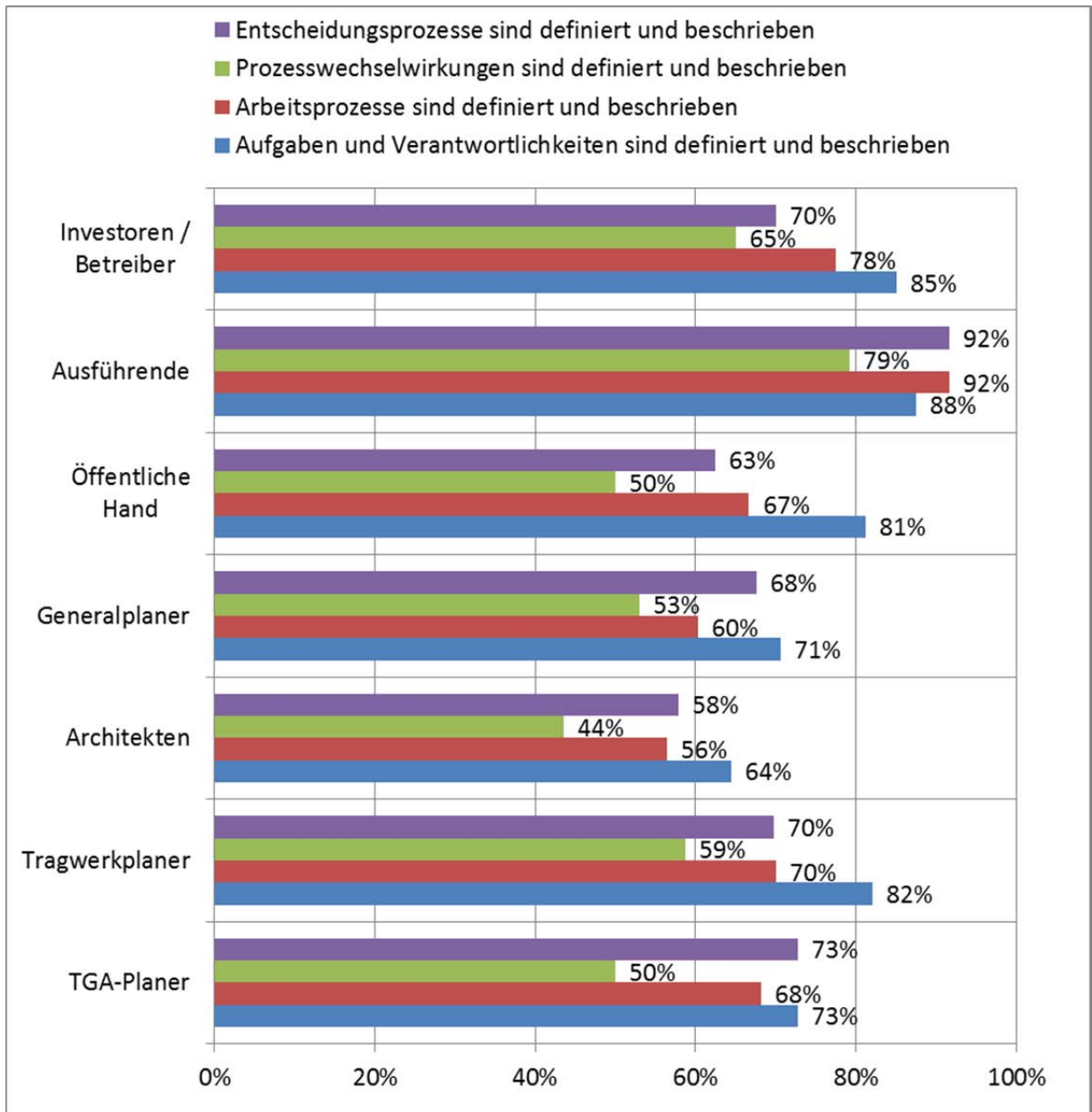


Abb. 6.55: "Inwieweit sind Zuständigkeiten und Prozesse in den Unternehmen geregelt"

Bei den Angaben zu den Arbeitsprozessen sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Zielgruppen noch größer. Auch hier sind die Angaben der Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Ausführenden mit durchschnittlich 92% am höchsten, gefolgt von den Investoren und Betreibern mit 78%. Die Angaben der Architekten sind auch hier mit 56% vergleichsweise niedrig. Zur Frage, inwieweit Prozesswechselwirkungen definiert und beschrieben sind, geben die Umfrageteilnehmer aller Zielgruppen tendenziell geringere Werte an. Auch hier ergeben sich bei den Ausführenden mit 79% die höchsten und bei den Architekten mit 44% die niedrigsten Werte.

Im Vergleich dazu sind die Angaben zum Grad der Definition und Beschreibung von Entscheidungsprozessen bei allen Umfrageteilnehmern höher. Bei allen Zielgruppen sind diese durchaus mit den Angaben zu den Arbeitsprozessen vergleichbar.

Zusammenfassend betrachtet, geben im Rahmen dieser Umfrage die Ausführenden an, die Zuständigkeiten und Prozesse in einem sehr hohen Maße definiert und beschrieben zu haben. Die Investoren und Betreiber, die zwar insgesamt geringe Angaben gemacht haben, sind im Vergleich zu den übrigen Zielgruppen in der Summe die zweithöchsten. In der Gruppe der Planer sind die größten Unterschiede zwischen den Angaben der Architekten und Tragwerkplanern festzustellen. Während die Tragwerkplaner höhere bis mittlere Angaben gemacht haben, sind die Angaben der Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Architekten in allen abgefragten Bereichen die niedrigsten. Die Angaben der Vertreter der Öffentlichen Hand bewegen sich mit Ausnahme der Angaben zu Prozesswechselwirkungen, die recht gering ausfallen, im Mittelfeld.

6.4.6.2 Kontinuierliche Prozess-Verbesserung

Festlegungen von Verantwortlichkeiten sowie die Definition und Beschreibung von Prozessen sind wichtige Bestandteile des Qualitätsmanagements eines Unternehmens. Darüber hinaus gehört aber auch die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen und Abläufen zu den Kernaufgaben des Qualitätsmanagements.

Um einen groben Überblick zu bekommen, inwieweit kontinuierliche Verbesserungsprozesse in den Unternehmen etabliert sind, wurden die Umfrageteilnehmer gebeten, Angaben zur Regelmäßigkeit von Evaluierung, Bewertung und Verbesserung von kundenbezogenen Prozessen, Kooperationsprozessen, Managementprozessen sowie unternehmensinternen Prozessen zu machen.

Die Angaben der Umfrageteilnehmer aus den einzelnen Zielgruppen unterscheiden sich zum Teil gravierend voneinander (vgl. Abb. 6.56). Im arithmetischen Mittel sind die Angaben der Ausführenden zu den kontinuierlichen Verbesserungsprozessen am höchsten, gefolgt von den Angaben der Investoren und Betreiber, bei denen sich lediglich die Angaben zur Regelmäßigkeit der Verbesserung von Managementprozessen stärker von den Angaben der Ausführenden unterscheiden. Die Angaben der Planer bewegen sich insgesamt im Mittelfeld. Auch hier sind die Angaben der Architekten in der Summe die niedrigsten in der Gruppe der Planer.

Die Angaben der Umfrageteilnehmer aller Zielgruppen, mit Ausnahme der Vertreter der Öffentlichen Hand, haben im Vergleich zueinander tendenziell ähnliche Angaben zu kontinuierlichen Verbesserungsprozessen gemacht, wie auch zu der Regelung von

Zuständigkeiten und Prozessen. Diese, in der Tendenz ähnliche Gewichtung der Angaben in Bezug auf Zuständigkeiten und Prozesse sowie den kontinuierlichen Verbesserungsprozessen, lag auch im Bereich der Erwartung.

Die Angaben der Vertreter der Öffentlichen Hand weichen an dieser Stelle jedoch stark von dieser Tendenz der Angaben aller übrigen Umfrageteilnehmer ab. Die insgesamt sehr niedrigen Werte, welche die Vertreter der Öffentlichen Hand zu kontinuierlichen Verbesserungsprozessen angeben, können als Indiz dafür gesehen werden, dass das Qualitätsmanagement bei der Öffentlichen Hand, zumindest im Rahmen der Umfrageteilnehmer, wenig entwickelt ist (vgl. Kap.6.4.5.1).

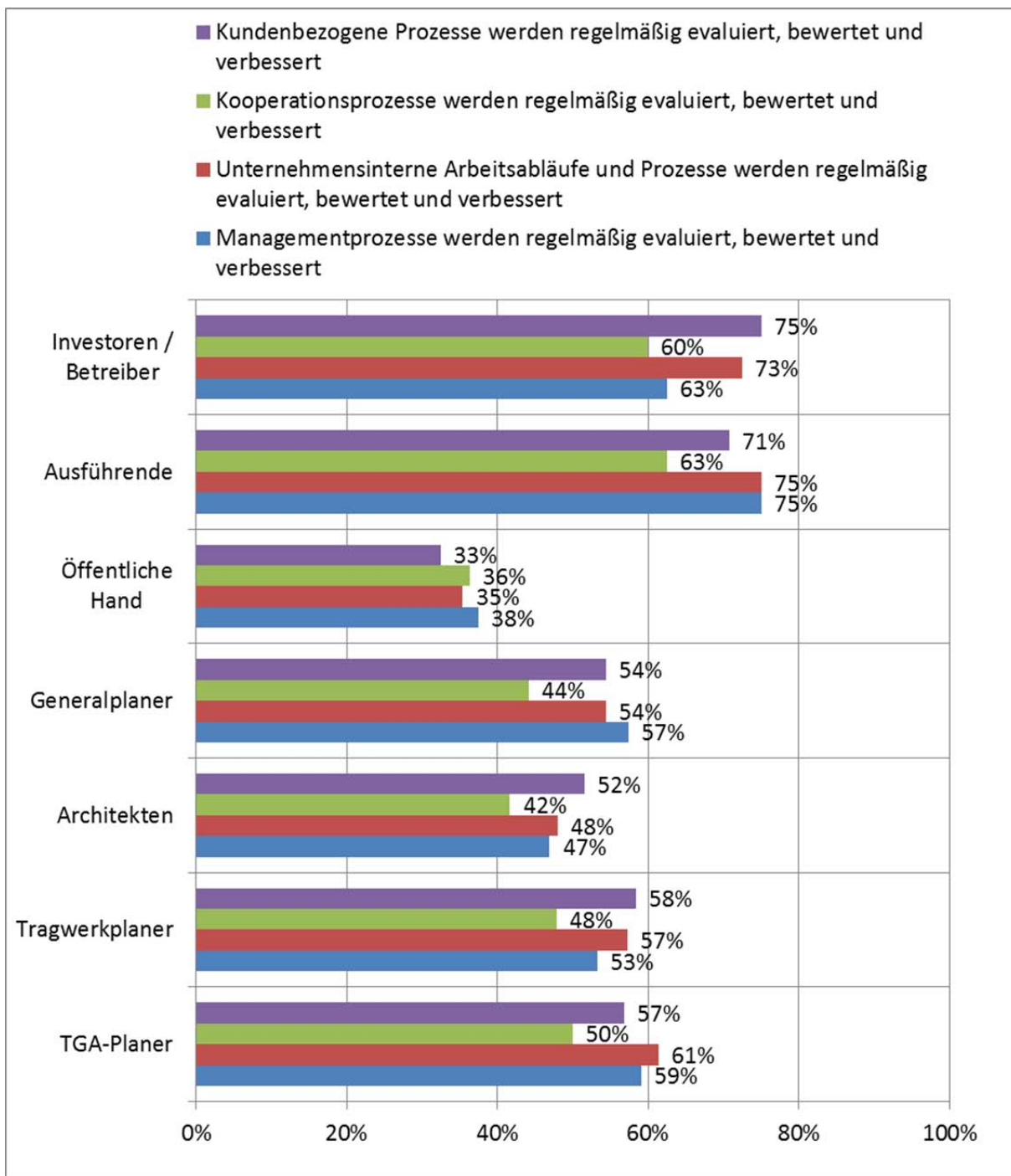


Abb. 6.56: Regelmäßigkeit der Evaluierung, Bewertung und Verbesserung von Prozessen

6.4.6.3 Zuständigkeiten Verbesserungsprozesse

Auf die Frage „*Wer ist in ihrem Unternehmen für die Festlegung und kontinuierliche Verbesserung der Standards und Prozessdefinitionen zuständig?*“ war das Abstimmungsverhalten der Umfrageteilnehmer aus den unterschiedlichen Zielgruppen sehr

individuell (vgl. Abb. 6.57). Während die Verantwortlichkeiten bei der Öffentlichen Hand mit einem Schwerpunkt bei Projektleitern und beim Management eher gleichmäßiger verteilt sind, verteilen sich diese bei den übrigen Zielgruppen stärker. Bei den Ausführenden liegt die Zuständigkeit mit 63% eher beim Management. Vertreter der Zielgruppe der Investoren und Betreiber sehen die Verantwortung mit 80% stärker bei den Projektleitern, gefolgt von der Geschäftsleitung mit 60%.

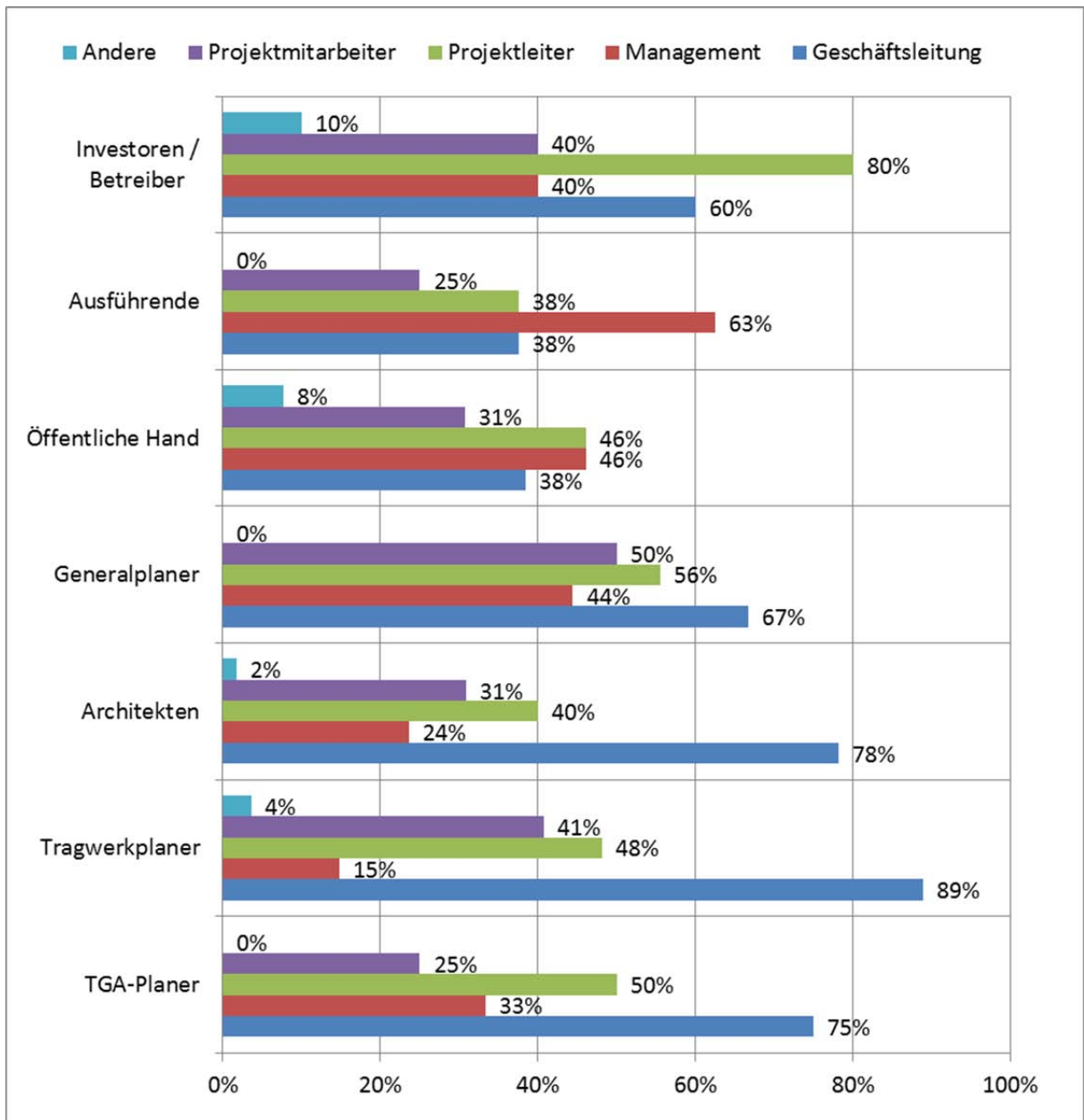


Abb. 6.57: Zuständigkeit für Festlegungen und kontinuierliche Verbesserung der Standards und Prozessdefinitionen

Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Planer sehen zwar unabhängig von ihrer Fachdisziplin die Hauptzuständigkeit für die Festlegung und kontinuierliche Verbesserung von Standards und Prozessdefinitionen bei der Geschäftsleitung, gewichten ihre Angaben aber doch recht unterschiedlich.

Die Angaben der Generalplaner lassen darauf schließen, dass, obwohl die Geschäftsleitung hier die Hauptverantwortung trägt (67%), die Mitarbeiter aller Hierarchiestufen ebenfalls einen höheren Beitrag leisten und somit alle Mitarbeiter ihren Beitrag zur strukturierten und effizienten Arbeitsweise beitragen. Architekten (78%), Tragwerkplaner (89%) und TGA-Planer (75%) geben in einem sehr hohen Maße an, dass die Geschäftsleitung hier mit großem Abstand die Hauptverantwortung trägt. Da der Anteil an kleinen und sehr kleinen Unternehmen bei den Planern groß ist, können diese Angaben auch mit der fehlenden Managementebene in kleineren Unternehmen zusammenhängen.

6.4.7 Wirtschaftliche Aspekte

Ausführende, Planer sowie Investoren und Betreiber sind gewinnbringend orientierte Unternehmen und brauchen wirtschaftlichen Erfolg, um auf dem Markt bestehen zu können. Auch die Öffentliche Hand ist dazu angehalten, wirtschaftlich zu arbeiten. Einige grundlegende und einfache Instrumente für die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit sind Bilanzierungen von Projekten, Ermittlungen von Büro- und Ingenieurstundensätzen und Nutzwertanalysen von Investitionen. Um einen Überblick über das wirtschaftliche Handeln innerhalb der Zielgruppen zu ermitteln, wurden die Umfrageteilnehmer gebeten anzugeben, inwieweit folgende Aussagen auf sie zutreffen (Abb. 6.58, Abb. 6.59):

- *„Büro- und Ingenieurstundensätze werden regelmäßig ermittelt“*
- *„Projekte werden hinsichtlich ihrer Rentabilität bilanziert“*
- *„Investitionen werden hinsichtlich ihres Nutzwertes bewertet“*

Die Angaben der Ausführenden unterscheiden sich bei dieser Gegenüberstellung sehr deutlich von den übrigen Zielgruppen. Zu allen drei Aussagen geben sie eine sehr hohe Zustimmung von 92% im arithmetischen Mittel an. Diese Angaben sind ein deutliches Indiz für eine stark wirtschaftlich orientierte Unternehmensführung. Die Angaben von Planern und Investoren unterscheiden sich voneinander nur geringfügig, jedoch deutlich von den Ausführenden und bewegen sich eher im Mittelfeld. Während Investoren Projekte häufiger bilanzieren als die Planer, geben die Planer an, Investitionen hinsichtlich ihres Nutzwertes häufiger zu bewerten (vgl. Abb. 6.58). Die Zustimmungen der Vertreter der Öffentlichen Hand fallen im Vergleich zu

den anderen Zielgruppen in allen drei abgefragten Bereichen am geringsten aus. Dies ist ein Indiz dafür, dass wirtschaftliches Denken und Handeln dort einen geringeren Stellenwert zu haben scheint als bei Planern und Investoren und einen deutlich geringeren als bei ausführenden Umfrageteilnehmern.

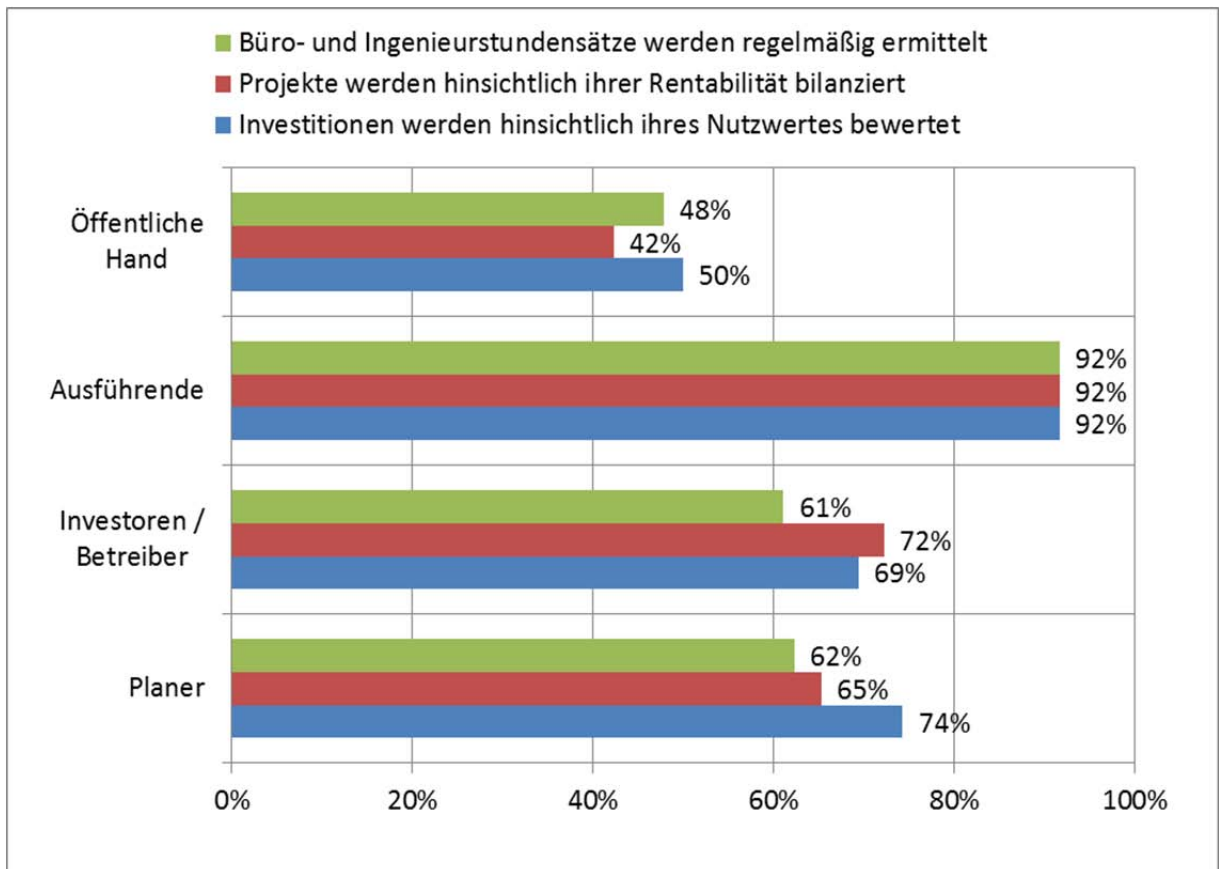


Abb. 6.58: Bilanzierungen nach Zielgruppen

Bei näherer Betrachtung der Angaben der Zielgruppe der Planer sind bei den verschiedenen Disziplinen geringfügige Unterschiede zu erkennen (vgl. Abb. 6.59). Nutzwertbewertungen von Investitionen werden bei Tragwerkplanern und TGA-Planern geringfügig häufiger durchgeführt als bei Architekten oder Generalplanern. Für die Regelmäßigkeit der Ermittlung von Büro- und Ingenieurstundensätzen geben die Generalplaner die höchsten Angaben (82%) an, gefolgt von den TGA-Planern (73%). Tragwerkplaner (62%) und Architekten (61%) geben an, dies weniger häufig zu tun. Auch bei der Häufigkeit der Bilanzierung von Projekten hinsichtlich ihrer Rentabilität machen die Tragwerkplaner (61%) und Architekten (65%) die geringsten Angaben.

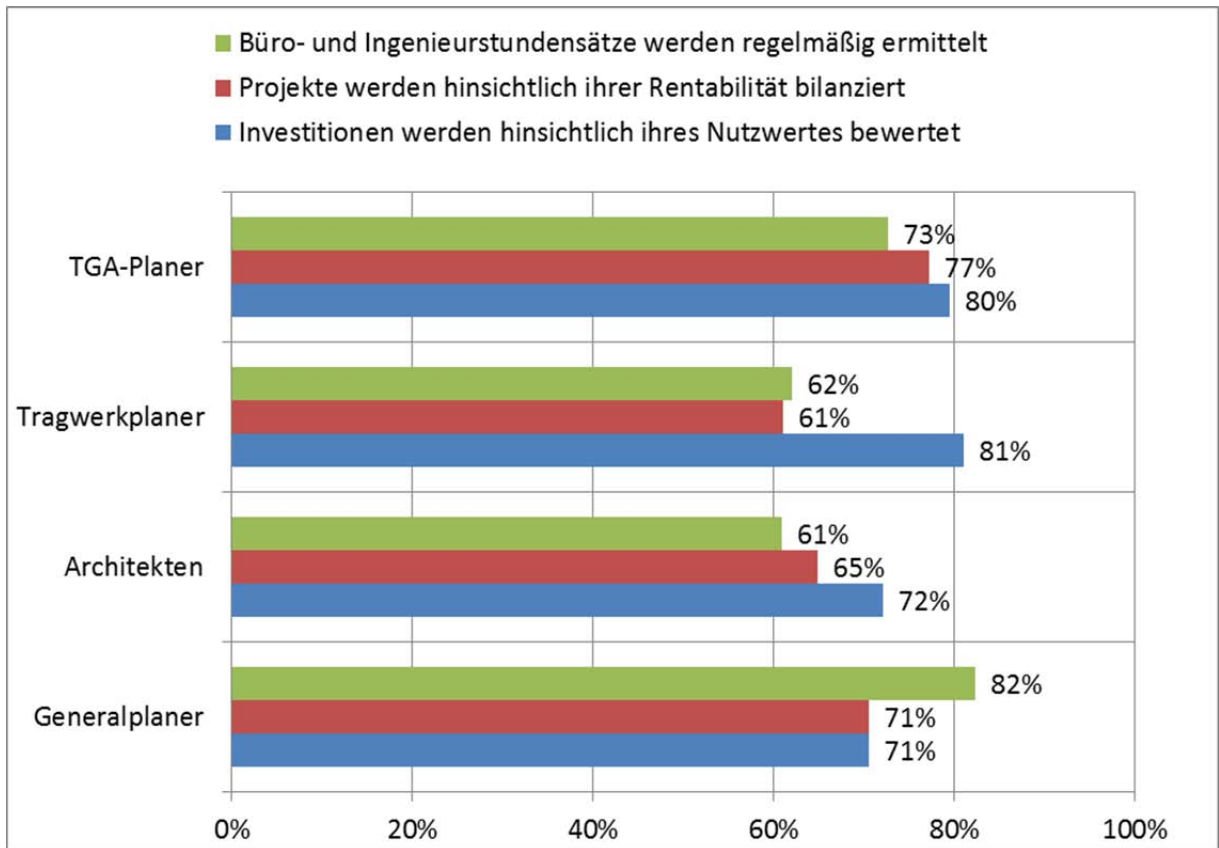


Abb. 6.59: Bilanzierungen nach Zielgruppen (Planer)

6.4.8 Fortbildung

Fortbildungsmaßnahmen stellen Investitionen in die Mitarbeiter des jeweiligen Unternehmens dar. Sie dienen aus Unternehmenssicht der Qualitätsverbesserung und Effizienzsteigerung. Aus Sicht der Mitarbeiter stärken Fortbildungsmaßnahmen grundsätzlich die eigene Position im Unternehmen. Demnach sollten die abgefragten Indikatoren im höheren Bereich liegen.

Um den Umgang mit Fortbildungsmaßnahmen abzufragen, wurden die Umfrageteilnehmer mit drei Aussagen konfrontiert und gebeten anzugeben, inwieweit diese Aussagen auf sie zutreffen.

- Fortbildungsmaßnahmen liegen in der Eigenverantwortung der Mitarbeiter
- Fortbildungsmaßnahmen werden von der Geschäftsleitung aktiv unterstützt
- Fortbildungsmaßnahmen werden regelmäßig durchgeführt
- Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodik-Training

Umfrageteilnehmer aller untersuchten Zielgruppen machen, wie Abb. 6.60 zeigt, durchgehend höhere Zustimmungen zur Aussage, dass Fortbildungsmaßnahmen aktiv von der Geschäftsleitung unterstützt werden, als zur Eigenverantwortung der Mitarbeiter.

Die aktive Unterstützung von Fortbildungsmaßnahmen durch die Geschäftsleitung ist in der Gruppe der Ausführenden mit 92% Zustimmung am größten, gefolgt von der Öffentlichen Hand (77%) sowie Investoren und Betreibern (75%). Bei den Planern fällt sie mit 68% am geringsten aus. Die Eigenverantwortung der Mitarbeiter wird von den Umfrageteilnehmern insgesamt geringer angegeben als die aktive Unterstützung durch die Geschäftsleitung. Die höchsten Angaben hierzu machen mit 56% die Investoren und Betreiber, mit 52% die Vertreter der Öffentlichen Hand, gefolgt von den Planern mit 47%. Umfrageteilnehmer, die zur Gruppe der Ausführenden gehören, geben mit 42% die geringste Zustimmung zu dieser Aussage. Die Regelmäßigkeit der Fortbildungsmaßnahmen scheint im Vergleich eher von der Aktivität der Geschäftsleitung als von der Eigenverantwortung der Mitarbeiter abzuhängen.

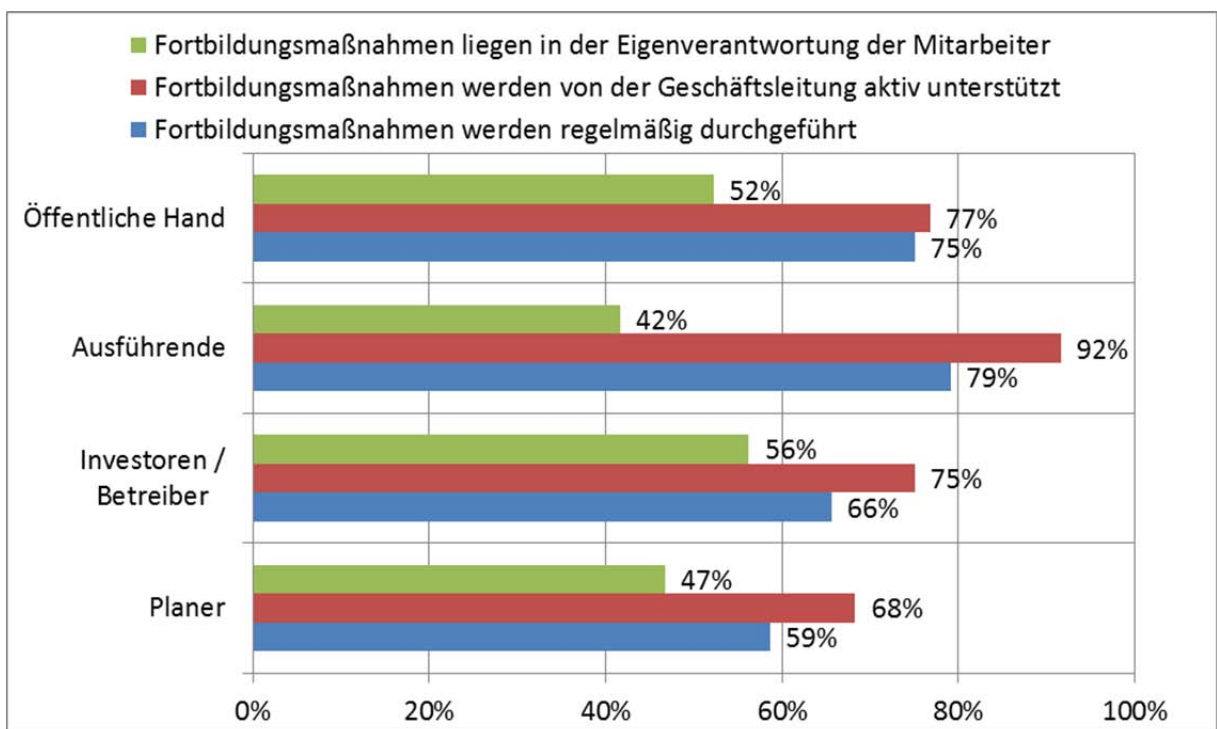


Abb. 6.60: Umgang mit Fortbildungsmaßnahmen nach Zielgruppen

Bei näherer Betrachtung der Angaben der Umfrageteilnehmer aus der Gruppe der Planer können wir durchaus größere Unterschiede bei den einzelnen Disziplinen feststellen (vgl. Abb. 6.61). Die aktive Unterstützung von Fortbildungsmaßnahmen durch die Geschäftsleitung ist bei den TGA-Planern mit 84% am größten, gefolgt von den Tragwerkplanern, die mit 78% ebenfalls im

höheren Bereich liegen. Bei Architekten fällt diese mit 65% und bei Generalplanern mit 64% am geringsten aus. Die Eigenverantwortung der Mitarbeiter wird von den Tragwerkplanern mit 44% am geringsten angegeben, gefolgt von den Architekten mit 49%. Die Angaben der TGA-Planer mit 55% und der Generalplaner mit 56% sind hier am höchsten. Bei der Regelmäßigkeit der Fortbildungsmaßnahmen geben die TGA-Planer ebenfalls die höchste Zustimmung mit 70%, gefolgt von den Generalplanern mit 68% und den Tragwerkplanern mit 62%. Bei Architekten fällt die Zustimmung hierzu mit 57% am geringsten aus.

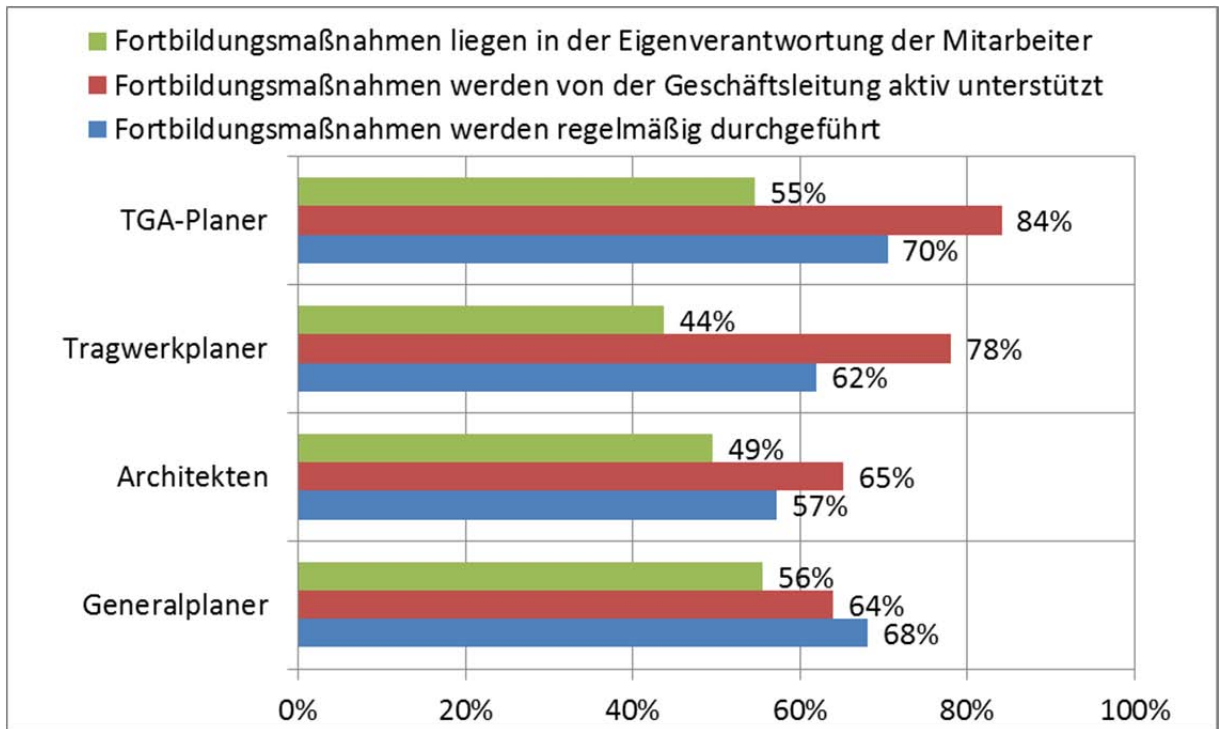


Abb. 6.61: Umgang mit Fortbildungsmaßnahmen nach Zielgruppen (Planer)

Bei der Betrachtung des Abstimmungsverhaltens bezüglich der Regelmäßigkeit von Software- und Methodik-Training (Abb. 6.62) erhalten wir ähnliche Unterschiede zwischen den betrachteten Zielgruppen. Allerdings fallen die Angaben zur Regelmäßigkeit von Software- und Methodik-Training niedriger aus, als die Angaben zu Fortbildungsmaßnahmen allgemein (Abb. 6.61).

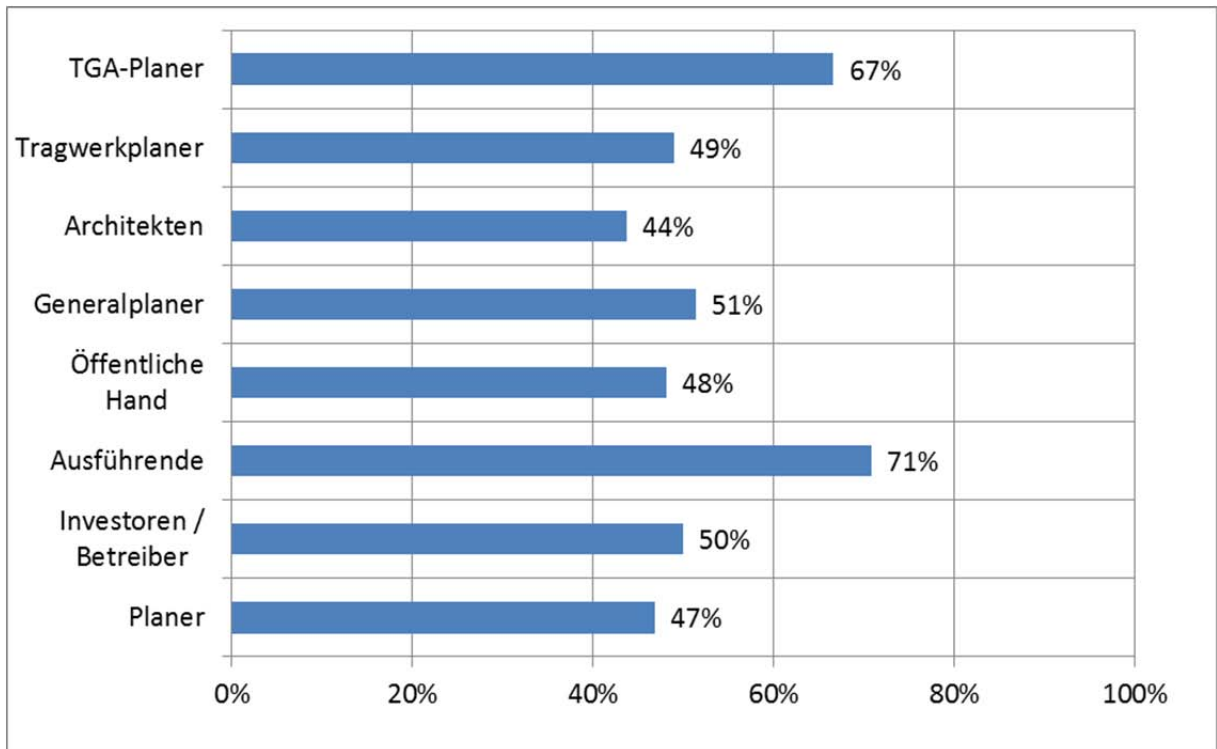


Abb. 6.62: Umgang mit Fortbildungsmaßnahmen, Software- und Methodik-Training

6.4.9 Fazit Ermittlung Status Quo

Wie die Umfrageergebnisse aller Zielgruppen zeigen, ist der generelle Anwendungsgrad der BIM-Methodik erfreulicherweise bereits recht hoch. Allerdings stellt BIM nur eine Methode unter mehreren dar und kommt nur in Ausnahmefällen als alleinige Strategie innerhalb der Unternehmen bzw. Projekte zum Einsatz. So kommen im Durchschnitt zwei bis drei unterschiedliche Methoden zur Anwendung. Den höchsten Anwendungsgrad hat dabei bislang nach wie vor das Arbeiten in 2D.

Wie in Kapitel 6.5.1 später noch tiefergehend ausgeführt, ist der Anwendungsgrad der BIM-Methodik sehr stark vom jeweiligen Prozess abhängig: In den frühen Planungsphasen ist die Nutzungsintensität recht hoch und tritt in den nachgelagerten Prozessen gegenüber anderen Methoden wieder eher in den Hintergrund.

Bezogen auf die Projektgröße kommt BIM stärker bei größeren Projekten über 2 Mio € zum Einsatz. Ein ähnlicher Zusammenhang konnte auch bezüglich der Unternehmensgröße festgestellt werden: In Unternehmen bis 10 Mitarbeiter sind überdurchschnittlich viele Nicht-BIM-Anwender vertreten, BIM-Anwender hingegen repräsentieren überdurchschnittlich die

mittelständischen Unternehmen mit 31 bis 300 Mitarbeitern. Bei Unternehmensgrößen über 300 Mitarbeiter liegt ein überdurchschnittlich hoher Anteil an *BIM-Umsteigewilligen* vor.

Auch beim Thema Datenaustausch und Planungsabgleich lässt sich ein ähnliches Bild zeichnen: Die dominierenden Austauschformate, unabhängig von den betrachteten Zielgruppen oder Anwendergruppen, sind nach wie vor Papier, PDF und DWG. Modellorientierte Austauschformate werden auch von *BIM-Anwendern* derzeit noch recht selten genutzt. Dies kann als ein Indiz für fehlende modellorientiert arbeitende Kooperationspartner oder unzureichende technische Schnittstellen (vgl. Abschnitt 6.5.4.2) gewertet werden.

Die Aufweitung der Umfrage zur Art der Unternehmensführung führte zur Aufdeckung sehr interessanter Zusammenhänge: BIM wird derzeit vor allem von Akteuren genutzt, die Wert auf effiziente Unternehmensführung legen. Die größten Korrelationen ließen sich bei der Analyse der Fragestellungen zum Qualitätsmanagement, zum Projektmanagement sowie zur Prozessorientierung feststellen:

So gaben 34% der *BIM-Anwender* an, dass Ihr Unternehmen nach DIN-ISO 9001 zertifiziert sei, auf der anderen Seite nur 9% der *Nicht-BIM-Anwender*. Die *BIM-Umsteigewillige* liegen mit 25% dazwischen.

Auch bei den Angaben zur Häufigkeit der Verwendung von Projekthandbüchern sind die Angaben der *BIM-Anwender* mit 47% am höchsten. *Nicht-BIM-Anwender* gaben hingegen an, in 28% der Projekte Projekthandbücher zu verwenden.

Bei den Angaben zur Häufigkeit der Nutzung von Online-Projektplattformen sind die Angaben der *BIM-Anwender* mit 42% doppelt so hoch wie die Angaben der *Nicht-BIM-Anwender*.

Aus den Angaben zur Zuständigkeit für die Festlegungen und kontinuierliche Verbesserung der Standards und Prozessdefinitionen werden ebenfalls große Unterschiede zwischen den Anwendergruppen sichtbar: Während bei den *BIM-Umsteigewilligen* und den *BIM-Anwendern* die Verantwortung eher ausgewogen verteilt ist, konzentriert sich die Verantwortung bei den *Nicht-BIM-Anwendern* überwiegend bei der Geschäftsleitung.

Bei den prozessorientierten Fragen lassen die Angaben der Umfrageteilnehmer aus der Zielgruppe der Ausführenden darauf schließen, dass diese sehr stark prozessorientiert agieren. Die Angaben der Vertreter der Öffentlichen Hand und der Gruppe der Planer, insbesondere die der Architekten, lassen auf eine wenig prozessorientierte Arbeitsweise schließen.

Bei der Gegenüberstellung nach Anwendergruppen fallen die Angaben der *Nicht-BIM-Anwender*, insbesondere bei den Angaben zu Prozesswechselwirkungen auf. Auch bei der Festlegung von Entscheidungsprozessen sowie von Aufgaben und Verantwortlichkeiten liegen die Angaben der *Nicht-BIM-Anwender* hinter den Angaben von *BIM-Anwendern* und *BIM-Umsteigewilligen*.

Auch die Angaben der *Nicht-BIM-Anwender* zur Ermittlung der Bürostundensätze fallen im Vergleich zu den anderen Anwendergruppen geringer aus

6.5 Überprüfung der Hypothesen zu Potentialen und Hemmnissen

Der Fokus der Untersuchung liegt auf der Aufdeckung hemmender Faktoren für die Implementierung der BIM Methodik. Das folgende Kapitel untersucht dazu zunächst die Art des derzeitigen Einsatzes und stellt Fragen zur Einführung und Umstellung. Darauf aufbauend folgen Fragen zu den bereits erfahrenen oder eingeschätzten Potentialen der Methode sowie zu den Hemmnissen bei der Implementierung. Zur Vorbereitung der Untersuchung wurden im Vorfeld Arbeitshypothesen aufgestellt (vgl. Kapitel 5.2.2), die im Rahmen der Umfrage evaluiert werden konnten.

6.5.1 Modellorientierte Arbeitsweise

Zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen wurden für die Umfrage Fragenblöcke konzipiert und an modellorientiert arbeitende Umfrageteilnehmer gerichtet. Diese wurden aufgefordert, neben allgemeinen Fragen zur Nutzungsintensität von modellorientierten Werkzeugen, Umgang mit Modelldaten und der Vorgehensweise bei der Umstellung auf die Planungsmethode BIM, ihre Erfahrungen mit der modellorientierten Arbeitsweise bezüglich unterschiedlicher Qualitätsmerkmale anzugeben. Da es sich bei diesen Aussagen um subjektive Erfahrungen handelt, sind rein quantitative Auswertungen nicht sinnvoll. Die Angaben der Befragten geben viel mehr den Grad der Zufriedenheit für die jeweiligen Aspekte, bezogen auf die modellorientierte Arbeitsweise wieder. Die Hypothesen können durch den Grad der Zufriedenheit validiert werden.

Bei der Abfrage der Nutzungsintensität konnten die Umfrageteilnehmer angeben, wie intensiv sie die modellorientierten Werkzeuge in den jeweiligen Bereichen anwenden. Die einzelnen Angaben der *BIM-Anwender* wurden entsprechend gewichtet und im folgenden Diagramm zusammengefasst.

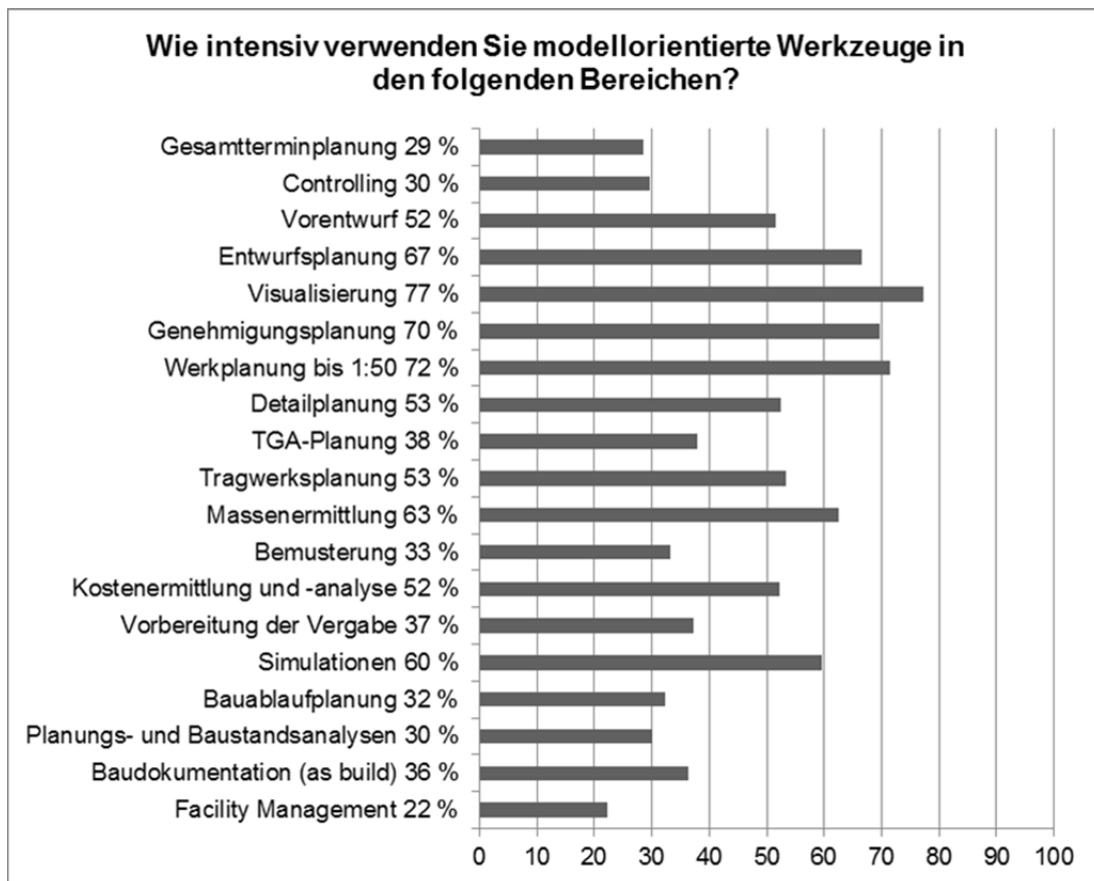


Abb. 6.63: "Wie intensiv verwenden sie modellorientierte Werkzeuge in den folgenden Bereichen?"

Die Nutzungsintensität der modellorientierten Werkzeuge ist insgesamt mit einer angegebenen Nutzungsintensität von bis zu 77% bereits erfreulich hoch, allerdings nicht in allen Bereichen durchgängig (vgl. Abb. 6.63). In den beiden klassischen Bereichen der Projektsteuerung beziehungsweise Bauherrenaufgaben „Gesamtterminplanung“ und „Controlling“ beträgt sie 29% bzw. 30%. In der frühen Planungsphase des Vorentwurfs liegt die Nutzungsintensität insgesamt bei 52%. Eine überwiegende Nutzung der modellorientierten Werkzeuge geben die *BIM-Anwender* für die Entwurfsplanung mit 67%, für Visualisierung sogar mit 77% an, Genehmigungsplanung mit 70%, Werkplanung mit 72% und Detailplanung mit 53%. Im Bereich der Tragwerksplanung liegt die Nutzungsintensität bei 53%, bei der TGA-Planung lediglich bei 38%. Auffällig ist, dass die Angaben zur Nutzungsintensität im Bereich der Massenermittlung (63%), Bemusterung (33%), Kostenermittlung und -analyse (52%) sowie der Vorbereitung der Vergabe (37%) stark schwanken. Da diese Faktoren inhaltlich in enger Beziehung zueinander stehen, wäre hier jeweils ein deutlich höheres Maß an Durchgängigkeit bei der Nutzungsintensität zu erwarten. Für Simulationen liegt die Intensität der Nutzung modellorientierter Werkzeuge mit 60% im oberen Bereich. Die Bereiche Bauablaufplanung (32%), Planungs- und Baustandsanalysen (30%) sowie „As-Build“-Dokumentation (36%) weisen laut Befragung eine

wesentlich geringere Nutzungsintensität auf, die absolut gesehen allerdings doch als positives Ergebnis zu werten ist.

Für den Bereich des Facility Managements liegt die Nutzungsintensität bei lediglich 22%. Umgekehrt betrachtet wenden *BIM-Anwender* somit im Bereich Facility Management zu 78% derzeit keine modellorientierten Werkzeuge an.

6.5.1.1 Umgang mit digitalen Gebäudemodellen

Im gewichteten Mittel verwenden 83% der modellorientiert Arbeitenden die von ihnen erstellten digitalen Gebäudemodelle unternehmensintern (vgl. Abb. 6.64).

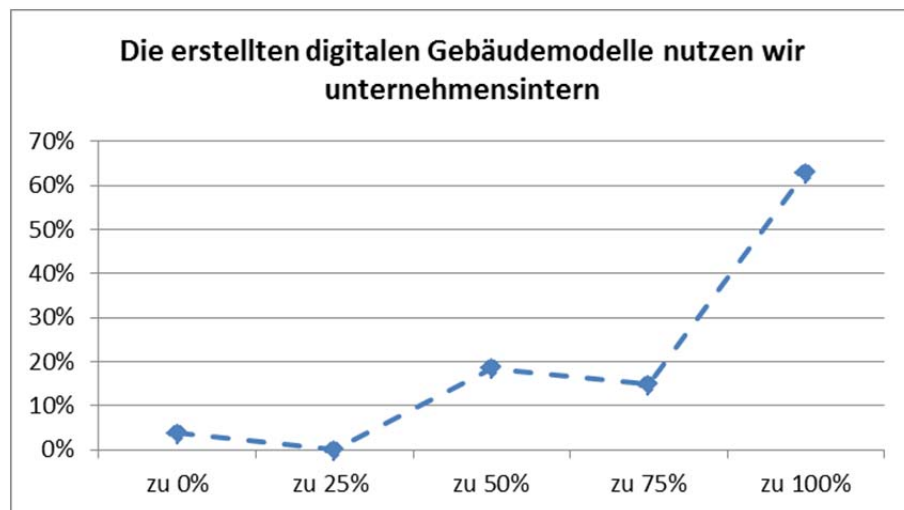


Abb. 6.64: "Wie nutzen die modellorientiert Arbeitenden die erstellten digitalen Gebäudemodelle?"

Mit 55% im arithmetischen Mittel geben die Umfrageteilnehmer an, ihre Gebäudemodelle den Projektpartner zur Verfügung zu stellen, 25% der Umfrageteilnehmer sogar grundsätzlich. Hingegen reichen 18% der Befragten ihre digitalen Gebäudemodelle nie an ihre Projektpartner weiter (Abb. 6.65).

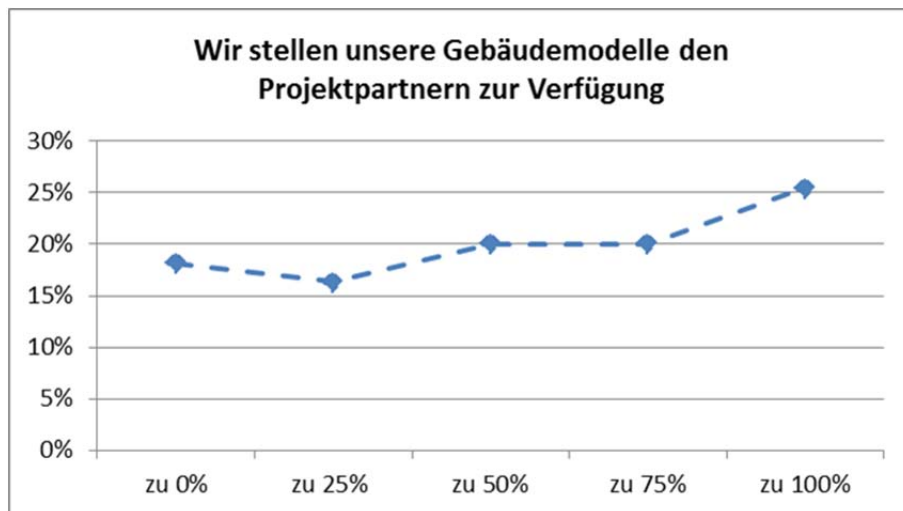


Abb. 6.65: "Stellen sie ihre digitalen Gebäudemodelle den Projektpartnern zur Verfügung?"

Bei der Frage, in wie weit die modellorientiert Arbeitenden digitale Gebäudemodelle erhalten, stellt sich ein verändertes Bild dar (vgl. Abb. 6.66) Im arithmetischen Mittel liegen die Angaben hier bei 26%. 31% der modellorientiert arbeitenden Umfrageteilnehmer geben allerdings an, von ihren Projektpartnern keine Modelle zu erhalten.

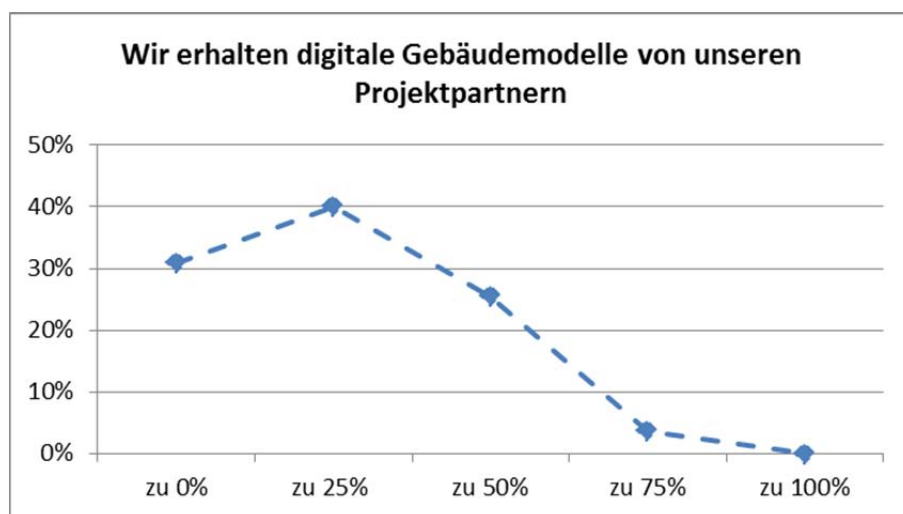


Abb. 6.66: "Erhalten sie digitale Gebäudemodelle von ihren Projektpartnern?"

Nach Angaben der *BIM-Anwender* werden im arithmetischen Mittel 40% der digitalen Gebäudemodelle weiter ergänzt und bearbeitet. Im Umkehrschluss werden 60% der digitalen Gebäudemodelle keiner prozessübergreifenden Weiterbearbeitung oder Ergänzung unterzogen (vgl. Abb. 6.67).

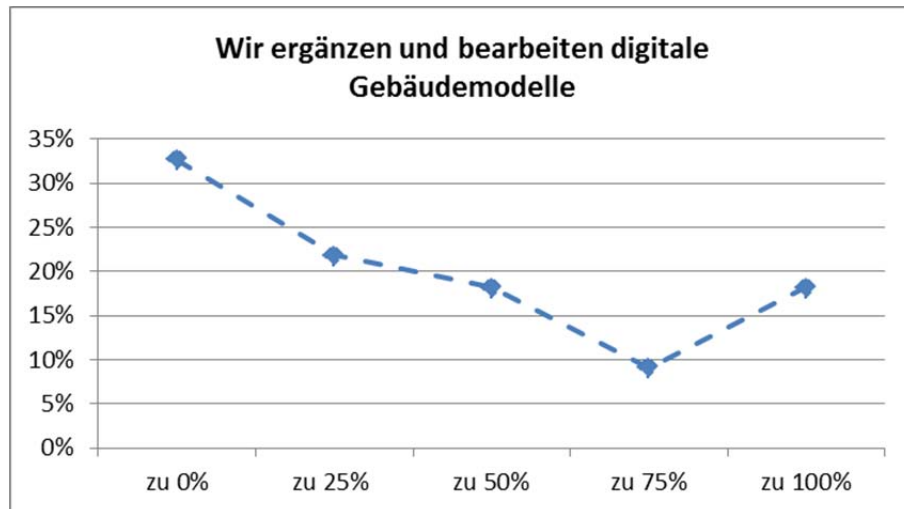


Abb. 6.67: "Ergänzen und bearbeiten sie digitale Gebäudemodelle?"

6.5.1.2 Umstellung auf eine modellbasierte Arbeitsweise

Die modellorientiert arbeitenden Umfrageteilnehmer gaben mehrheitlich zu 58% an, dass die Umstellung auf die modellorientierte Arbeitsweise innerhalb des Unternehmens selbstständig erfolgte. 19% gaben Unterstützung bei der Umstellung durch externe Berater an, 14% durch neue Mitarbeiter, die in der modellbasierten Arbeitsweise erfahren sind (vgl. Abb. 6.68).

Rund die Hälfte der Unternehmen, die sich Kompetenzen durch neue Mitarbeiter ins Unternehmen geholt hat, gab an, die Umstellung unter Mitwirkung externer Berater und Experten durchgeführt zu haben. Lediglich in 15% der Fälle erfolgte die Umstellung in Abstimmung mit Kooperationspartnern.

Bei der Untersuchung der Schnittmengen einzelner Umstellungsstrategien waren, aus der Perspektive der Erwartungshaltung, folgende Aspekte besonders auffällig: 18% derjenigen, welche die Umstellung selbstständig innerhalb des Unternehmens vollzogen, haben sich auch mit ihren Kooperationspartnern abgestimmt. Wenn die Umstellung unter Mitwirkung neuer und erfahrener Mitarbeiter erfolgte, so gab es sogar in 25% der Fälle eine Abstimmung mit Kooperationspartnern. Wenn externe Berater und Experten hinzugezogen wurden, erfolgte eine Abstimmung mit Kooperationspartnern nur in 9% der Fälle.

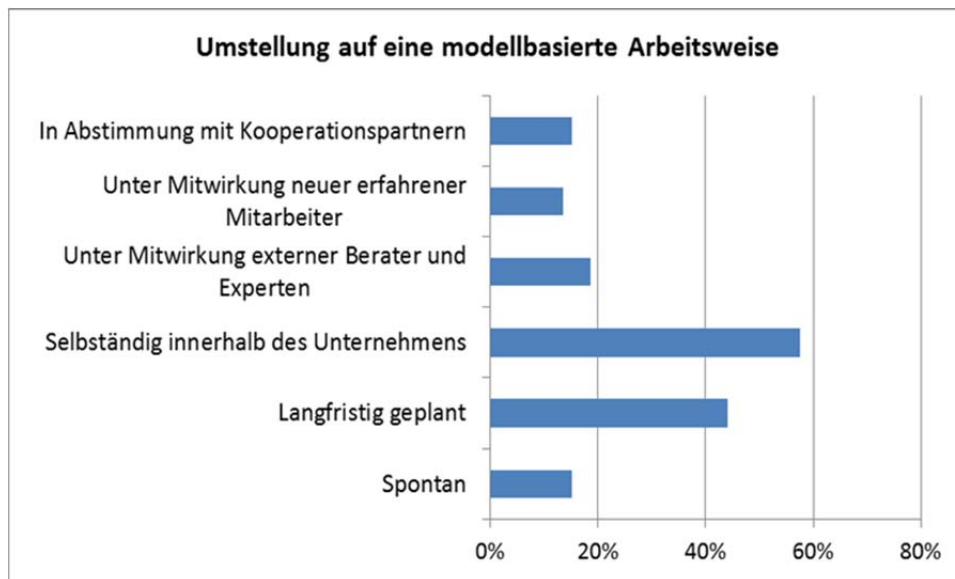


Abb. 6.68: "Wie erfolgte die Umstellung auf eine modellbasierte Arbeitsweise?"

Langfristig war die Umstellung bei 44% aller Angaben geplant, spontan haben 15% der *BIM-Anwender* die Umstellung vollzogen, 41% gaben hierzu keine Auskünfte.

Die Umstellung auf die modellorientierte Arbeitsweise erfolgte in allen abgefragten Bereichen in der Regel projektweise.

6.5.1.3 Umstellung in den folgenden Bereichen (BIM-Anwender)

Nach Angabe der modellorientiert arbeitenden Umfrageteilnehmer erfolgte, wie Abb. 6.69 zeigt, eine methodische Schulung der Mitarbeiter zu 41% projektweise, zu 38% abteilungsweise, zu 16% im ganzen Unternehmen zeitgleich und zu 5% gar nicht. In Bezug auf die Softwareschulung sind die Angaben sehr ähnlich: zu 43% projektweise, zu 38% abteilungsweise, zu 17% zeitgleich im ganzen Unternehmen, aber nur in 2% erfolgte keine Schulung. Eine Anpassung der Koordinationsprozesse mit Projektbeteiligten erfolgte zu 71% projektweise, zu 15% abteilungsweise und zu 7% im ganzen Unternehmen zeitgleich. Ebenfalls zu 7% erfolgte keine Anpassung von Koordinationsprozessen.

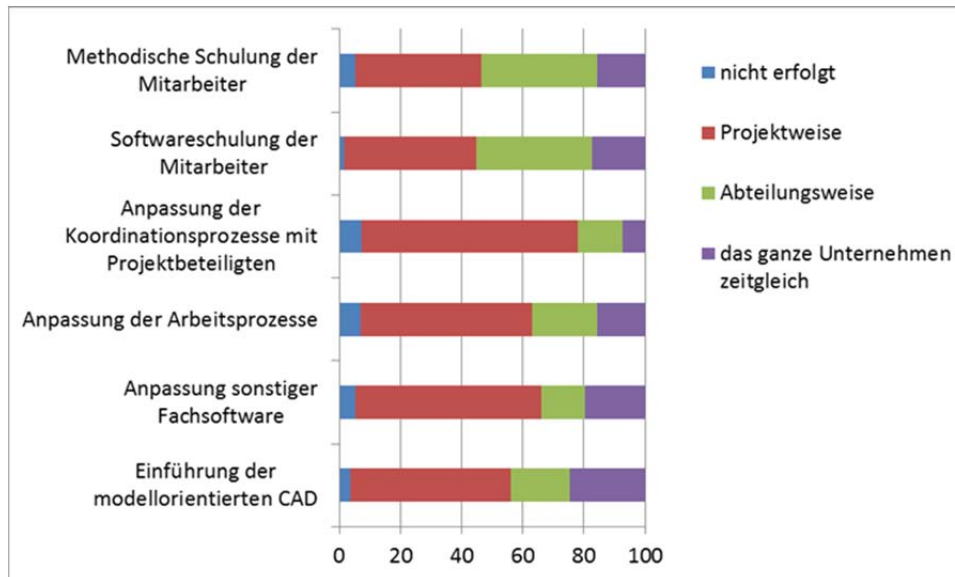


Abb. 6.69: "Wie erfolgte die Umstellung in den folgenden Bereichen?"

Eine Anpassung der Arbeitsprozesse erfolgte zu 56% projektweise, zu 21% abteilungsweise, zu 16% im ganzen Unternehmen und zu 7% fand keine Anpassung der Arbeitsprozesse statt. Auch bei der Fachsoftware wurde eine Anpassung mit 61% am häufigsten projektweise vorgenommen, lediglich zu 14% abteilungsweise, zu 20% im ganzen Unternehmen und zu 5% gar nicht.

Die Einführung modellorientierter CAD fand zu 53% projektweise, zu 19% abteilungsweise und zu 25% im ganzen Unternehmen zeitgleich statt. In 4% der Fälle erfolgte keine CAD-Einführung. Erfreulicherweise ist die Häufigkeit der Angabe, dass keine Anpassungen stattgefunden haben, insgesamt gering. Dabei scheint eine entsprechende Softwareschulung für die Unternehmen am wichtigsten zu sein. Lediglich 2% der Umfrageteilnehmer gaben an, bei der Umstellung auf modellorientierte Arbeitsweise keine Softwareschulung in Anspruch genommen zu haben.

6.5.2 Erfahrene Potentiale durch die Modellorientierten Arbeitsweise

Die Effizienzsteigerung im Planungsablauf ist eines der zentralen Qualitätsmerkmale der modellorientierten Arbeitsweise. Nach einer gewissen Einarbeitungszeit und unter Verwendung entsprechender Werkzeuge, die bei der Einführung unumgänglich erforderlich sind, sind deutliche Effizienzsteigerungen zu erwarten. Eine quantitative und deterministische Untersuchung der Qualitätsmerkmale würde den Rahmen einer Umfrage sprengen. Daher haben wir uns auf eine qualitative Befragung zu Erfahrungen der *BIM-Anwender* beschränkt. Die Umfrageteilnehmer wurden gebeten, ihre Erfahrungen jeweils auf einer neunstufigen Skala anzugeben. Die Skala hat die Werte von „verbessert zu 100%“ über „keine Veränderung“ zu „verschlechtert zu 100%“ in jeweils 25% Schritten. Positive Prozentwerte veranschaulichen eine

Verbesserung, negative eine Verschlechterung der Situation. Die Aussagen, mit denen die Umfrageteilnehmer konfrontiert wurden, sind aus den Arbeitshypothesen abgeleitet. Die Aussagen wurden – um Suggestion zu vermeiden – möglichst neutral formuliert.

6.5.2.1 Zeitliche Effizienz des Planungsablaufs

Zur zeitlichen Effizienz wird folgende Hypothese evaluiert:

„Eine integrierte Planungsmethodik auf Grundlage eines konsistenten Produktmodells steigert die Effizienz der Planungsprozesse und führt zu geringeren Planungs- und Genehmigungszeiten.“

Hierzu werden den Probanden folgende Fragestellungen zur Bewertung gegeben:

- Ressourceneinsatz
- Zeitlicher Aufwand im Projekt
- Zeitlicher Aufwand bei Projektänderungen

Ressourceneinsatz

Zum Aspekt des Ressourceneinsatzes für die Projektbearbeitung ergaben sich, wie in Abb. 6.70 dargestellt, durch die Umfrage folgende Werte: Der Anteil positiver Bewertungen überwiegt mit 54% insgesamt. Der Anteil der Aussagen, dass keine Veränderungen stattgefunden haben, ist mit 13% verhältnismäßig gering. Die Anzahl negativer Bewertungen liegt bei 34%. Im arithmetischen Mittel gaben 10% der BIM-Anwender an, dass sich der Ressourceneinsatz für die Projektbearbeitung reduziert hat.

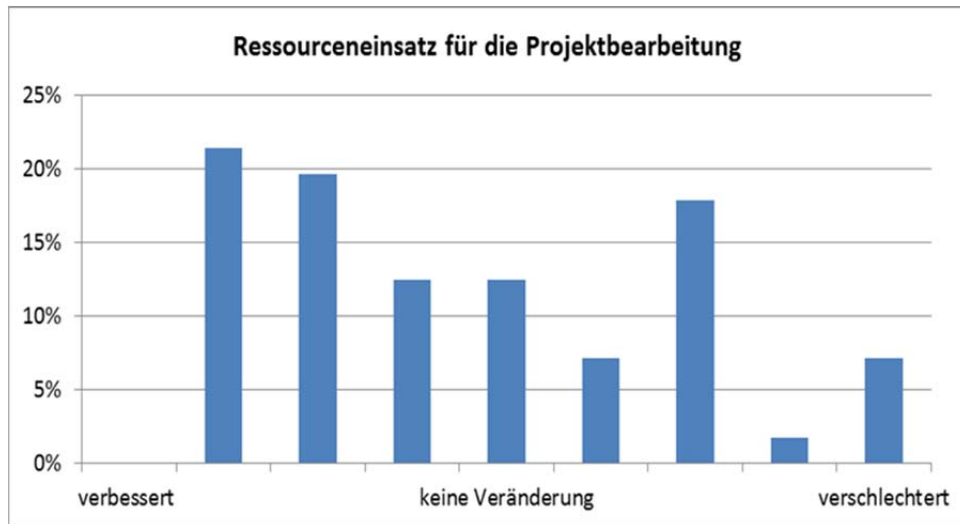


Abb. 6.70: "Wie hat sich der Ressourceneinsatz für die Projektbearbeitung verändert?"

Nach den jeweiligen Zielgruppen aufgeschlüsselt, ergibt sich ein differenzierterer Blick auf die Ergebnisse. Nahezu alle Zielgruppen votierten, mit einer Ausnahme, im Durchschnitt positiv. Die detaillierten zielgruppenbezogenen Ergebnisse sind einschließlich der arithmetischen Mittelwerte in der folgenden Abbildung dargestellt.

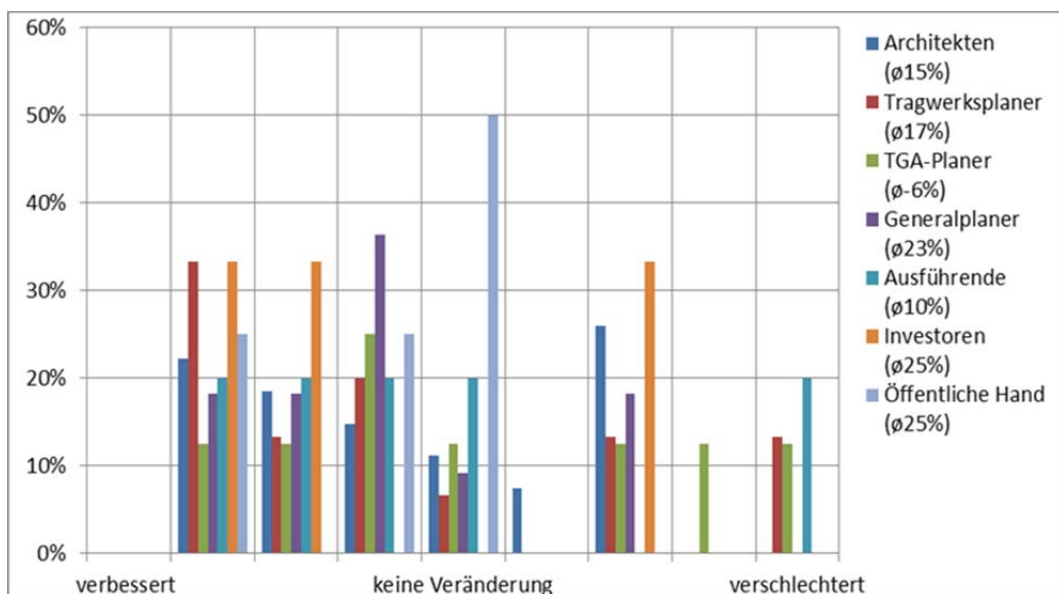


Abb. 6.71: "Wie hat sich ihr Ressourceneinsatz verändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

Zeitlicher Aufwand im Projekt

Ein weiterer Aspekt der Effizienz im Planungsablauf ist der zeitliche Aufwand im Projekt.

Im arithmetischen Mittel gaben 24% der *BIM-Anwender* an, dass sich der zeitliche Aufwand im Projekt reduziert hat. Damit fällt die Bewertung deutlich positiver aus als bei der Frage zum Ressourceneinsatz. Der Anteil an negativen Bewertungen liegt hier bei 18% der Befragten. 21% der Befragten gaben eine neutrale Bewertung und 61% votierten positiv (vgl. Abb. 6.72).

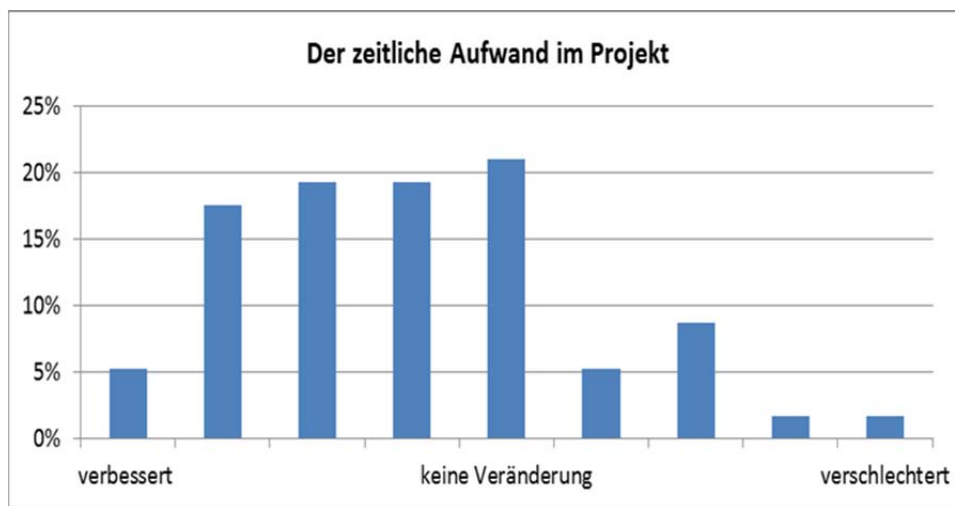


Abb. 6.72: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand im Projekt geändert?"

Aufgeschlüsselt nach den Zielgruppen ergeben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Verteilungen und Mittelwerte. Insgesamt ergibt sich eine deutlichere Verteilung, mit ausgeprägten Spitzen für die einzelnen Zielgruppen. Investoren werten hier im hohen positiven Bereich ohne negative Bewertungen. Diese werden gefolgt von den Ausführenden, die eine Spitze bei mittleren Verbesserungen haben, aber auch von geringfügigen Verschlechterungen berichten. Bei Architekten, Tragwerks- und Generalplanern liegen die Bewertungsspitzen jeweils bei geringfügiger Verbesserung, wobei die Tragwerksplaner seltener negativ bewertet haben. TGA-Planer und die Öffentliche Hand werten hauptsächlich, dass sich keine Veränderungen eingestellt haben, mit dem Unterschied, dass einige TGA-Planer von negativen Erfahrungen berichten.

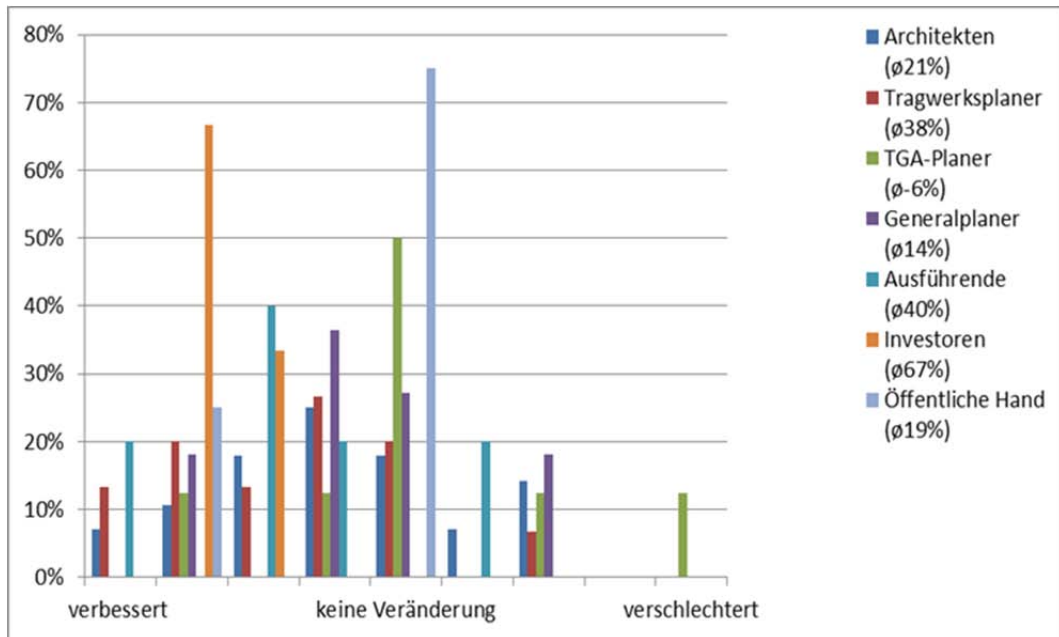


Abb. 6.73: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand im Projekt geändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

Neben der Reduzierung des gesamten zeitlichen Aufwandes, gehören Reduzierungen der zeitlichen Aufwände bei Änderungen im Projekt zu den wichtigsten Argumenten für die Planungsmethode BIM.

Zeitlicher Aufwand bei Projektänderungen

Die Umfrageteilnehmer belegen, dass die Anwendung von BIM den zeitlichen Aufwand bei Änderungen deutlich verkürzt. Die *BIM-Anwender* votierten hier im arithmetischen Mittel mit 45% und somit für eine sehr deutliche Verbesserung. Insgesamt waren 79% der Bewertungen positiv, 11% neutral und 10% der Bewertungen waren negativ.

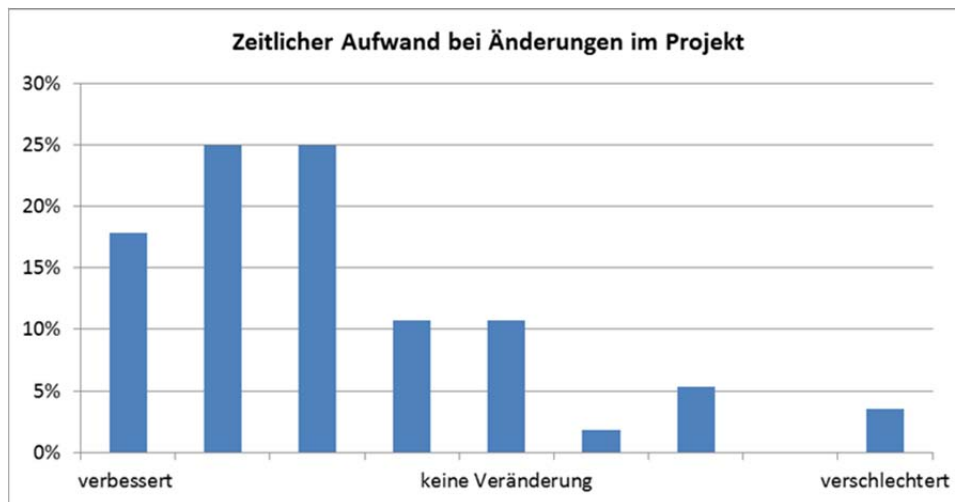


Abb. 6.74: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand bei Änderungen im Projekt geändert?"

Aufgeschlüsselt nach den Zielgruppen ergeben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Verteilungen und Mittelwerte. Negative Bewertungen haben ausschließlich Planer gegeben (Abb. 6.75). Während bei Generalplanern, Architekten und Tragwerksplanern insgesamt eine klare Tendenz zu sehr positiven Bewertungen festzustellen ist, können wir für die TGA-Planer keine klare Tendenz feststellen, die Aussagen verteilen sich mehr oder weniger gleichmäßig auf der Skala. Eine gewisse Auffälligkeit ist auch bei der Öffentlichen Hand festzustellen. Vertreter der Öffentlichen Hand haben zwar keine negative Bewertung zum zeitlichen Aufwand gegeben, dafür votierten 50% neutral.

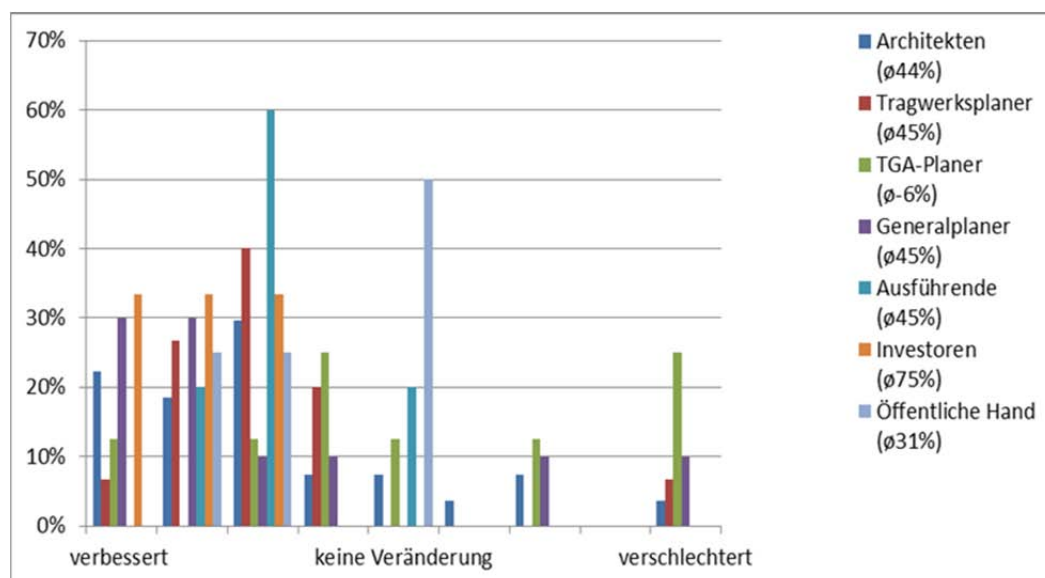


Abb. 6.75: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand bei Änderungen im Projekt geändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

Zusammenfassend betrachtet ergeben sich durch die modellorientierte Arbeitsweise geringfügige Verbesserungen beim gesamten Ressourceneinsatz, wobei der Anteil der negativen Bewertungen von 34% ein Indiz dafür ist, dass einige Unternehmen Probleme bei der Umstellung auf die modellorientierte Arbeitsweise haben und dies einer genaueren Betrachtung der hemmenden Faktoren bedarf. Die Verbesserungen der zeitlichen Aufwände im Projekt und insbesondere die zeitliche Effizienz bei Änderungen im Projekt sind hier als signifikant festzustellen.

Gerade die Unterstützung der Sekundärprozesse, wie zum Beispiel das Aktualisieren der Plansätze oder Flächenaufstellungen bei Änderungen der Modelldaten sorgen dabei für drastische Effizienzsteigerungen. Das manuelle Nachfahren von Änderungen in den jeweiligen Plansätzen und Listen entfällt.

6.5.2.2 Fehlervermeidung

Die Konsistenz der Planungsdaten kann erhöht werden, indem mögliche Fehlerquellen entschärft, oder im Idealfall beseitigt werden. Bei der modellorientierten Arbeitsweise wird immer das Modell bearbeitet. Sämtliche Grundrisse, Ansichten, Schnitte, Bauteillisten und Flächenaufstellungen stellen lediglich Sichten auf das Modell dar und sind dadurch immer aktuell und konsistent. Wenn Änderungen eingepflegt werden, so geschieht dies wiederum ausschließlich am Modell. Auf diese Art und Weise werden Mehrfacheingaben vermieden und zugleich Fehlerquellen beseitigt. Die Reduzierung von Mehrfacheingaben führt daher sowohl zu einer höheren Effizienz der Planungsabläufe, als auch zur Reduzierung möglicher Fehlerquellen und somit auch zu einer höheren Qualität.

Hierzu wurde in Zusammenarbeit mit dem Expertenkreis folgende Hypothese erarbeitet und evaluiert:

„Durch Reduktion von Konvertierungsvorgängen in der Planung werden Fehlerquellen und Mehrarbeit vermieden und qualitativ hochwertigere Bauprodukte erstellt“.

Diese Hypothese wurde anhand der folgenden Fragestellung zur Häufigkeit von Mehrfacheingaben evaluiert.

Häufigkeit von Mehrfacheingaben

Die Häufigkeit von Mehrfacheingaben hat sich, wie folgende Abbildung zeigt, bei allen Beteiligten deutlich reduziert und somit verbessert. Die arithmetische Mittel ergab 54%. 9% der

Bewertungen fiel negativ aus, 14% der Befragten gaben keine Veränderungen an. Der überwiegende Teil der *BIM-Anwender*, insgesamt 77% zeigten Verbesserungen an.

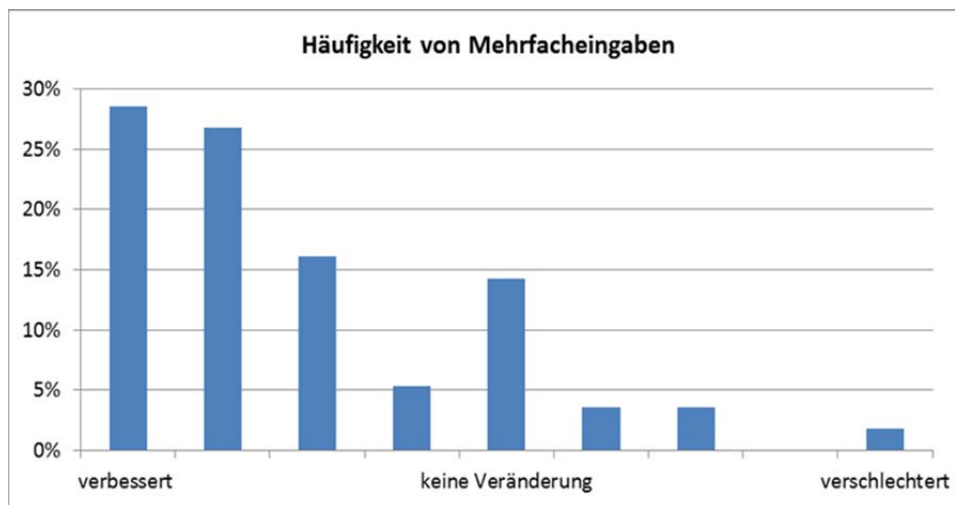


Abb. 6.76: "Wie hat sich die Häufigkeit von Mehrfacheingaben geändert?"

Nach Zielgruppen aufgeschlüsselt ergeben sich folgende gewichtete Durchschnittswerte der Zustimmung (vgl. Abb. 6.77): Vertreter der Öffentlichen Hand 31%, Investoren und Bauherren 67%, Ausführende mit 50%. Bei den Planern votieren die Generalplaner mit 48% durchschnittlicher Verbesserung, Tragwerksplaner mit 57% und Architekten mit 52%. Auch die TGA-Planer gaben hier im Durchschnitt ein positives Votum von 36% ab.

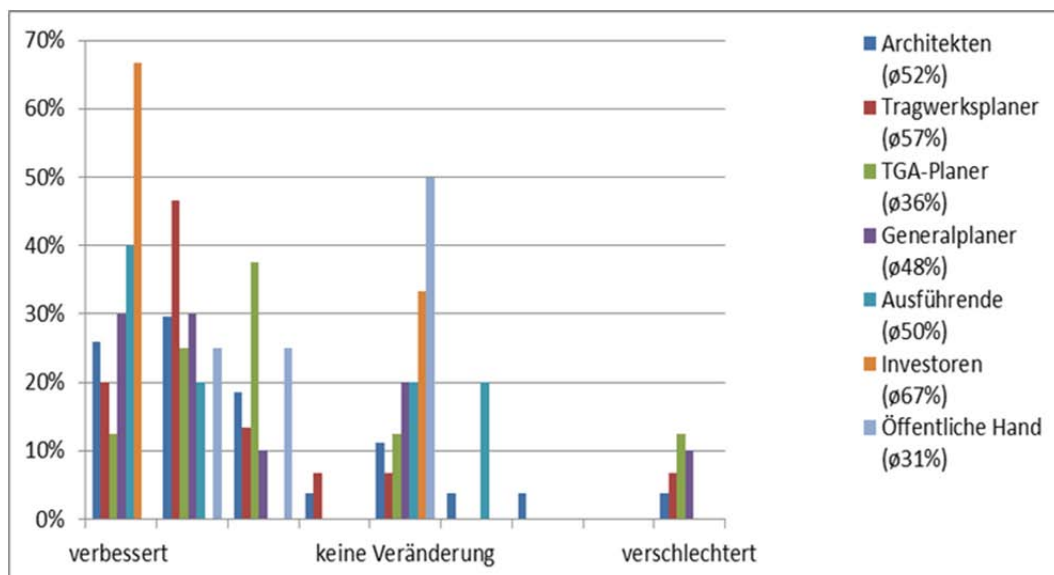


Abb. 6.77: "Wie hat sich die Häufigkeit von Mehrfacheingaben geändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

6.5.2.3 Unterstützung unternehmensinterner Folgeprozesse

Zur Analyse der Frage, ob durch BIM angeschlossene Prozesse unterstützt werden können, wurde folgende Aussage zur Bewertung gegeben: *„Durch Bereitstellung eines offenen, vollständigen und dokumentierten Beschreibungsformats können verlässlich geometrisch-semantiche Produktinformationen verwaltet werden. Damit wird die Programmierung und Bereitstellung von planungsbegleitenden Anwendungen wie Simulationen, Ausschreibungen etc. unterstützt.“*

Die Bewertung der Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen fällt mit 33% insgesamt positiv aus. 32% der *BIM-Anwender* gaben allerdings an, dass keine Veränderung stattgefunden hat und 8% werteten negativ. Insgesamt werteten 60% der Befragten positiv.

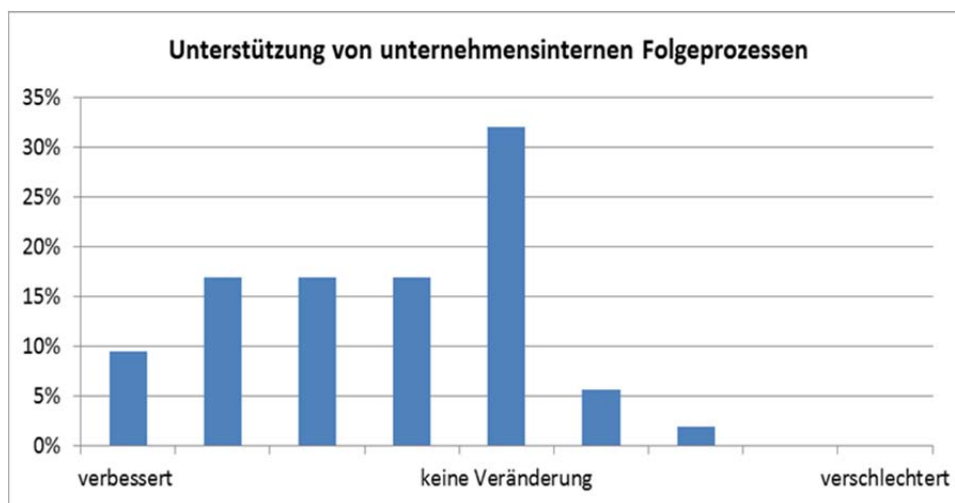


Abb. 6.78: "Wie bewerten sie die Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen?"

Die Angaben der Vertreter der Öffentlichen Hand unterscheiden sich, wie folgende Abb. 6.79 zeigt, bei der Bewertung der Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen gravierend von den Angaben aller übrigen Umfrageteilnehmer. Seitens der Öffentlichen Hand gab es bei dieser Aussage keine einzige positive Wertung, 67% votierten neutral und 33% gaben eine mittlere Verschlechterung an.

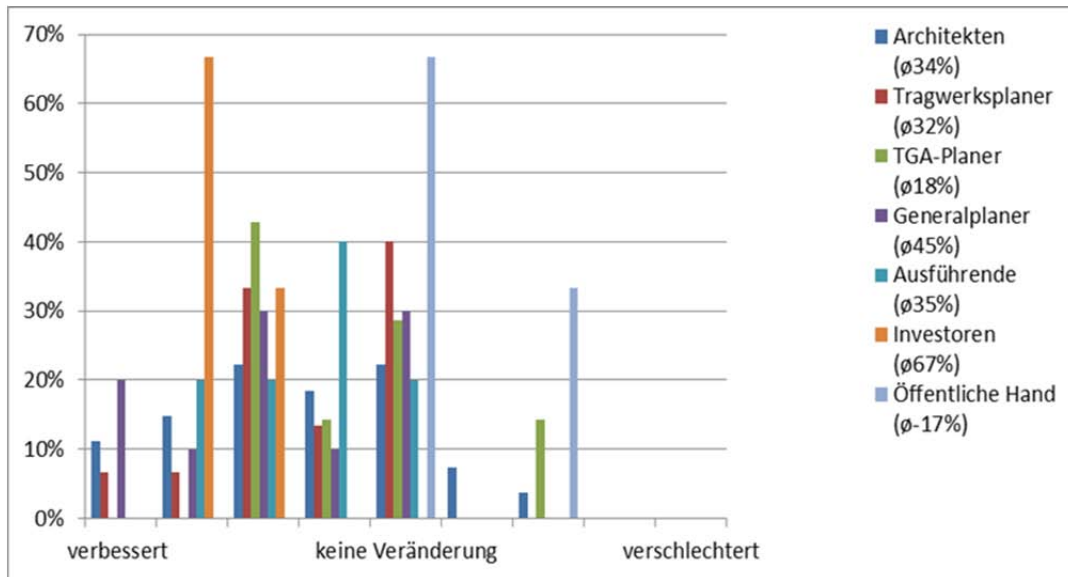


Abb. 6.79: "Wie bewerten sie die Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

6.5.2.4 Unterstützung von Nebenprozessen

Die Bewertung der Unterstützung von Nebenprozessen fällt mit durchschnittlich 30% ebenfalls positiv aus. Nur 4% der Befragten werteten negativ, wobei hier 40% der modellorientiert Arbeitenden keine Veränderung festgestellt haben. Positiv werteten 57% der Befragten.

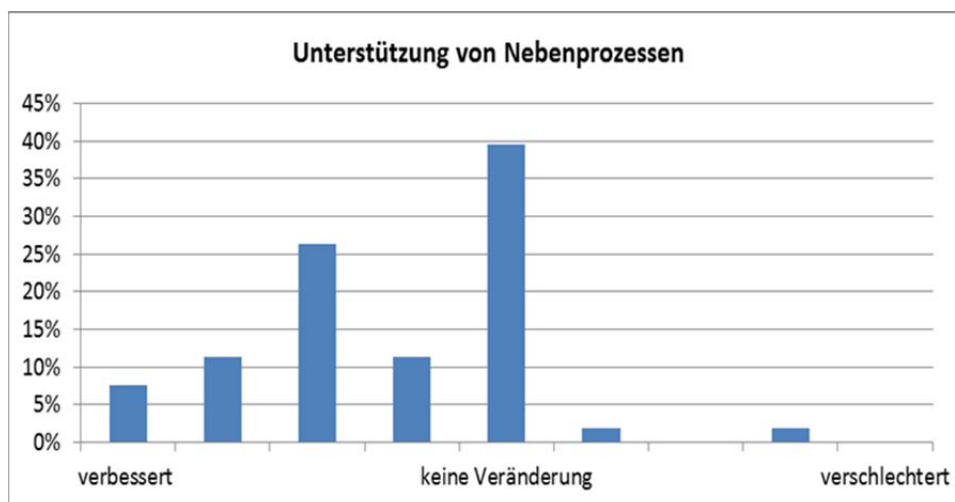


Abb. 6.80: "Wie bewerten sie die Unterstützung von Nebenprozessen?"

Aufgeschlüsselt nach den Zielgruppen ergeben sich die in der folgenden Abb. 6.81 dargestellten Verteilungen und Mittelwerte.

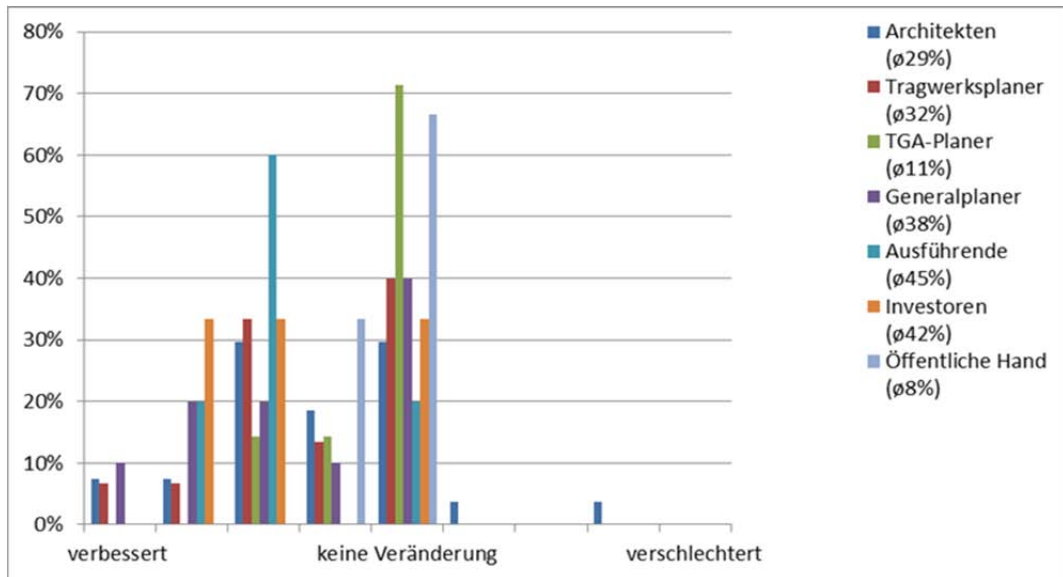


Abb. 6.81: "Wie bewerten sie die Unterstützung von Nebenprozessen?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

6.5.2.5 Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten

Hypothese:

„Durch Bereitstellung eines offenen, vollständigen und dokumentierten Beschreibungsformats kann der räumlich und zeitlich verteilte Zugriff auf die Planung und die Kooperation der Planungsbeteiligten unterstützt und verbessert werden.“

Die Bewertung des Koordinationsaufwandes mit Projektbeteiligten wird von einem großen Teil aller *BIM-Anwender* als unverändert angegeben. Insgesamt überwiegen die positiven Angaben mit einer durchschnittlichen Verbesserung von 15%.

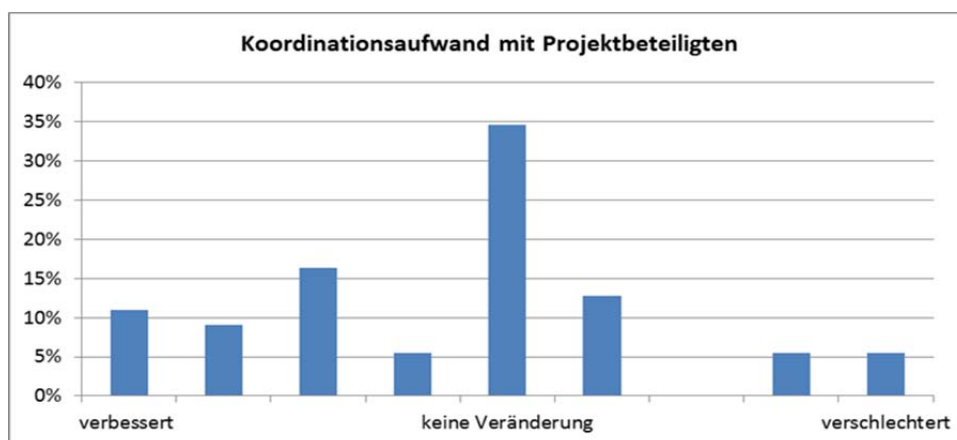


Abb. 6.82: "Wie bewerten sie den Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten?"

Nach Zielgruppen aufgeschlüsselt ergeben sich wie folgende Abb. 6.83 zeigt folgende arithmetischen Mittelwerte für die Verbesserung:

Vertreter der Öffentlichen Hand 0%, also keine Veränderung, Investoren und Bauherren gaben Verbesserungen von 8%, an Ausführende von 20%. Bei den Planern votieren die Generalplaner mit 13% durchschnittlicher Verbesserung, Tragwerksplaner mit 22%, Architekten mit 18% und die TGA-Planer geben zum Koordinationsaufwand negative Erfahrungen mit -9% wieder.

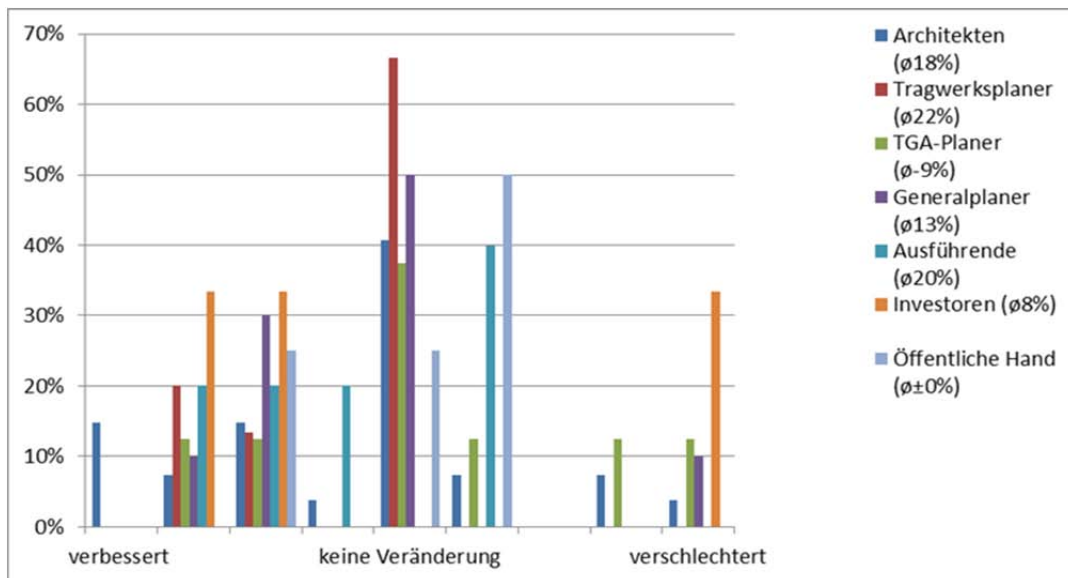


Abb. 6.83: Wie bewerten sie den Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

Die Verteilung der Bewertungen der Umfrageteilnehmer lässt den Schluss zu, dass durchaus Potenziale beim Koordinationsaufwand abgeschöpft werden können, aber die vielen negativen und neutralen Bewertungen sind auch ein Indiz dafür, dass bei der Planungskoordination hemmende Faktoren vorliegen.

6.5.2.6 Kosten- und Vertragssicherheit

Hypothese:

„Die integrierte Planungsmethodik BIM fördert durch geregelte Handlungsabläufe, Verantwortlichkeiten und verlässliche Planungsgrundlage die Kosten- und Vertragssicherheit über den gesamten Planungszyklus.“

Die erfahrene durchschnittliche unternehmensinterne Wertschöpfung durch den Einsatz der Planungsmethode BIM wurde insgesamt mit 41% sehr positiv bewertet (vgl. Abb. 6.84).

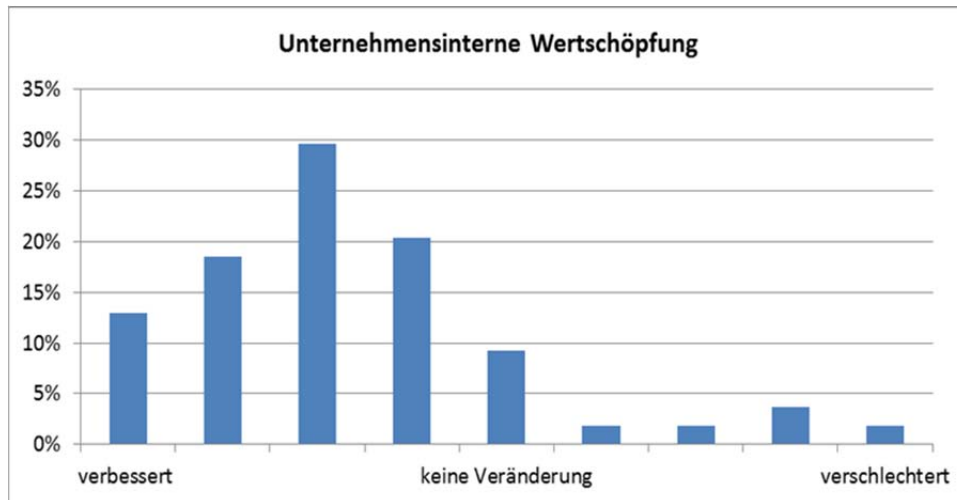


Abb. 6.84: "Wie bewerten sie die unternehmensinterne Wertschöpfung?"

Aufgeschlüsselt nach den Zielgruppen ergeben sich die in der folgenden Abbildung 6.85 dargestellten Verteilungen und Mittelwerte.

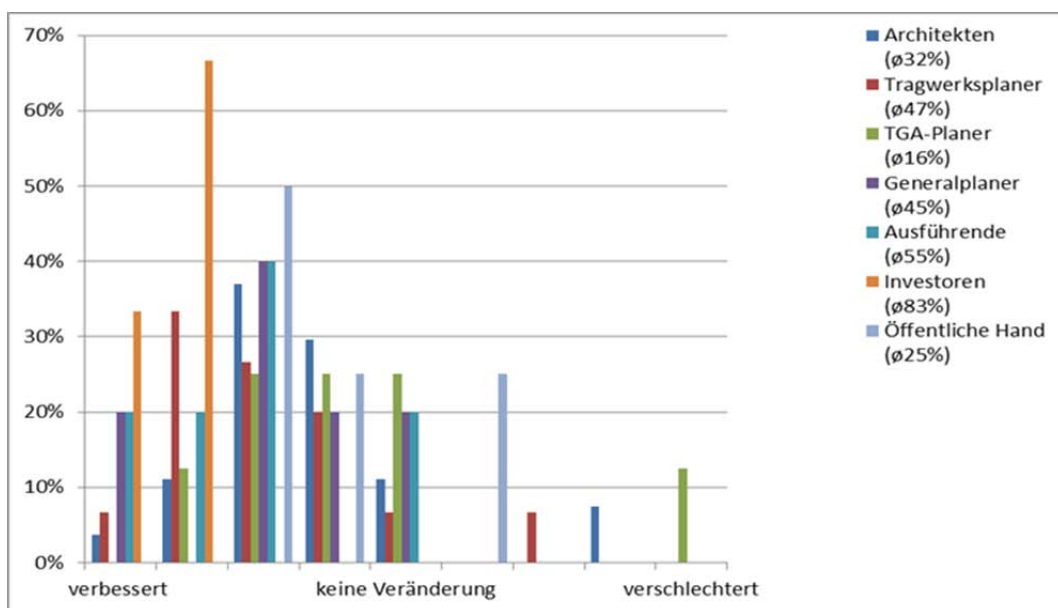


Abb. 6.85: "Wie bewerten sie die unternehmensinterne Wertschöpfung?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

6.5.2.7 Wertschöpfung für das gesamte Projekt

Die Bewertung der Wertschöpfung für das gesamte Projekt fiel bei allen *BIM-Anwendern* im Durchschnitt mit 40% ebenfalls sehr positiv aus (vgl. Abb. 6.86).

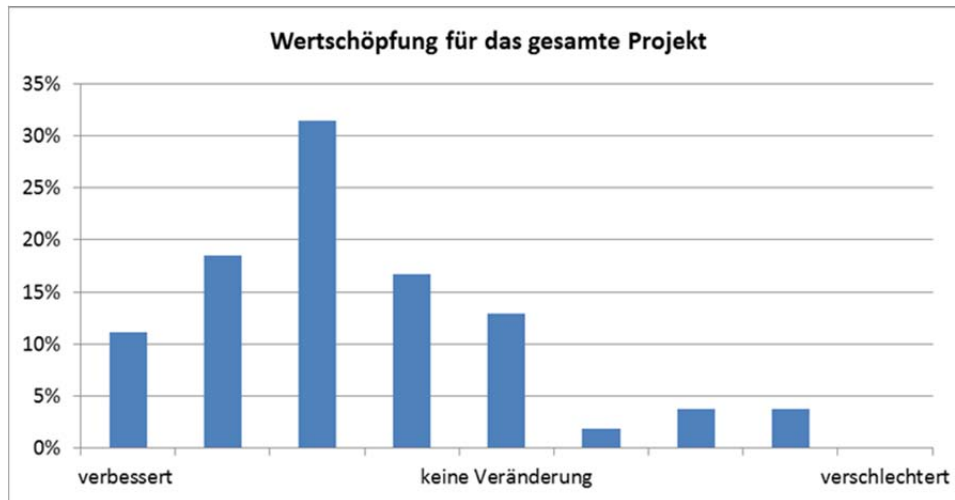


Abb. 6.86: "Wie bewerten sie die Wertschöpfung für das gesamte Projekt?"

Aufgeschlüsselt nach den Zielgruppen ergeben sich die in der folgenden Abb. 6.87 dargestellten Verteilungen und Mittelwerte.

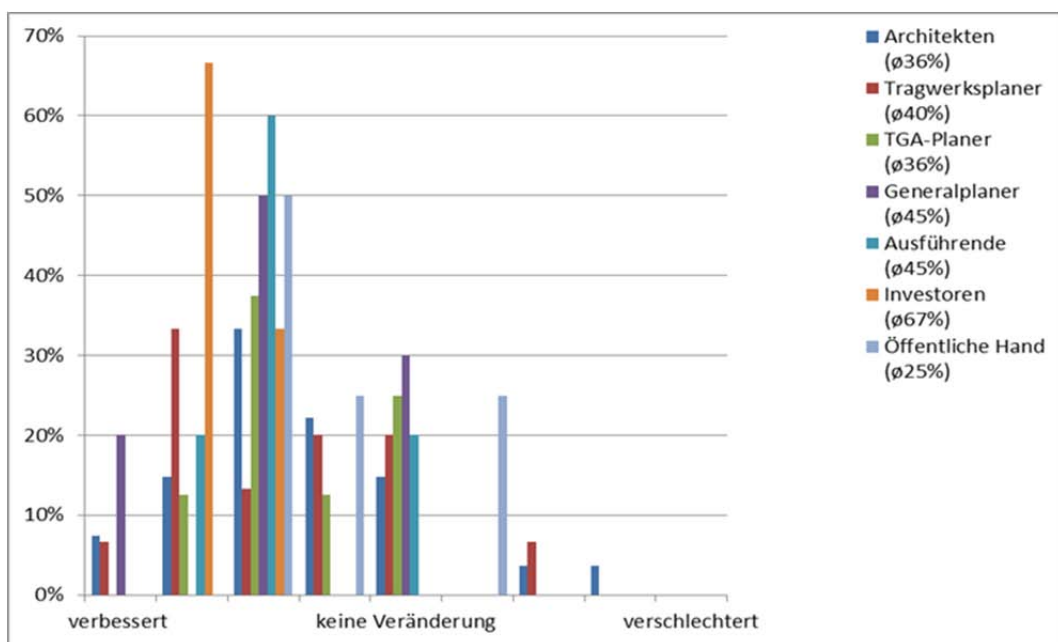


Abb. 6.87: "Wie bewerten sie die Wertschöpfung für das gesamte Projekt?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen

6.5.2.8 Fazit Potentiale

Zusammenfassend betrachtet haben die modellorientiert arbeitenden Umfrageteilnehmer in der Summe die angenommenen Potenziale bestätigt, wenn auch nicht alle Zielgruppen

gleichermaßen. Insgesamt gaben die Investoren, Bauherren und Betreiber die positivsten Bewertungen für die modellorientierte Arbeitsweise ab, dicht gefolgt von den Ausführenden und Planern. Bei der Öffentlichen Hand konnten die Vorteile der modellorientierten Arbeitsweise nicht in gleichem Maße realisiert werden. Neben neutralen Bewertungen bei der Unterstützung der Nebenprozesse und dem Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten, haben die Vertreter der Öffentlichen Hand im Bereich der Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen von negativen Erfahrungen berichtet. Die folgende Abb. 6.88 fasst die einzelnen abgefragten Wertschöpfungsaspekte der BIM-Methode zielgruppenbezogen zusammen.

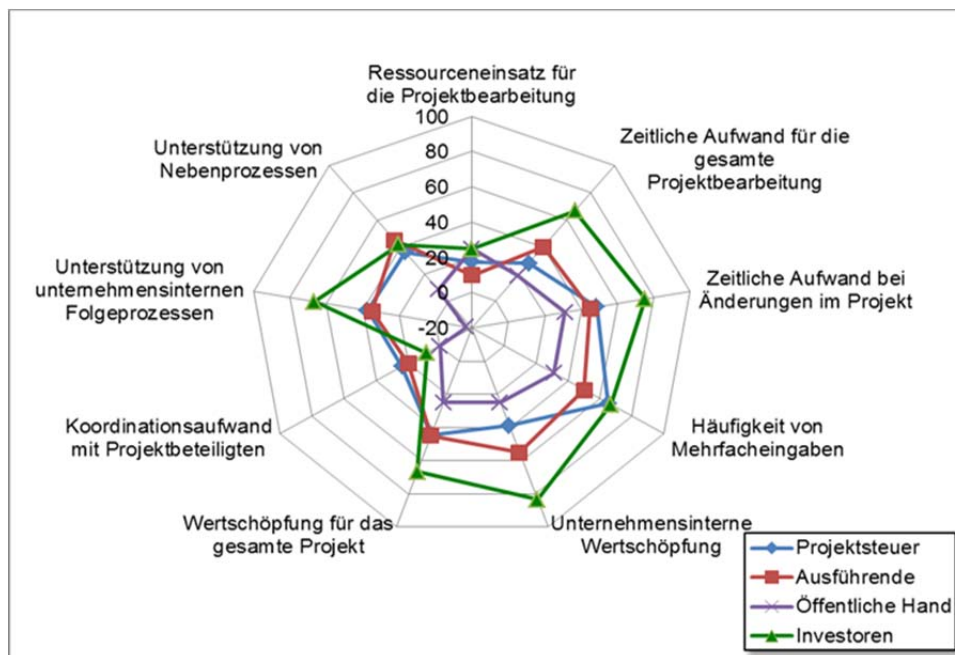


Abb. 6.88: Zusammenfassung der Erfahrungen mit modellorientierter Arbeitsweise der Investoren und Betreiber

Bei der zusammenfassenden Betrachtung der wiedergegebenen Erfahrungen der Planer bezüglich der modellorientierten Arbeitsweise können wir feststellen, dass insbesondere die TGA-Planer von der modellorientierten Arbeitsweise am wenigsten zu profitieren scheinen. In den Bereichen des Ressourceneinsatzes, des zeitlichen Aufwandes für die Projektverarbeitung, des zeitlichen Aufwandes bei Änderungen im Projekt sowie beim Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten geben die TGA Planer in der Summe negative Erfahrungen an. Auch die unternehmensinterne Wertschöpfung der TGA Planer fällt in Relation zur gesamten Gruppe der Planer am geringsten aus. Tragwerksplaner und Generalsplaner gaben insgesamt in der Gruppe der Planer die positivsten Bewertungen ab.

Die folgende Abb. 6.89 fasst die einzelnen abgefragten Wertschöpfungsaspekte der BIM-Methode für die Planer zielgruppenbezogen zusammen.

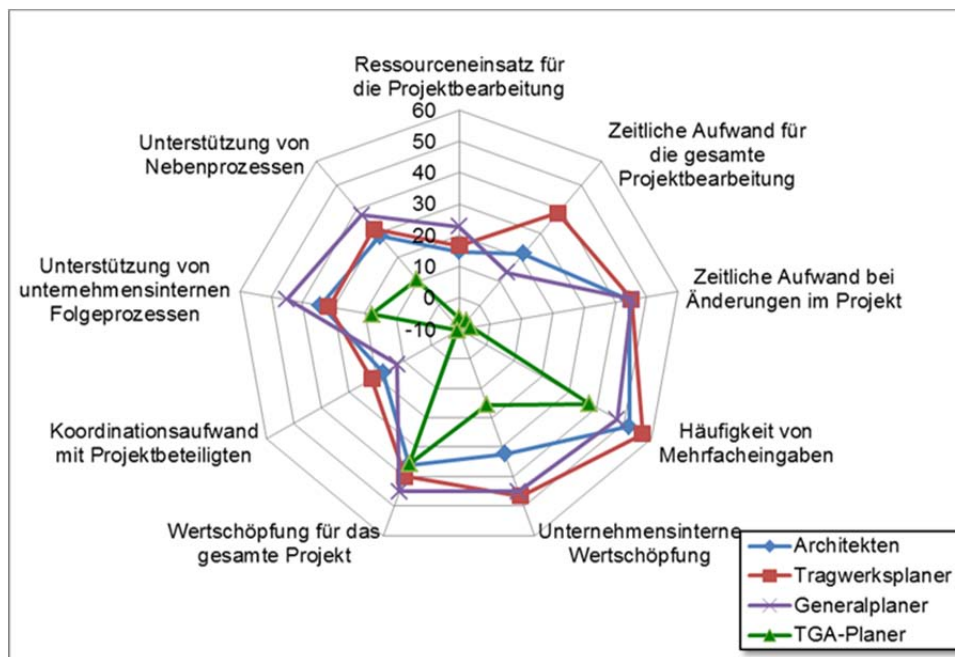


Abb. 6.89: Zusammenfassung der Erfahrungen mit modellorientierter Arbeitsweise der Planer

In den Bereichen des Ressourceneinsatzes für die Projektbearbeitung sowie beim Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten wird zwar in der Summe von positiven Erfahrungen berichtet, diese fallen jedoch im Vergleich zu den übrigen Potenzialen am geringsten aus. In diesen Bereichen können die Potentiale der modellorientierten Arbeitsweise nicht ausgeschöpft werden. Insgesamt betrachtet, ziehen die *BIM-Anwender* eine positive Bilanz für den Einsatz der Planungsmethode BIM.

6.5.3 Erwartungen und Vorgehensweise der BIM-Umsteigewilligen

Ergänzend zur Untersuchung der erfahrenen Potentiale der *BIM-Anwender* wurden auch die *BIM-Umsteigewilligen* bezüglich ihrer Beweggründe für die Umstellung auf die modellorientierte Arbeitsweise und deren verfolgte Strategie befragt. Eine Gegenüberstellung der Angaben von *BIM-Anwendern* und *BIM-Umsteigewilligen* lässt einen Vergleich zu, inwieweit Erfahrungen mit der Planungsmethode BIM mit den Erwartungen an diese übereinstimmen. Darüber hinaus lassen sich eventuelle Unterschiede in der strategischen Planung der Umstellung oder in der Vorgehensweise feststellen.

6.5.3.1 Erwartungshaltung an die modellorientierte Arbeitsweise

Für die Ermittlung der Erwartungshaltung der *BIM-Umsteigewilliger* an die Planungsmethode BIM wurden die Umfrageteilnehmer gefragt, welche Ziele sie bei der Umstellung auf die modellorientierte Arbeitsweise verfolgen.

In allen Bereichen liegt das arithmetische Mittel der Angaben der *BIM-Umsteigewilliger* bei 60% und mehr (Abb. 6.90). Die Ziele mit den höchsten Gewichtungen sind: Reduzierung des zeitlichen Aufwandes bei Änderungen im Projekt mit 82% und die Reduzierung von Mehrfacheingaben mit 76%. Hier scheinen die Prioritäten besonders hoch zu sein. Reduzierung des Ressourceneinsatzes für die Projektbearbeitung mit 60%, Reduzierung des zeitlichen Aufwandes für die gesamte Projektbearbeitung mit 63% und die Reduzierung des zeitlichen Aufwandes bei Nebenprozessen mit 63%, haben zwar im Vergleich die niedrigsten Gewichtungen von den *BIM-Umsteigewilligen* bekommen, können aber mit Gewichtungen von 60% beziehungsweise 63% im arithmetischen Mittel auch mit als übergeordnetes Ziel betrachtet werden.

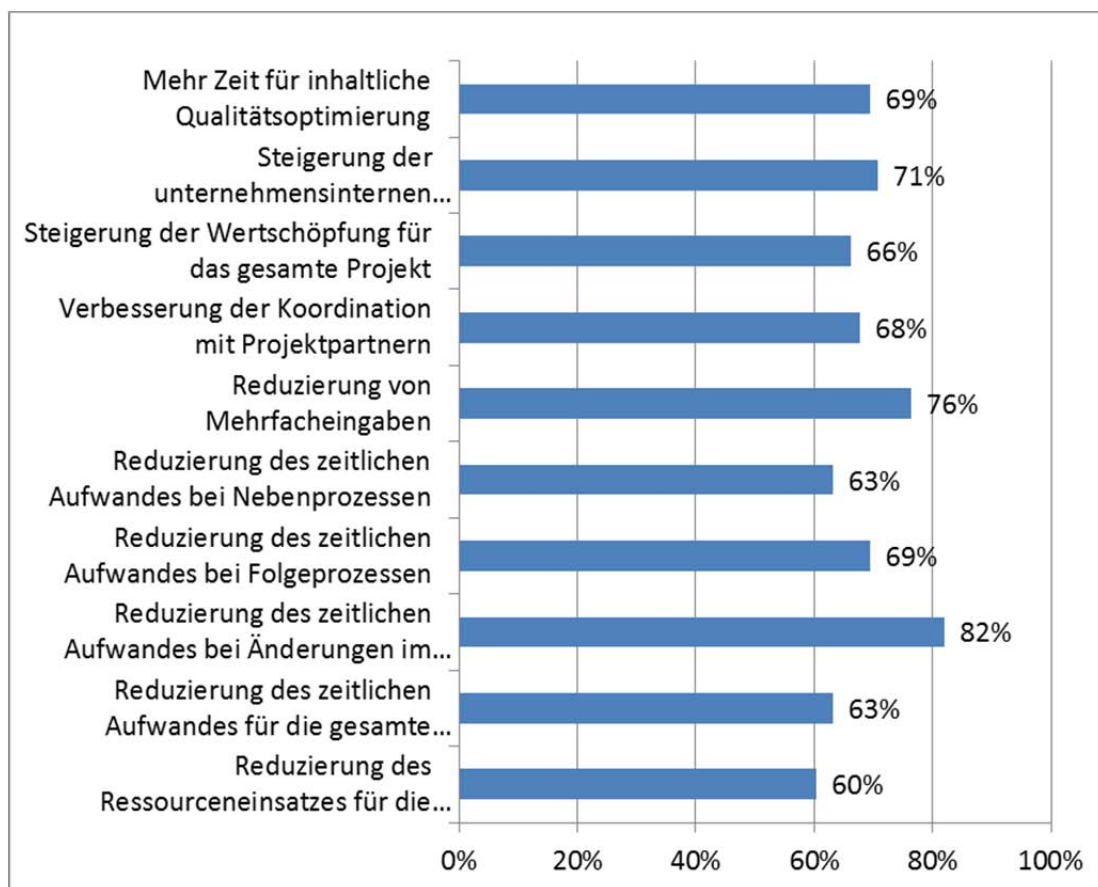


Abb. 6.90: Verfolgte Ziele bei der Umstellung bei der Umstellung auf die modellorientierte Arbeitsweise.

6.5.3.2 Strategische Vorgehensweise

Auf die Frage „Wie möchten Sie bei der Umstellung auf modellorientiert Arbeitsweise vorgehen?“ unterscheidet sich das Abstimmungsverhalten der *BIM-Umsteigewilligen* (Abb. 6.91) deutlich von den *BIM-Anwendern* (vgl. Abb. 6.68). Während nur 44% der *BIM-Anwender* angeben, die Umstellung langfristig geplant zu haben, geben 74% der *BIM-Umsteigewilligen* an, dies langfristig zu planen. Spontane Umstellungen sind bei den *BIM-Umsteigewilligen* nicht vorgesehen. Ein weiterer wesentlicher Unterschied liegt darin, dass 47% der *BIM-Umsteigewilligen* angeben, die Umstellung selbständig innerhalb ihres Unternehmens vornehmen zu wollen (vgl. *BIM-Anwender* 58%) und gleichzeitig wird die Bereitschaft, dies in Abstimmung mit Kooperationspartnern zu tun, ebenfalls von 47% angegeben (vgl. *BIM-Anwender* 15%). Darüber hinaus geben 32% der *BIM-Umsteigewilliger* an, die Umstellung unter Mitwirkung neuer, in der modellbasierten Arbeitsweise erfahrener Mitarbeiter vorzunehmen, 42% geben an, dies unter Mitwirkung externer Berater und Experten tun zu wollen. Diese Angaben sind damit mehr als doppelt so hoch, wie die Angaben der *BIM-Anwender* (vgl. Abb. 6.68).

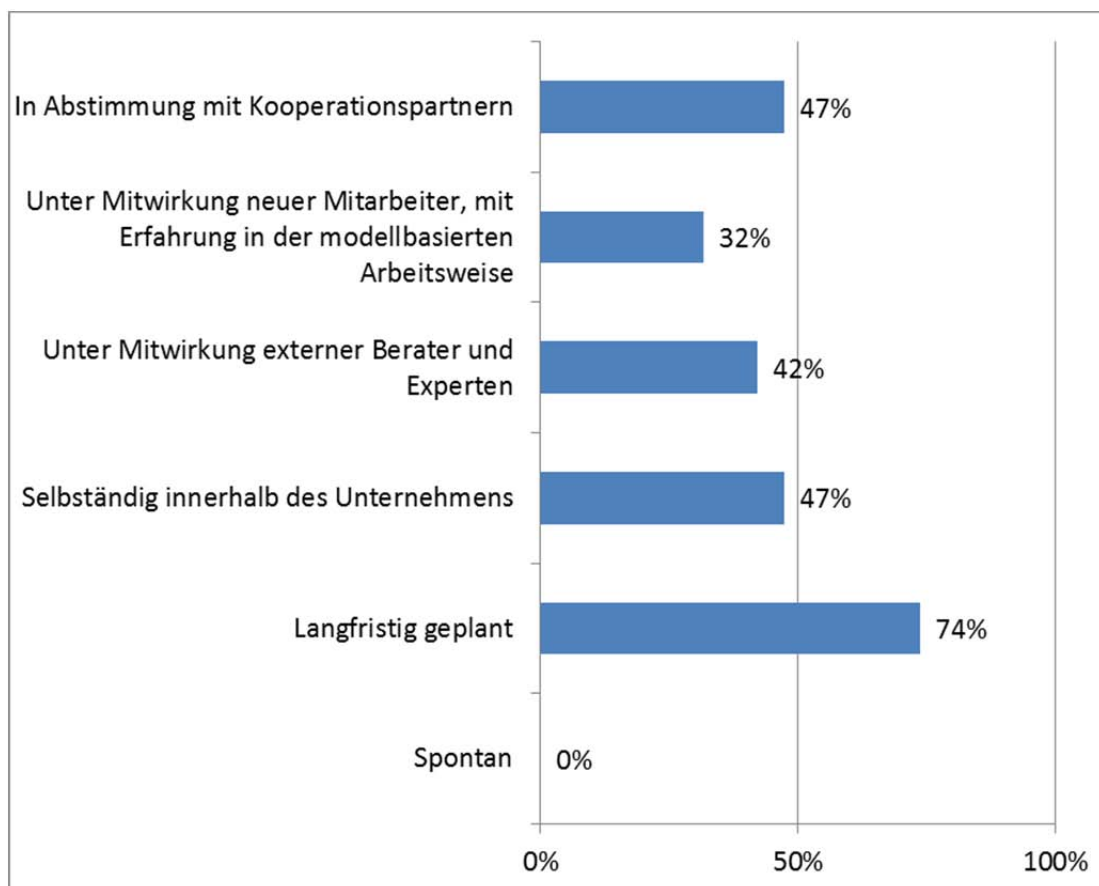


Abb. 6.91: Vorgehensweise bei der Umstellung auf modellorientierte Arbeitsweise, BIM-Umsteigewillige

Vorgehensweise der Umstellung

Auf die Frage „Wie möchten Sie bei der Umstellung in folgenden Bereichen vorgehen?“ ergibt sich, wie folgende Abbildung zeigt, beim Abstimmungsverhalten der Gruppe der *BIM-Umsteigewilliger* (Abb. 6.92) ein sehr ähnliches Bild, wie auch bei den Angaben der *BIM-Anwender* (Abb. 6.69). In allen abgefragten Bereichen geben die Umfrageteilnehmer ähnliche Gewichtungen zu projektweisen Umstellungen an. Die leicht unterschiedlich gewichteten Angaben der abteilungsweisen oder der zeitgleichen unternehmensweiten Umstellung könnten den jeweiligen Unternehmensstrukturen geschuldet sein. Während jeweils 7% der *BIM-Anwender* angegeben hatten, keine Anpassung von Koordinationsprozessen mit Projektbeteiligten und auch keine Anpassung von Arbeitsprozessen vorgenommen zu haben, sind bei allen *BIM-Umsteigewilligen* entsprechende Maßnahmen geplant.

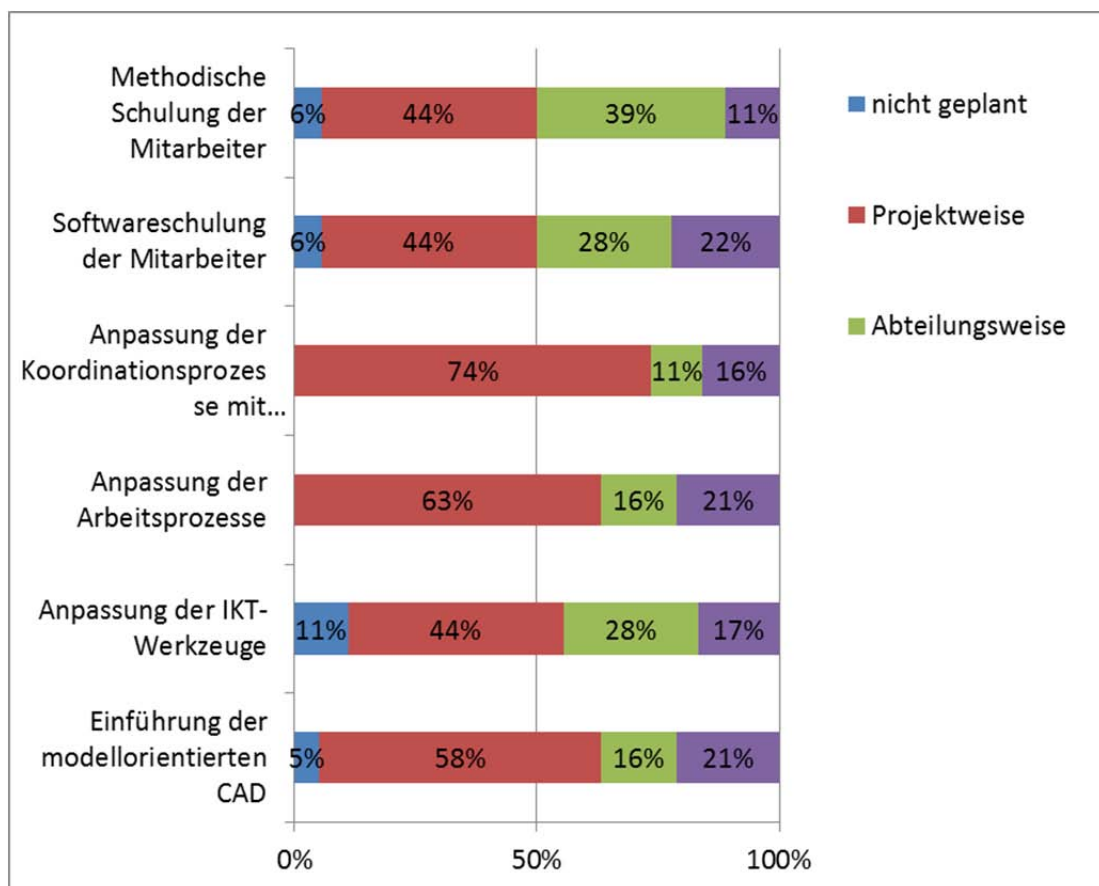


Abb. 6.92: Vorgehensweise bei der Umstellung, BIM-Umsteigewillige

6.5.3.3 Fazit Erwartungshaltung und Strategie der BIM-Umsteigewilligen

Aus der Gegenüberstellung der Angaben der *BIM-Anwender* zu den erfahrenen Potentialen und den Angaben der *BIM-Umsteigewilligen* zu ihrer Erwartungshaltung lässt sich entnehmen, dass die Erwartungen in einigen Bereichen durchaus durch die Erfahrungen der *BIM-Anwender* bestätigt werden. Doch die Verbesserungen sind nicht in allen Bereichen gleich hoch. Insbesondere beim Ressourceneinsatz für die Projektbearbeitung und bei der Koordination mit Projektbeteiligten wird von *BIM-Anwendern* kaum von Verbesserungen berichtet, einige Zielgruppen geben in diesen Bereichen sogar negative Erfahrungen wieder. Auf der anderen Seite geben die *BIM-Umsteigewilligen* eine veränderte Strategie der Umstellung an. Insbesondere durch den höheren Grad der Abstimmung mit Kooperationspartnern sind Verbesserungen bei der Koordination mit Projektpartnern zu erwarten. Zudem gehen die *BIM-Umsteigewilligen* insgesamt strategischer vor (Abb. 6.91) als die *BIM-Anwender* vgl. (Abb. 6.68) und holen sich vermehrt Know-how in ihre Unternehmen. Dieses Vorgehen könnte sich durchaus positiv auf die zu erwartende Wertschöpfung auswirken.

6.5.4 Untersuchung hemmender Faktoren

Zur Untersuchung hemmender Faktoren für den Einsatz der Planungsmethode BIM wurden ebenfalls Arbeitshypothesen, analog zu den Hypothesen über Potentiale, erstellt. Die Hypothesen bezüglich der Hemmnisse gliedern sich in drei Hauptbereiche:

- Ausbildung
- Informationstechnologien
- Vertragswesen und Prozessgrundlagen

Zusätzlich kamen im Verlauf der Bearbeitung des Projektes Hypothesen bezüglich der wirtschaftlichen Faktoren hinzu.

Für die Hypothesenüberprüfung, Bewertung und Gewichtung dieses Umfrageteils wurde eine Auswertungsstruktur gewählt, die eine Gegenüberstellung der jeweiligen Anwendergruppen zulässt. Für die Überprüfung der hemmenden Faktoren haben wir die Antworten so drei Gruppen zugeordnet:

- bereits modellorientiert Arbeitende (*BIM-Anwender*)
- die auf modellorientierte Arbeitsweise umsteigen wollen (*BIM-Umsteigewillige*)

- die nicht modellorientiert arbeiten und nicht umsteigen wollen (*Nicht-BIM-Anwender*)

Die zum Teil provokant ausformulierten Aussagen, mit denen die Umfrageteilnehmer konfrontiert wurden, dienen der Identifikation möglicher Unterschiede beziehungsweise Gleichheit der Standpunkte der einzelnen Ziel- oder Anwendergruppen. Die Aussagen wurden bewusst polarisierend formuliert, damit die Umfrageteilnehmer eine möglichst klare Position beziehen.

6.5.4.1 Hemmnisse im Bereich der Ausbildung

Im Rahmen der Umfrage haben wir einige Aspekte der Mitarbeiterfortbildung und der Ausbildung des Nachwuchses untersucht. Neben der Abfrage der Beherrschung der modellorientierten Arbeitsweise wurden vertiefende Fragestellungen zur Unternehmensphilosophie und zum Selbstverständnis der Mitarbeiter zur Aus- und Fortbildung untersucht. Darüber hinaus wurden auch die Einschätzungen über die Fähigkeiten des Nachwuchses abgefragt, die insbesondere bei der modellorientierten Arbeitsweise wichtig sind.

Um den Beherrschungsgrad der modellorientierten Arbeitsweise der Mitarbeiter zu ermitteln, wurden die Umfrageteilnehmer mit der Aussage konfrontiert: „Unsere Mitarbeiter beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht“ (vgl. Abb. 6.93).

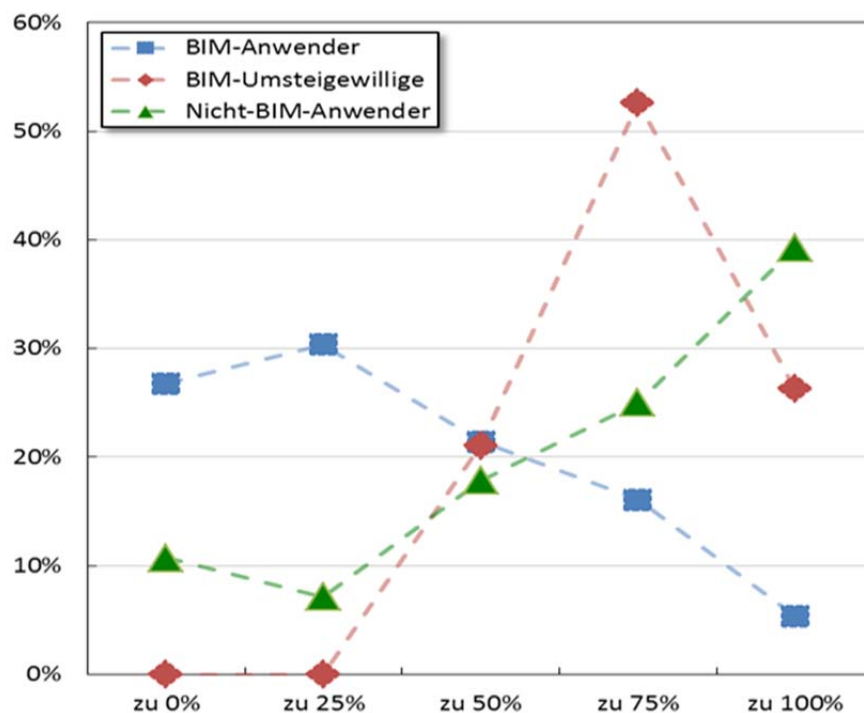


Abb. 6.93: Zustimmungsverteilung 'Unsere Mitarbeiter beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht.'

Die verschiedenen Anwendergruppen bewerteten, wie obige Abbildung zeigt, diese Aussage erwartungsgemäß in der Tendenz gegensätzlich.

Die gewertete Antworten betragen N=103.

Die über 50-prozentige Zustimmung zu dieser Aussage verteilte sich wie folgt:

- 43% der modellorientiert Arbeitenden
- 100% der *Umsteigewilligen* auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 82% der nicht modellorientiert Arbeitenden
- 64% aller abgegebenen Antworten

Der Anteil von 43% der modellorientiert Arbeitenden erscheint dennoch sehr hoch und liegt über der Erwartung. Dies lässt allerdings den Schluss zu, dass diese Gruppe der Umfrageteilnehmer mit ihren Fähigkeiten der modellorientierten Arbeitsweise nicht im ausreichenden Maße zufrieden ist oder weitere hemmende Faktoren vorliegen. Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei allen *BIM-Anwendern* bei 36%, bei den *Umsteigewilligen* bei 76% und bei den *Nicht-BIM-Anwendern* bei 69%. Es gibt allerdings große Schwankungen bei den *BIM-Anwendern* in den jeweiligen Zielgruppen. So kommen die Tragwerksplaner am besten mit der modellbasierten Arbeitsweise zurecht, hier liegt die Zustimmung nur bei 29% zu dieser Aussage, gefolgt von den Generalplanern mit 36%, Architekten mit 39%, sowie Bauherrenvertretern und Investoren mit 42%. Weniger gut kommen *BIM-Anwender* mit 48% Zustimmung bei den TGA-Planern weg, bei den Ausführenden mit 50%, und das größte Defizit schätzen die *BIM-Anwender* der Öffentlichen Hand mit 56% bei sich ein.

Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodik-Training

Bei der Fragestellung zur Regelmäßigkeit von Software- und Methodik-Training ergaben sich keine sehr großen Unterschiede zwischen den jeweiligen Anwendergruppen (vgl. Abb. 6.94). Eine klare Tendenz ist aber auf jeden Fall erkennbar. Die gewichteten durchschnittlichen Zustimmungswerte zu dieser Aussage betragen bei *BIM-Anwendern* 59%, bei den *Umsteigewilligen* 43% und bei den übrigen *Nicht-BIM-Anwendern* lediglich 37%.

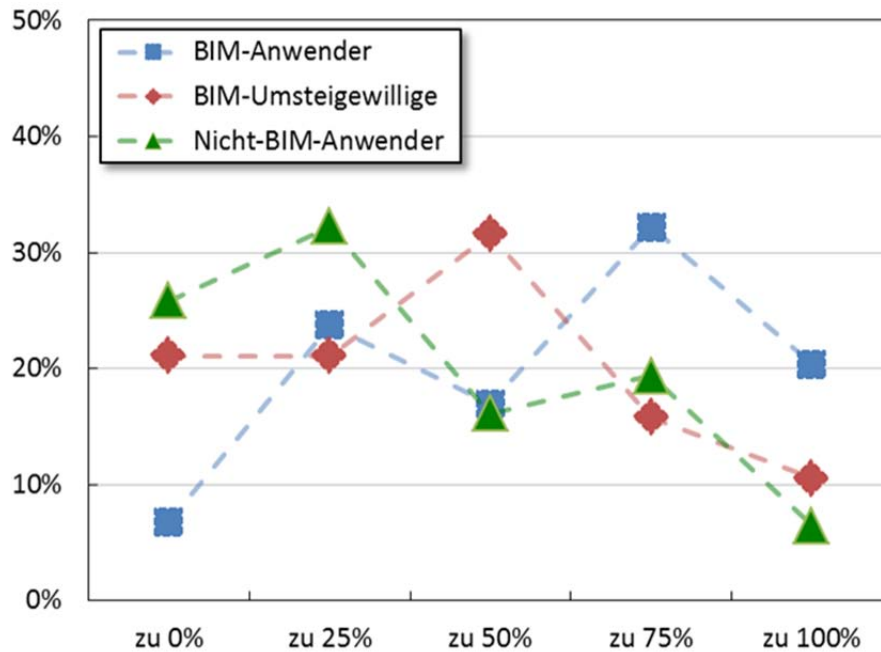


Abb. 6.94: Zustimmungsverteilung 'Unsere Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodik-Training.'

Fortbildungsmaßnahmen werden regelmäßig durchgeführt

Bei der Fragestellung zur Regelmäßigkeit der Fortbildungsmaßnahmen insgesamt, ergaben sich, wie folgende Abb. 6.95 zeigt, nur sehr geringfügige Unterschiede bei den einzelnen Anwendergruppen. Arithmetische Mittelwerte betragen 67%, Zustimmung bei den *BIM-Anwendern*, 65% Zustimmung bei den Umsteigewilligen und 61% bei denen, die nicht umsteigen möchten.

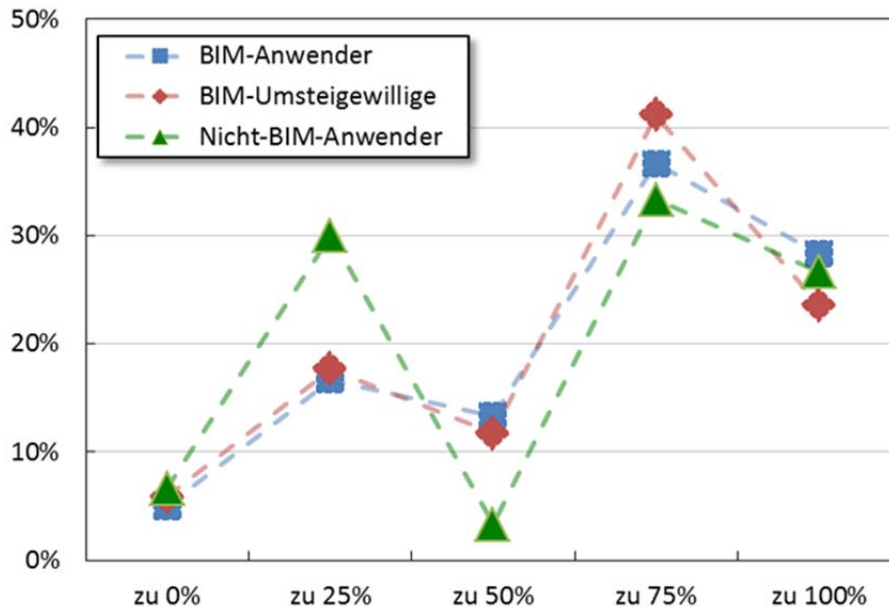


Abb. 6.95: Zustimmungsverteilung 'Fortbildungsmaßnahmen werden regelmäßig durchgeführt.'

Die Unterschiede im Zustimmungsverhalten zu diesen zwei Aussagen sind ein Indiz dafür, dass die Regelmäßigkeit von Fortbildungsmaßnahmen generell gegeben ist. Hier liegen Zustimmungswerte über 60% bei allen Beteiligten vor. Auf der anderen Seite wird dem Software- und Methodik-Training ein geringerer Stellenwert attestiert. So ist die Zustimmung bei den *BIM-Anwendern* mit 58% nur geringfügig schlechter als bei Fortbildungsmaßnahmen mit insgesamt 67%. So ergeben sich bei den *Nicht-BIM-Anwendern* hier deutlich größere Unterschiede. Das Software- und Methodik-Training mit 37% Zustimmung scheint hier einen deutlich geringeren Stellenwert zu besitzen als Fortbildungsmaßnahmen mit insgesamt 61%.

Einschätzung und Bewertung der Berufsanfänger

Für die Beurteilung, inwieweit hemmende Faktoren in den Hochschulen bei der Ausbildung der zukünftigen Generationen von Architekten und Ingenieuren vorliegen, haben wir die Umfrageteilnehmer mit Aussagen konfrontiert, welche die Einschätzung der Fähigkeiten, beziehungsweise den Erfüllungsgrad der jeweiligen Anforderungen in den jeweiligen Unternehmen betreffen. Hierfür wurden aus den drei Hypothesen bezüglich der Ausbildung an deutschen Hochschulen Fragen abgeleitet. Ein Teil der Fragen wurde im Bereich der Ermittlung des Status quo an die Umfrageteilnehmer gestellt, ein zweiter Teil in den Frageblock der hemmenden Faktoren.

Folgende mit dem Expertenkreis entwickelte Arbeitshypothesen liegen den im folgenden Abschnitt vorgestellten Fragen zugrunde:

- „Die Ausbildung von Ingenieuren an deutschen Hochschulen konzentriert sich auf einzelne fachspezifische Aspekte. Sie vernachlässigt den weiteren Planungsverlauf und geht daher auf eine mögliche Wertschöpfung einer BIM basierten Planung nicht ein. Interdisziplinäre und fachübergreifende Lehre findet kaum statt.“
- „Die Lehre an den deutschen Hochschulen reagiert kaum auf ein sich veränderndes Berufsbild. Damit verstreichen Chancen zur Erschließung neuer Tätigkeitsfelder für zukünftige Absolventen wie sie beispielsweise aus einer BIM basierten Planung resultieren können“
- „Findet Lehre mit BIM Kontext statt, konzentriert diese sich auf die informationstechnischen Grundlagen der CAD Anwendungen und vernachlässigt die weitreichenden methodischen wirksamen Zusammenhänge in der Planung.“

Auf Basis dieser Hypothesen wurden Indikatoren entwickelt und den Probanden als Aussagen zur Beurteilung vorgelegt.

Beherrschung der modellbasierten Arbeitsweise

Bei der Aussage „Berufsanfänger beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht“, fällt die Beurteilung der Fähigkeiten der Berufsanfänger in der modellorientierten Arbeitsweise wie folgende Abb. 6.96 zeigt insgesamt sehr negativ aus.

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 64% der *BIM-Anwender*
- 100% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 79% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 75% aller abgegebenen Antworten

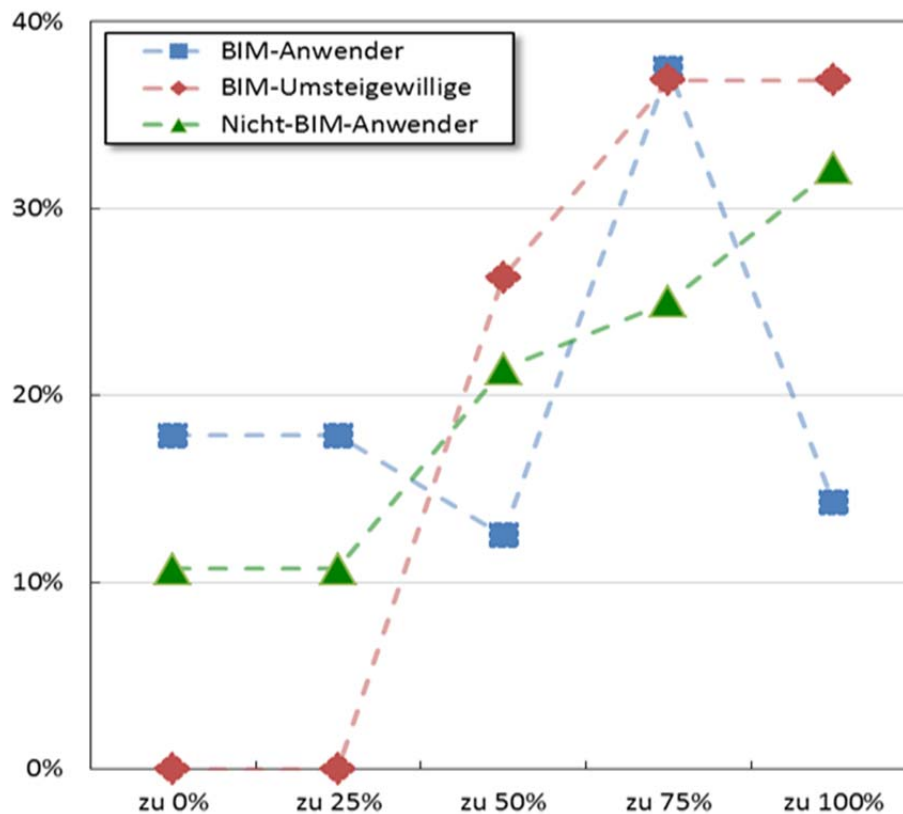


Abb. 6.96: Zustimmungsverteilung 'Berufsanfänger beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht.'

Die arithmetischen Mittelwerte der Zustimmung zu dieser Aussage betragen bei *BIM-Anwendern* 53%, bei *Nicht-BIM-Anwendern* 64% und bei *BIM Umsteigewilligen* bei 78%.

Die *BIM-Anwender* bescheinigen hier den Berufsanfängern eher durchschnittliche Fähigkeiten für die Beherrschung der modellorientierten Arbeitsweise. Die deutlich schlechteren Bewertungen der übrigen Anwendergruppen bei dieser Aussage können insoweit interpretiert werden, dass hier nur eine Vermutung beziehungsweise eine Erwartungshaltung geäußert wird. Im Gegensatz dazu können wir den modellorientiert Arbeitenden unterstellen, an dieser Stelle ihre tatsächlichen Erfahrungen mit den Berufsanfängern bezüglich der modellorientierten Arbeitsweise wiederzugeben.

Bei einer näheren Betrachtung einzelner Aspekte der Ausbildung bekommen wir ein genaueres Bild darüber, inwieweit die Berufsanfänger den Anforderungen gerecht werden. Hierfür haben wir die Umfrageteilnehmer gebeten, zu bewerten inwieweit die Fähigkeiten der Berufsanfänger den jeweiligen Anforderungen genügen.

Für die Darstellung der Umfrageergebnisse bezüglich einzelner Aspekte der Ausbildung wurden die Antworten der Umfrageteilnehmer in zwei Gruppen aufgeteilt:

- modellorientiert Arbeitende (*BIM-Anwender*)
- nicht modellorientiert Arbeitende (*Nicht-BIM-Anwender*)

Eine weitere Differenzierung der nicht modellorientiert Arbeitenden nach *Umsteigewilligen* und übrigen *Nicht-BIM-Anwendern* konnte in diesem Fall entfallen, da zwischen diesen zwei Gruppen in der Bewertung der Berufsanfänger kaum Unterschiede bestanden.

Die Umfrageteilnehmer wurden gebeten zu bewerten, inwieweit Berufsanfänger ihre Anforderungen erfüllen:

„Wie gut sind Berufsanfänger in den folgenden Bereichen qualifiziert? Kreuzen Sie bitte an, in wie weit der Kenntnisstand der Berufsanfänger Ihren Anforderungen genügt.“

Zu folgenden Bereichen wurden Angaben gemacht

IT-Werkzeuge (CAD/Planungssoftware)

Im Bereich der IT-Werkzeuge bewertet die Gruppe der *BIM-Anwender* die Fähigkeiten der Berufsanfänger eher neutral, das arithmetische Mittel liegt hier bei 50%. Die nicht modellorientiert Arbeitenden bewerten die Fähigkeiten der Berufsanfänger im Bereich der IT-Werkzeuge mit 60% etwas positiver (vgl. Abb. 6.97) Durch die Gegenüberstellung dieser Zustimmungsverteilung bekommen wir ein Indiz dafür, dass die Hochschulen den Schwerpunkt ihrer Ausbildung im Bereich der IT-Werkzeuge nach wie vor stark auf die herkömmliche Arbeitsweise abstimmen. Die Anforderungen der modellorientierten Arbeitsweise werden weniger bedient.

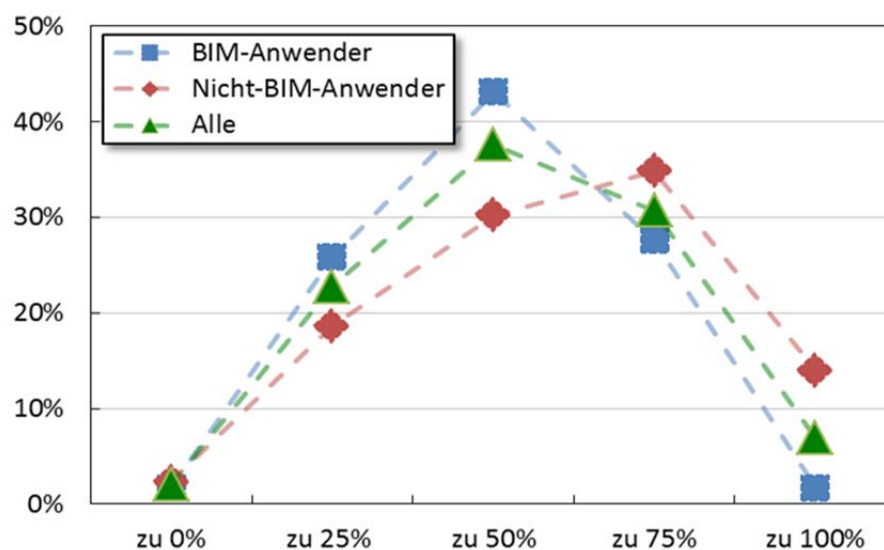


Abb. 6.97: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich IT-Werkzeuge (CAD/Planungssoftware?“

Planungsmethodische Fähigkeiten

Die Bewertung der planungsmethodischen Fähigkeiten der Berufsanfänger durch beide Gruppen fällt – im Gegensatz zu der Einschätzung ihrer Fähigkeiten im Bereich der IT – nahezu durchgehend schlechter aus. Der Anteil an hoher Zustimmung ist sehr gering und die negativen Bewertungen überwiegen. Die gewichtete durchschnittliche Bewertung planungsmethodischer Fähigkeiten durch die *BIM-Anwender* liegt bei 40% und aller *Nicht-BIM-Anwender* bei 44% (vgl. Abb. 6.98).

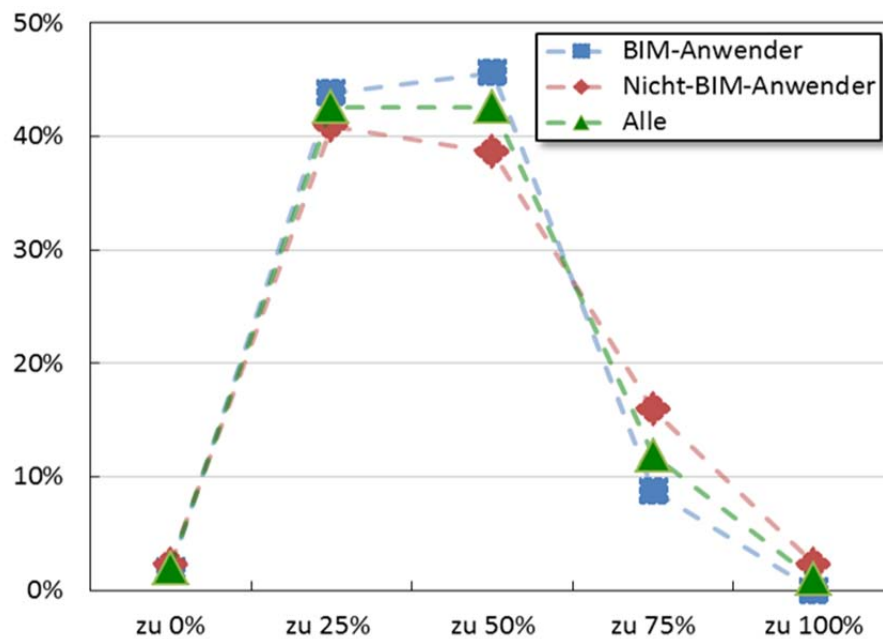


Abb. 6.98: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich Planungsmethodische Fähigkeiten?“

Interdisziplinäres und fachübergreifendes Denken

Die Bewertungen für das interdisziplinäre und fachübergreifende Denken fallen insgesamt noch negativer aus, so dass hier von einer Grundunzufriedenheit ausgegangen werden kann. Die gewichtete Durchschnittsbewertung der *BIM-Anwender* liegt bei 37% und der *Nicht-BIM-Anwender* bei 38% (vgl. Abb. 6.99).

Sowohl bei der Beurteilung der planungsmethodischen Fähigkeiten, wie auch des interdisziplinären und fachübergreifenden Denkens sind kaum Bewertungsunterschiede zwischen den beiden Gruppen *BIM-Anwender* und *Nicht-BIM-Anwender* festzustellen, so dass wir davon ausgehen können, dass in diesen Bereichen sehr ähnliche Anforderungen an die Berufsanfänger gestellt werden.

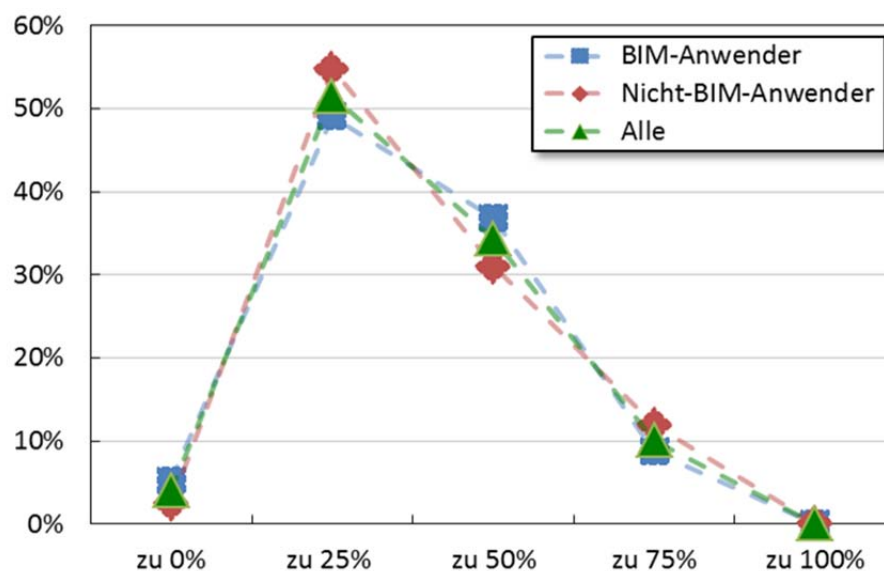


Abb. 6.99: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Interdisziplinäres und fachübergreifendes Denken'?“

Prozessorientiertes Denken

Die Fähigkeiten zu prozessorientiertem Denken, Verständnis übergeordneter Zusammenhänge sowie dem betriebswirtschaftlichen Denken werden bei den Berufsanfängern ebenfalls als unzureichend bewertet. Es sind aber leicht unterschiedliche Gewichtungen zwischen *BIM-Anwendern* und *Nicht-BIM-Anwendern* zu erkennen. Da die *BIM-Anwender* tendenziell eine schlechtere Bewertung abgeben, könnte man dies als Indiz sehen, dass bei diesen die Anforderungen für die modellorientierte Arbeitsweise höher sind. Die gewichteten Mittelwerte betragen für die Bewertung des prozessorientierten Denkens bei *BIM-Anwendern* 30% und bei den *Nicht-BIM-Anwendern* 36% (vgl. Abb. 6.100).

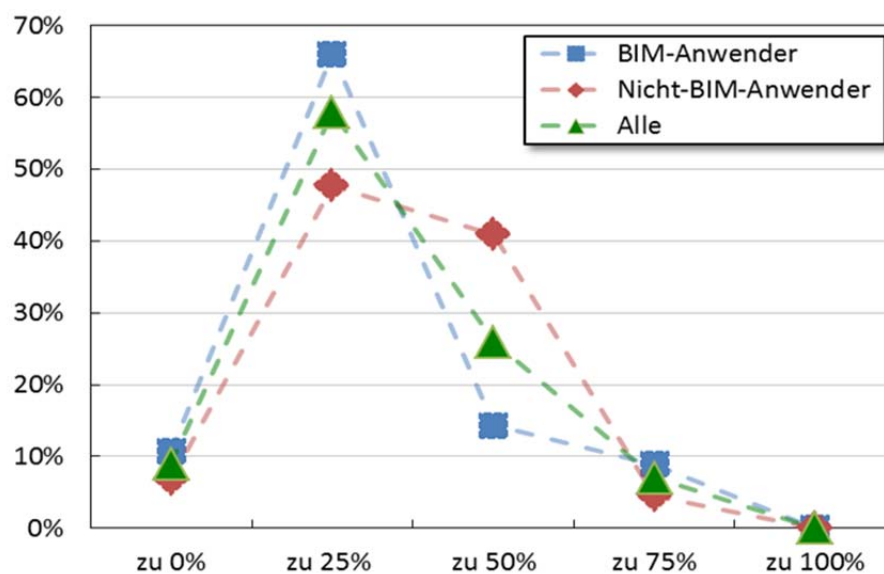


Abb. 6.100: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Prozessorientiertes Denken'?"

Verständnis übergeordneter Zusammenhänge

Die durchschnittliche Bewertung des Verständnisses übergeordneter Zusammenhänge beträgt bei *BIM-Anwendern* 36% und bei *Nicht-BIM-Anwendern* 38% (vgl. Abb. 6.101).

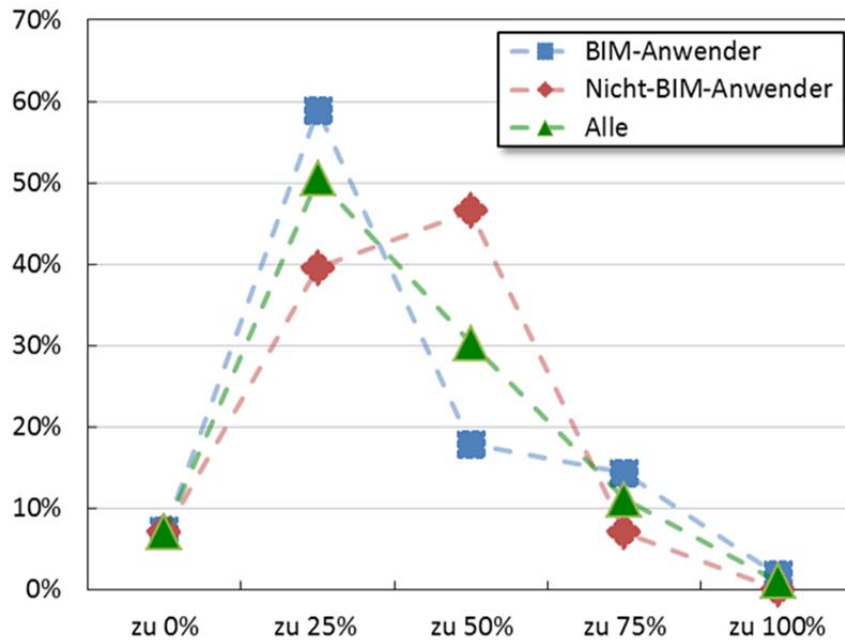


Abb. 6.101: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Verständnis übergeordneter Zusammenhänge?'“

Betriebswirtschaftliches Denken

Die Bewertung des betriebswirtschaftlichen Denkens der Berufsanfänger fällt insgesamt am schlechtesten aus. So liegt die durchschnittliche Bewertung durch die *BIM-Anwender* bei 27% und die der *Nicht-BIM-Anwender* bei 29% (vgl. Abb. 6.102).

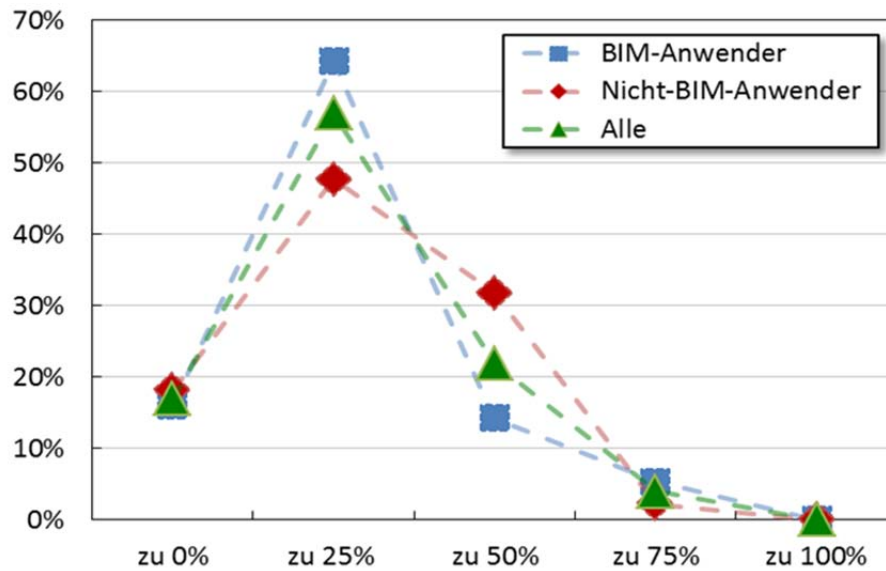


Abb. 6.102: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Betriebswirtschaftliches Denken'?"

Kooperations- und Teamfähigkeit

Sehr viel positiver werden von beiden Gruppen die Kooperations- und Teamfähigkeit, sowie die Lernbereitschaft und Lernfähigkeit bewertet.

Die gewichtete durchschnittliche Bewertung der Kooperations- und Teamfähigkeit durch die *BIM-Anwender* liegt bei 59% und die der *Nicht-BIM-Anwender* sogar bei 61% (vgl. Abb. 6.103).

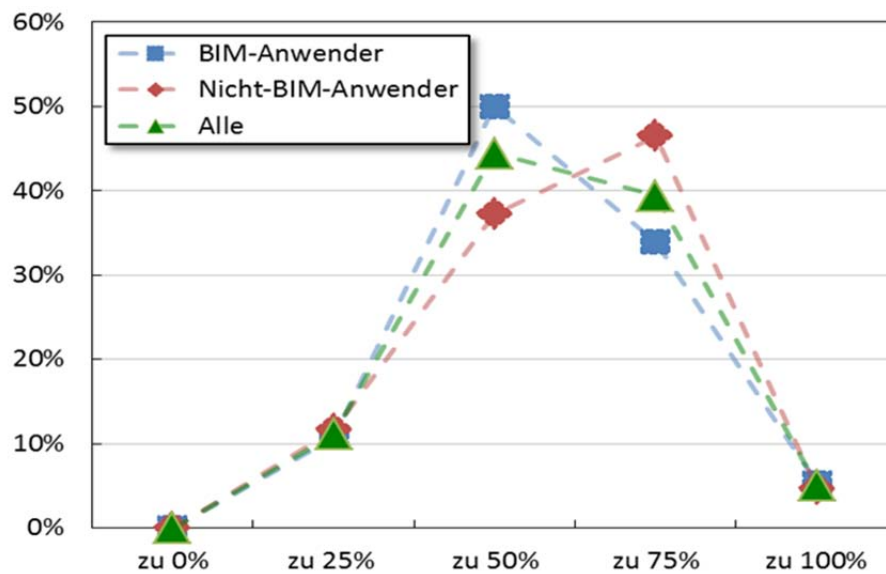


Abb. 6.103: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Kooperations- und Teamfähigkeit?'“

Lernbereitschaft, Lernfähigkeit

Bei der Wertung der Lernbereitschaft und Lernfähigkeit ist eine sehr große und sehr positive Übereinstimmung beider Gruppen festzustellen. Die durchschnittliche Bewertung durch *BIM-Anwender* beträgt 75% und durch *Nicht-BIM-Anwender* 74% (Abb. 6.104).

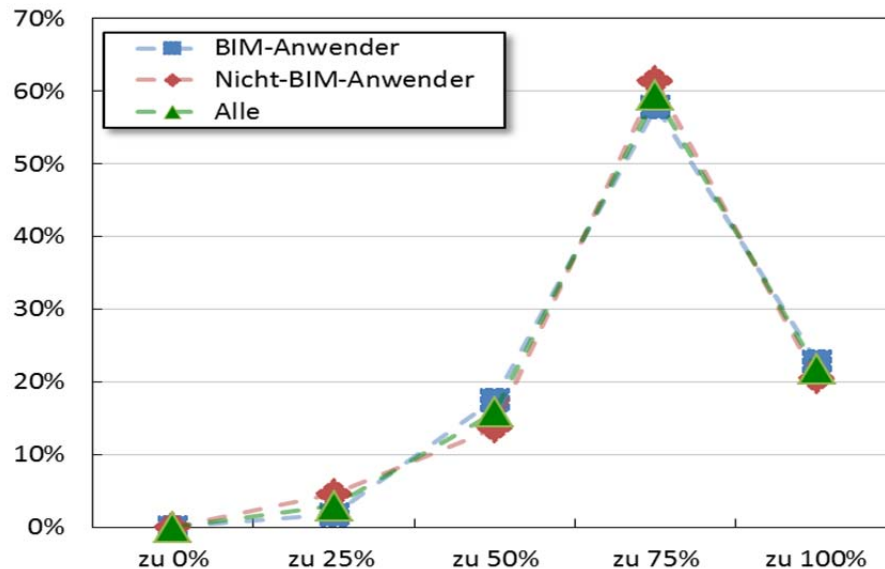


Abb. 6.104: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Lernbereitschaft / Lernfähigkeit?'“

Fazit Ausbildung

Eine abschließende und detaillierte Beurteilung der Ausbildungssituation in Deutschland ist im Rahmen dieser Untersuchung sicherlich nicht möglich. Die hier untersuchten Fragestellungen dienen der Vervollständigung der Betrachtung der Gesamtsituation und zur Identifizierung möglicher hemmender Faktoren. Die drei im Vorfeld aufgestellten Hypothesen bezüglich der Ausbildungssituation sehen wir allerdings anhand der Angaben der Umfrageteilnehmer als bestätigt an. Im Folgenden sind die Aussagen daher noch einmal wiedergegeben:

- *„Die Ausbildung von Ingenieuren an deutschen Hochschulen konzentriert sich auf einzelne fachspezifische Aspekte. Sie vernachlässigt den weiteren Planungsverlauf und geht daher auf eine mögliche Wertschöpfung einer BIM basierten Planung nicht ein. Interdisziplinäre und fachübergreifende Lehre findet kaum statt.“*
- *„Die Lehre an den deutschen Hochschulen reagiert kaum auf ein sich veränderndes Berufsbild. Damit verstreichen Chancen zur Erschließung neuer Tätigkeitsfelder für*

zukünftige Absolventen wie sie beispielsweise aus einer BIM basierten Planung resultieren können.“

- *„Findet Lehre mit BIM Kontext statt, konzentriert diese sich auf die informationstechnischen Grundlagen der CAD Anwendungen und vernachlässigt die weitreichenden methodischen wirksamen Zusammenhänge in der Planung.“*

Während im Bereich der IT-Werkzeuge nur leichte Defizite bei den Fähigkeiten im Umgang mit modellorientierter Software gegenüber den herkömmlichen Werkzeugen festgestellt werden konnten, scheinen in allen übrigen Bereichen - mit Ausnahme von Kooperation- und Teamfähigkeit, sowie Lernfähigkeit und Lernbereitschaft - sehr große Defizite zu bestehen.

Gerade die durchgehend schlechten Bewertungen sowohl von *BIM-Anwendern* als auch von *Nicht-BIM-Anwendern* in den Bereichen der planungsmethodischen Fähigkeiten, im interdisziplinären und fachübergreifenden Denken, dem prozessorientierten Denken, Verständnis übergeordneter Zusammenhänge sowie dem betriebswirtschaftlichen Denken sind besorgniserregend und ein Indiz für dringenden Handlungsbedarf.

6.5.4.2 Hemmnisse im Bereich Informationstechnologien

Eine weitere Gruppe möglicher Hemmnisse wurde bei der Hypothesenbildung im Bereich der Informationstechnologien eingeordnet. Aus dieser Gruppe der Hypothesen konnten direkt Aussagen generiert werden, zu denen die Umfrageteilnehmer Position beziehen konnten.

Zu diesem Themenbereich wurden folgende Arbeitshypothesen formuliert:

- *„Derzeitig verfügbare modellorientierte Software hat funktionale Grenzen.“*
- *„Die Komplexität der modellbasierten Software ist zu groß.“*
- *„Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur ist zu hoch.“*
- *„Die Portierung bestehender Daten ist nur unter hohem Aufwand möglich.“*
- *„Die verfügbaren Austauschformate für digitale Gebäudemodelle sind nicht durchgängig nutzbar.“*

Funktionale Grenzen modellorientierter Software

Ein hemmender Aspekt im Bereich der Informationstechnologien können funktionale Grenzen der momentan verfügbaren modellorientierten Software darstellen.

Die Zustimmungsverteilung zu der Hypothese: „*Derzeitig verfügbare modellorientierte Software hat funktionale Grenzen und unterstützt den Planungsprozess nicht durchgängig*“ überrascht, da die verschiedenen Anwendergruppen recht unterschiedliche Einschätzungen abgeben.

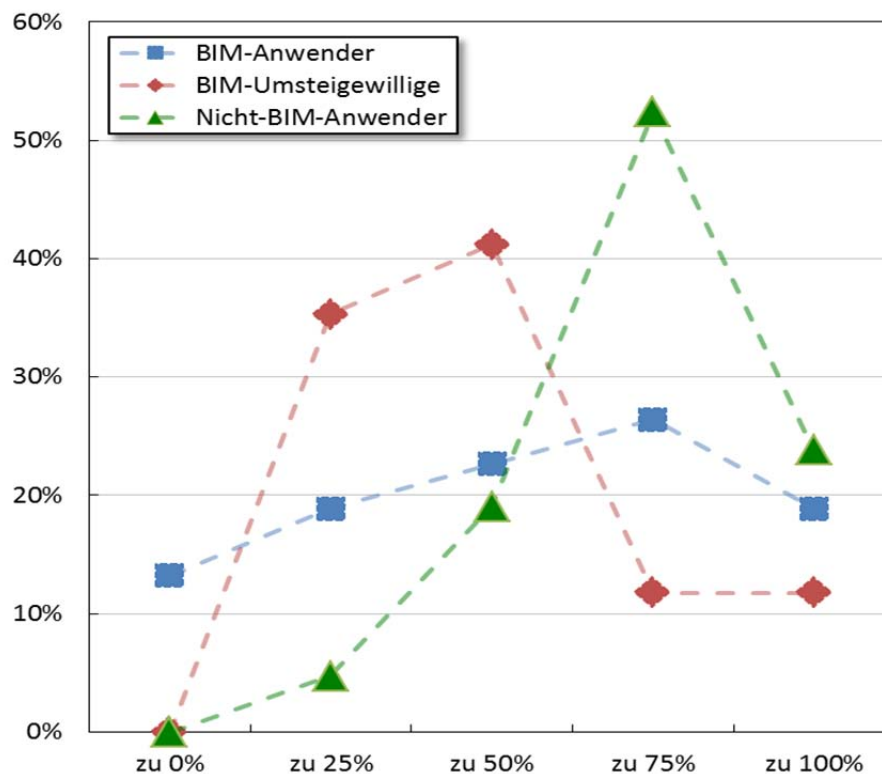


Abb. 6.105: Zustimmungsverteilung "Derzeitig verfügbare modellorientierte Software hat funktionale Grenzen und unterstützt den Planungsprozess nicht durchgängig"

Die gewichtete durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage beträgt bei den *BIM-Anwendern* 55%, bei den Umsteigewilligen 50% und bei den übrigen *Nicht-BIM-Anwendern* 74% (Abb. 6.105).

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 68% der *BIM-Anwender*
- 65% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 95% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 74% aller abgegebenen Antworten

Dies ergibt insgesamt ein problematisches Bild bezüglich der Funktionalität der modellorientierten Software. Auffällig ist allerdings, wie die *BIM-Umsteigewilligen* im Vergleich zu den anderen Gruppen abgestimmt haben. Hierfür möchten wir einen genaueren Blick auf die sehr hohe Zustimmung zu dieser Aussage zu 75% und mehr werfen:

- 45% der *BIM-Anwender*
- 24% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 76% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 48% aller abgegebenen Antworten

Die Umfrageteilnehmer, die auf die modellorientierte Arbeitsweise umstellen möchten, bewerten diese Aussage unkritischer als die Gruppe, die bereits Erfahrungen mit der modellorientierten Software hat. Diese, durch die Gruppe der bereits anwendenden Probanden leider nicht gestützte, unkritischere Haltung könnte ein Indiz dafür sein, dass die Umsteigewilligen ein – eventuell durch überzogen positive Versprechungen der BIM-Lobbyisten hervorgerufenes – zu positives Bild des Leistungsumfanges der derzeit auf dem Markt verfügbaren Software haben.

Die sehr hohe Zustimmung zu dieser Aussage bei *Nicht-BIM-Anwendern* verwundert nicht, da hier insgesamt eine sehr kritische Haltung zu erwarten war, die bei dieser Umfrage auch bei vielen anderen Fragestellungen bestätigt wurde. Ungewöhnlich ist allerdings die Zustimmungsverteilung der modellorientiert arbeitenden Teilnehmer. Sie sehen zu einem großen Teil funktionale Grenzen bei der modellorientierten Software und auch den Planungsprozess als nicht durchgängig unterstützt an.

Komplexität der modellorientierten Software

Die Hypothese, dass die modellbasierte Software zu komplex sei, wird sehr oft verwendet um zu begründen, weshalb nicht auf modellorientierte Arbeitsweise umgestellt wird. Dies stellt also eventuell für die *Nicht-BIM-Anwender* einen hemmenden Faktor dar. Wir wollten diese Behauptung im Rahmen unserer Untersuchung prüfen und ermitteln, inwieweit diese von allen Probanden bestätigt wird, oder ob hier unterschiedliche Sichtweisen zwischen den jeweiligen Gruppen bestehen.

Die Zustimmungsverteilung zu der Behauptung: „Die Komplexität der modellbasierten Software ist für unsere Einsatzzwecke zu groß“ ist in den jeweiligen Gruppen sehr unterschiedlich ausgefallen (vgl. Abb. 6.106).

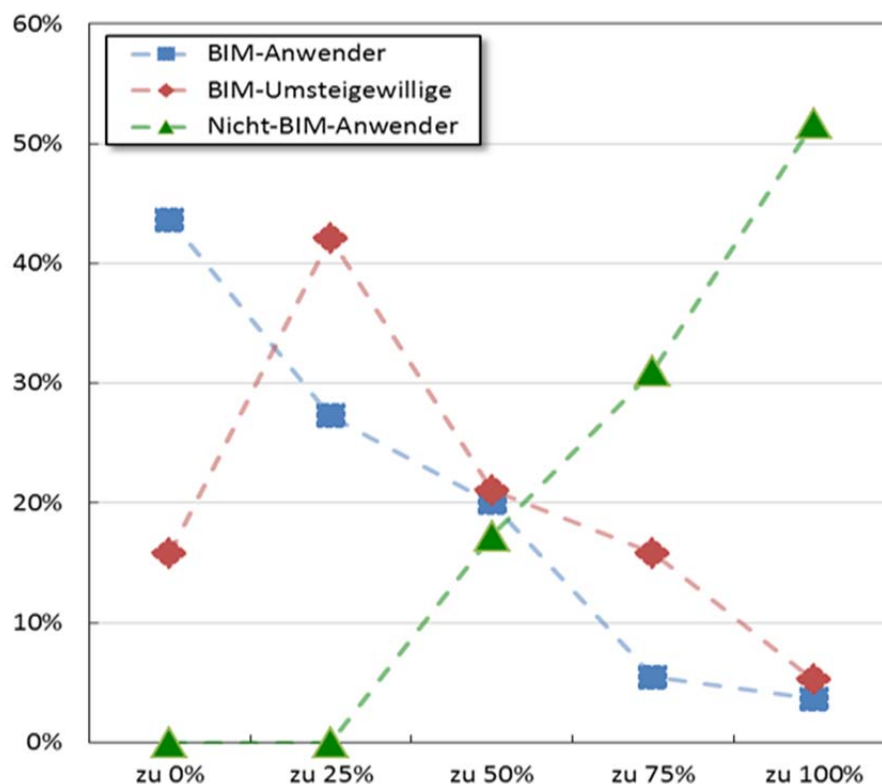


Abb. 6.106: Zustimmungsverteilung 'Die Komplexität der modellbasierten Software ist für unsere Einsatzzwecke zu groß.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 29% der *BIM-Anwender*
- 42% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 100% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 51% aller antwortenden Probanden

Die gewichtete durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage beträgt bei den *BIM-Anwendern* 25%, bei den Umsteigewilligen 38% und bei den übrigen *Nicht-BIM-Anwendern* 84%. Während die Zustimmungsverteilung der *Nicht-BIM-Anwender* durchgehend sehr hoch ist, verhält sich die Zustimmungsverteilung der *BIM-Anwender* genau umgekehrt und wird nur zu einem geringen Teil mitgetragen.

Interessant bei dieser Betrachtung ist die Zustimmungsverteilung derjenigen, die auf die modellorientierte Arbeitsweise umsteigen wollen. Hier stellt die Komplexität einen deutlich geringeren hemmenden Faktor dar, beziehungsweise wird die modellorientierte Software als weniger komplex angesehen. Die Begründung hierfür könnte die intensivere Auseinandersetzung der Umsteigewilligen mit der modellorientierten Software sein. Somit verliert dieses Argument deutlich an Gewicht, sobald sich die Unternehmen mit der modellorientierten Arbeitsweise und den dazugehörigen Werkzeugen auseinandersetzen.

Anforderungen an die Hardware

Die Zustimmungsverteilung zu der Hypothese: „Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur sind zu hoch“ ist in der Tendenz ähnlich gegensätzlich ausgefallen (vgl. Abb. 6.107).

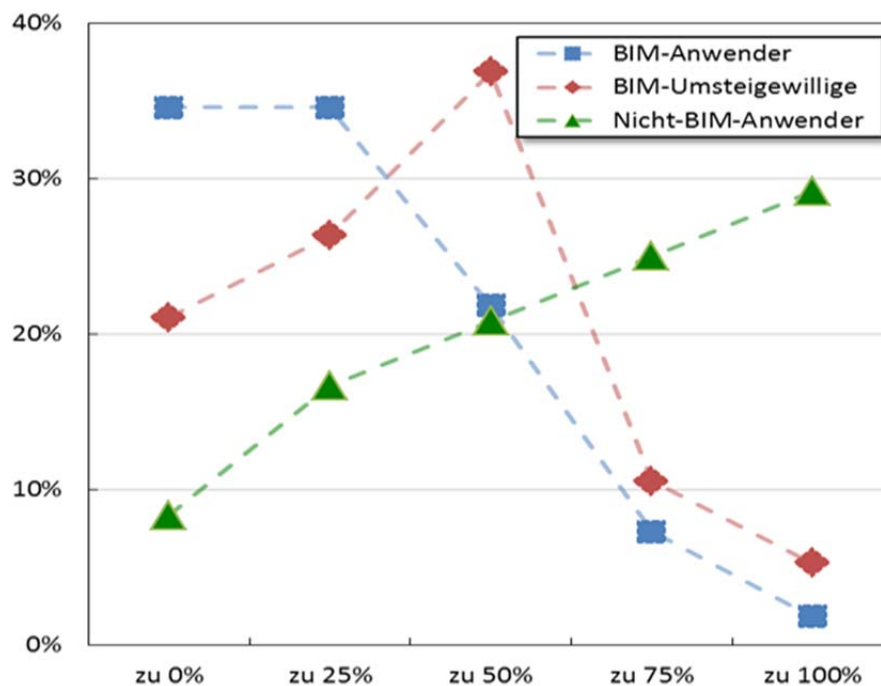


Abb. 6.107: Zustimmungsverteilung 'Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur sind zu hoch.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 31% der *BIM-Anwender*
- 53% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 75% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 46% aller antwortenden Probanden

Die gewichtete durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage beträgt bei den *BIM-Anwendern* 29%, bei den Umsteigewilligen 38% und bei den übrigen *Nicht-BIM-Anwendern* 63%.

Aus eigenen Erfahrungen und der Zustimmungsverteilung der Umfrageteilnehmer können wir schlussfolgern, dass die Anforderungen an die Hardware und Infrastruktur durch die modellbasierte Software zwar durchaus höher sind als für die nicht modellorientierte, aber nicht in dem Maße, wie es von nicht modellorientiert Arbeitenden angenommen wird.

Bei der Gegenüberstellung der Hardwareanforderungen der Softwarehersteller für modellorientierte und nicht modellorientierte Software können wir ebenfalls höhere Anforderungen an die Hardwareausstattung für die Verwendung modellorientierter Software feststellen. Allerdings bewegen sich die Anforderungen in einem Bereich, der durch marktübliche Rechnersysteme gedeckt werden kann. Jede neue Softwaregeneration - modellorientiert oder nicht - stellt höhere Anforderungen an die Hardwareinfrastruktur als die vorhergehende. Dies ist zumeist eine Folge des gestiegenen Funktionsumfangs. Gleichzeitig steigen sowohl die verfügbare Rechenleistung als auch die Größen der Speichersysteme jeder neuen Hardwaregeneration. Und bedingt durch den stetigen Preisverfall bei Computersystemen erhalten wir bei jedem Erneuerungszyklus der Hardware immer leistungsfähigere Systeme, die den Anforderungen der Software mehr als gerecht werden. Bei Einhaltung durchschnittlicher Erneuerungszyklen für Hardware von circa drei Jahren [Ste05] und der Beachtung der empfohlenen Hardwareausstattung der Softwarehersteller, sollte das zu keinen Problemen führen.

Portierungsaufwand

Die Portierung bestehender Daten in ein neues System ist schon immer eine große Herausforderung gewesen. Bereits die Migration der Planungsdaten aus einem 2D-System in ein anderes 2D-System ist sehr häufig verlustbehaftet. Die Portierung von bestehenden 2D-Daten in ein modellorientiertes System ist dahingegen eine noch größere Hürde. Dementsprechend fällt auch die Beurteilung der Aussage „*Der Portierungsaufwand bestehender Daten in ein neues System ist zu groß*“ aus (Abb. 6.108):

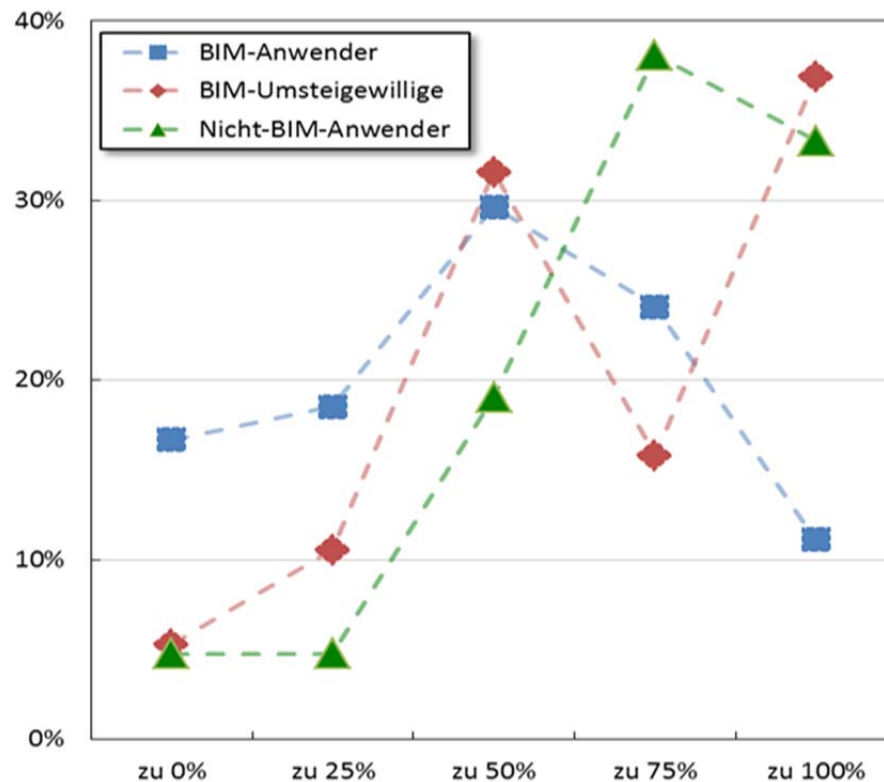


Abb. 6.108: Zustimmungsverteilung 'Der Portierungsaufwand bestehender Daten in ein neues System ist zu groß.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 65% der *BIM-Anwender*
- 84% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 90% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 74% aller antwortenden Probanden

Bei einer genaueren Betrachtung der Verteilungskurven fällt allerdings auf, dass die Zustimmung und Ablehnung zu dieser Aussage bei den *BIM-Anwendern* eher ausgewogen ist - die durchschnittliche Zustimmung beträgt 49% - während nicht modellorientiert Arbeitenden hier durchaus größere Probleme sehen. Die durchschnittliche Zustimmung bei den *Umsteigewilligen* beträgt 67% und bei den übrigen nicht modellorientiert Arbeitenden sogar 73%.

Der Portierungsaufwand stellt somit durchaus eine große Hürde dar, was auch von den *BIM-Anwendern* bestätigt wird. Jedoch wird diese Problematik von den *BIM-Anwendern* insgesamt als weniger dramatisch empfunden, als von den nicht modellorientiert Arbeitenden.

Verfügbare Austauschformate

Bei der Portierung von Daten aus einem System in ein anderes sind wir auf die verfügbaren Dateiformate angewiesen. Diese können aber unter Umständen eine große Hürde darstellen, insbesondere wenn die Kompatibilität nur teilweise oder gar nicht gegeben ist. Aus diesem Grund befragten wir die Umfrageteilnehmer, in wie weit sie der folgenden Aussage zustimmen:

„Die verfügbaren Austauschformate für digitale Gebäudemodelle sind nicht durchgängig nutzbar“

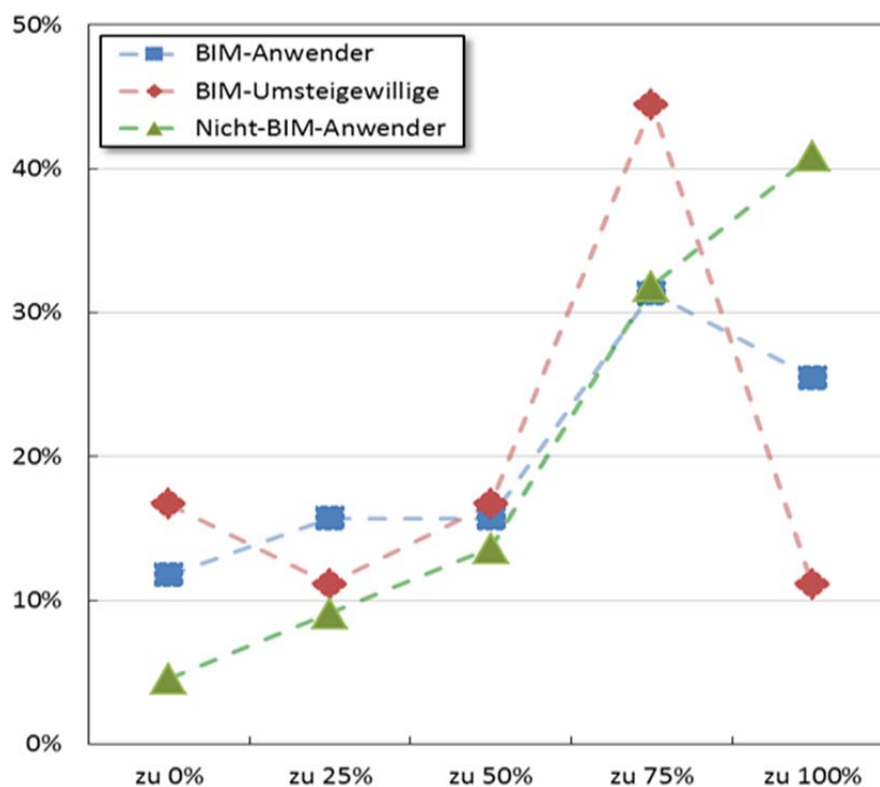


Abb. 6.109: Zustimmungsverteilung 'Die verfügbaren Austauschformate für digitale Gebäudemodelle sind nicht durchgängig nutzbar.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt (vgl. Abb. 6.109):

- 73% der modellorientiert Arbeitenden
- 72% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 86% der nicht modellorientiert Arbeitenden
- 76% aller abgegebenen Antworten

Die hohe Zustimmungsrates zu dieser Aussage ist ein sehr deutliches Indiz für eine bei den derzeit in der Praxis verfügbaren Softwaresystemen anzutreffende sehr unzureichende Interoperabilität und ein klares Signal der Befragten an die Softwarehersteller, hier Verbesserungen vorzunehmen.

Die Portierung von bestehenden Daten (auf ein neues System) ist zwar durch eine eventuell unzureichende Interoperabilität sehr erschwert und stellt für viele Unternehmen eine große Hürde dar, doch die Portierung von Datenbeständen in ein neues System findet zumeist nur im Rahmen eines Release- oder Anbieterwechsels statt. Eine viel größere wirtschaftliche Relevanz haben so Interoperabilitätsprobleme, die immer wiederkehren, wie Datenaustausch mit Projektpartnern oder die Datenüberführung in andere Projektphasen, wenn andere Software verwendet werden soll. Durch unzureichende Interoperabilität werden Arbeitsprozesse gestört, weil immer wieder Datenverluste manuell nachgeführt werden müssen.

Neben den vielen proprietären Dateiformaten der jeweiligen Softwarehersteller wird auch das IFC-Format von vielen Softwarewerkzeugen unterstützt. Industry Foundation Classes (IFC) ist ein offener Standard zur Beschreibung von digitalen Gebäudemodellen, definiert und weiterentwickelt von buildingSMART International (bSI), ehemals Industrieallianz für Interoperabilität (IAI). Doch auch die Verwendung von IFC ist kein Garant für eine verlustarme oder gar eine verlustfreie Datenübernahme. Je nach verwendeten Softwarepaketen, die alle IFC unterstützen, erhalten wir Modelldaten in unterschiedlicher Qualität. Nicht alle Softwarehersteller unterstützen den IFC-Standard gleichermaßen. Viel mehr werden die Freiräume, die der Standard bietet, ausgeschöpft, so dass eine verlustfreie Datenübernahme derzeit nicht zufriedenstellend möglich ist. Was auch die Zustimmungsverteilung von *BIM-Anwendern* zur folgenden Aussage bekräftigt (vgl. Abb. 6.110):

„Das Austauschformat IFC erfüllt unsere inhaltlichen und formalen Anforderungen für den Austausch der Modelldaten“ .

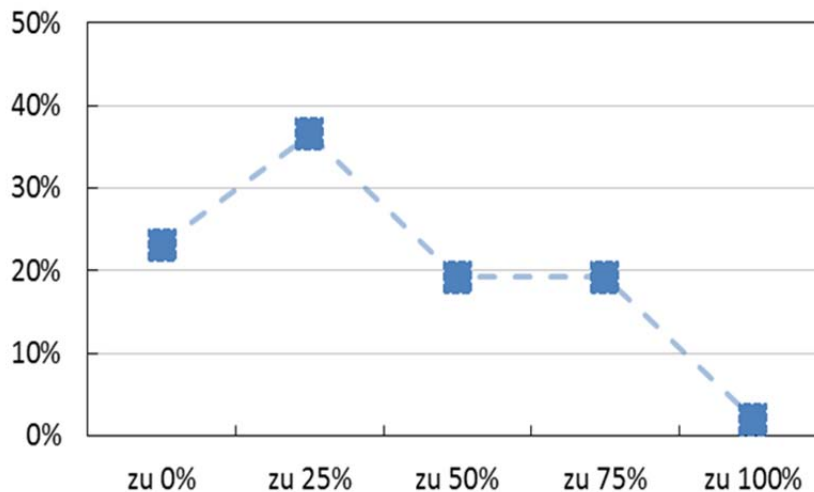


Abb. 6.110: Zustimmungsverteilung 'Das Austauschformat IFC erfüllt unsere inhaltlichen und formalen Anforderungen für den Austausch der Modelldaten.'

Fazit der Überprüfung hemmender Faktoren im Bereich der Informationstechnologie

Die Überprüfung der Hypothesen im Bereich der Informationstechnologie hat ergeben, dass Hemmnisse zwar in allen abgefragten Bereichen vorliegen, diese aber nicht alle Anwendergruppen gleichermaßen betreffen. Die Hemmnisse werden von verschiedenen Anwendergruppen unterschiedlich stark empfunden. Aus diesem Grund ist eine Differenzierung der hemmenden Faktoren notwendig. Bei modellorientierten Fragestellungen können wir durchaus davon ausgehen, dass die *BIM-Anwender* ihre Erfahrungen äußern, während die *Nicht-BIM-Anwender* eher Vermutungen anstellen oder ihre Vorurteile wiedergeben.

Bei einer tendenziell übereinstimmenden Wahrnehmung der Hemmnisse von modellorientiert Arbeitenden und nicht modellorientiert Arbeitenden können wir von grundlegenden Hemmnissen ausgehen. Bei unterschiedlicher Wahrnehmung betreffender Hemmnisse nur die jeweilige Anwendergruppe.

Gerade das Abstimmungsverhalten der *BIM-Anwender* zu der Fragestellung der funktionalen Grenzen der BIM-Software stützt die Hypothese, dass die momentan verfügbare modellorientierte Software immer noch funktionale Grenzen hat und den Planungsprozess nicht durchgängig unterstützt.

Trotz der vielen positiven Ergebnisse bei den erfahrenen Potenzialen werden hier von den modellorientiert Arbeitenden noch Unzulänglichkeiten gesehen. Bei der Fragestellung der

Komplexität der modellorientierten Software ergibt sich eine sehr gegensätzliche Wahrnehmung, denn nur die nicht modellorientiert Arbeitenden, die auch nicht umsteigen wollen, sehen die modellorientierte Software als sehr komplex an. Dies ist ein Indiz dafür, dass es sich hier durchaus um Vorurteile handelt, die von den anderen Anwendergruppen nicht bestätigt werden. Auch die höheren Anforderungen an die Hardware und Infrastruktur durch die modellorientierte Software wird von den *Nicht-BIM-Anwendern* als deutlich problematischer gesehen. Durch die Gegenüberstellung der Angaben der Softwareanbieter zu den Hardwareanforderungen können wir auch diese Hypothese als bestätigt ansehen. Das Abstimmungsverhalten der *BIM-Anwender* spricht allerdings dafür, dass die höheren Anforderungen an die Hardware keine gravierenden Probleme darstellen.

Der Portierungsaufwand bestehender Daten in ein neues System wird von den *Nicht-BIM-Anwendern* als sehr problematisch gesehen, während die *BIM-Anwender* dieser Aussage nur durchschnittlich zustimmen. Dennoch scheinen auch die *BIM-Anwender* Portierungsprobleme zu haben, somit können wir auch diese Hypothese als weitestgehend bestätigt ansehen.

„Die verfügbaren Austauschformate für digitale Gebäudemodelle sind nicht durchgängig nutzbar.“ Diese Hypothese wird – mit geringfügigen Abweichungen – von allen Anwendergruppen bestätigt. Die mangelnde Interoperabilität stellt somit ein grundlegendes Hemmnis dar.

6.5.4.3 Hemmnisse im Vertragswesen und Prozessgrundlagen

Zu diesem Themenbereich wurden folgende Arbeitshypothesen erstellt, welche durch die Umfragen überprüft werden sollten.

- „Die Leistungserbringung und -vergütung für das Erstellen von digitalen Gebäudemodellen wird in der HOAI nicht ausreichend berücksichtigt.“
- „Eine phasenweise Auftragsvergabe verhindert eine phasenübergreifende Wertschöpfung.“
- „Die Übergabe von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.“
- „Die formale und inhaltliche Qualität von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.“
- „Gewährleistungs- und Haftungsfragen sind nicht geklärt.“

HOAI

Eine sehr große Übereinstimmung ergibt sich bei allen Gruppen bei der Aussage „Die Leistungserbringung und -vergütung für das Erstellen von digitalen Gebäudemodellen wird in der HOAI nicht ausreichend berücksichtigt“ (vgl. Abb. 6.111)

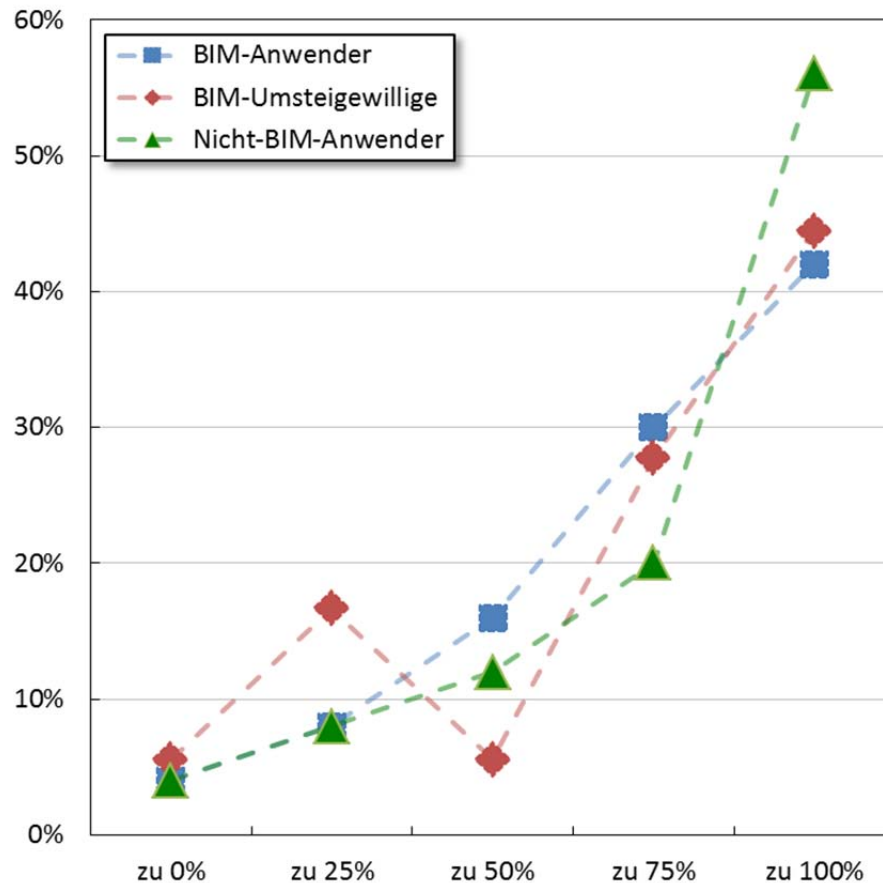


Abb. 6.111: Zustimmungverteilung 'Die Leistungserbringung und -vergütung für das Erstellen von digitalen Gebäudemodellen wird in der HOAI nicht ausreichend berücksichtigt.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage mit 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 88% der *BIM-Anwender*
- 78% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 88% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 86% aller antwortenden Probanden

Eine überwältigende Mehrheit der Befragten stimmt dieser Aussage in einem sehr hohen Maße zu. Daraus können wir entnehmen, dass die Befragten diesen Sachverhalt als sehr problematisch beziehungsweise hemmend ansehen. Die sehr hohe Zustimmungsrates der modellorientiert Arbeitenden ist ein sehr deutliches Indiz dafür, dass bei der Abrechnung von BIM-Leistungen große Unsicherheit herrscht.

Phasenweise Auftragsvergabe

Ein Vorteil der modellorientierten Arbeitsweise liegt in der digitalen Repräsentation und Verfügbarkeit der Modelldaten. Aus diesen Modelldaten können bei Bedarf, für Neben- oder Folgeprozesse, Flächen- und Mengenangaben entnommen werden. Dabei entfällt das manuelle Überführen der Daten. Die Informationen, die bereits in frühen Planungsphasen dem Modell hinzugefügt werden, können in nachfolgende Phasen übernommen werden. Der höhere Aufwand bei der Modellierung in frühen Planungsphasen sorgt für eine höhere Wertschöpfung in den nachfolgenden Phasen durch Bereitstellen von bereits generierten und vernetzten Informationen, was eine große Arbeitserleichterung und Effizienzsteigerung mit sich bringt. Wir wollten von den Umfrageteilnehmern wissen, inwieweit eine phasenweise beziehungsweise eine schrittweise Auftragsvergabe die Wertschöpfung der Unternehmen beeinflusst.

Zu folgender Aussage wurde die Einschätzung der Probanden erbeten: "Eine phasenweise Auftragsvergabe verhindert eine phasenübergreifende Wertschöpfung".

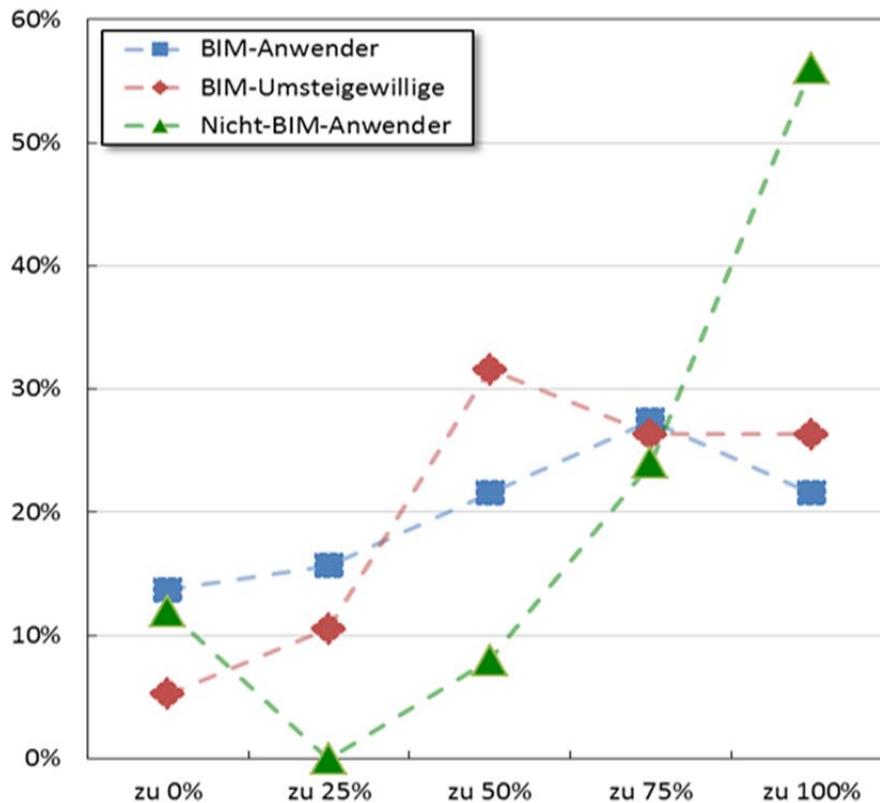


Abb. 6.112: Zustimmungverteilung 'Eine phasenweise Auftragsvergabe verhindert eine phasenübergreifende Wertschöpfung.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt (vgl. Abb. 6.112)

- 71% der *BIM-Anwender*
- 84% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 88% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 78% aller antwortenden Probanden

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 57%, bei den *BIM-Umsteigewilligen* bei 64% und bei den *Nicht-BIM-Anwendern* bei 78%. Insgesamt tendieren die Umfrageteilnehmer dazu, diese Aussage zu unterstützen. Auffällig ist allerdings, dass die nicht modellorientiert Arbeitenden einen sehr großen Anteil bei den sehr hohen Zustimmungsraten haben.

6.5.4.4 Übergabe von digitalen Gebäudemodellen

Wer muss wem, wann, in welcher Form und in welcher Qualität Projektdaten liefern? Dieser Satz fasst die wichtigsten Faktoren einer Datenübergabe zusammen. Bei der modellorientierten Arbeitsweise werden zwischen den Projektpartnern vorzugsweise keine Pläne oder aggregierte Datensätze ausgetauscht, sondern Modelldaten. Dies erlaubt durchgehende Prozesse ohne Medienbrüche. Insbesondere bei Planungsänderungen ist es von Vorteil, die Daten direkt aus einem konsistenten Modell zu entnehmen und wieder zurückzuschreiben, anstatt diese in jeweils gesonderten Arbeitsgängen zu aggregieren. Dies erfordert zum einen konsistente Modelle, aber auch klar definierte Übergabeparameter, damit nur die Daten übergeben werden, welche auch für die Bearbeitung notwendig sind.

Vertragssicherheit

Die Befragten sollten zu der Aussage „Die Übergabe von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.“ Position beziehen.

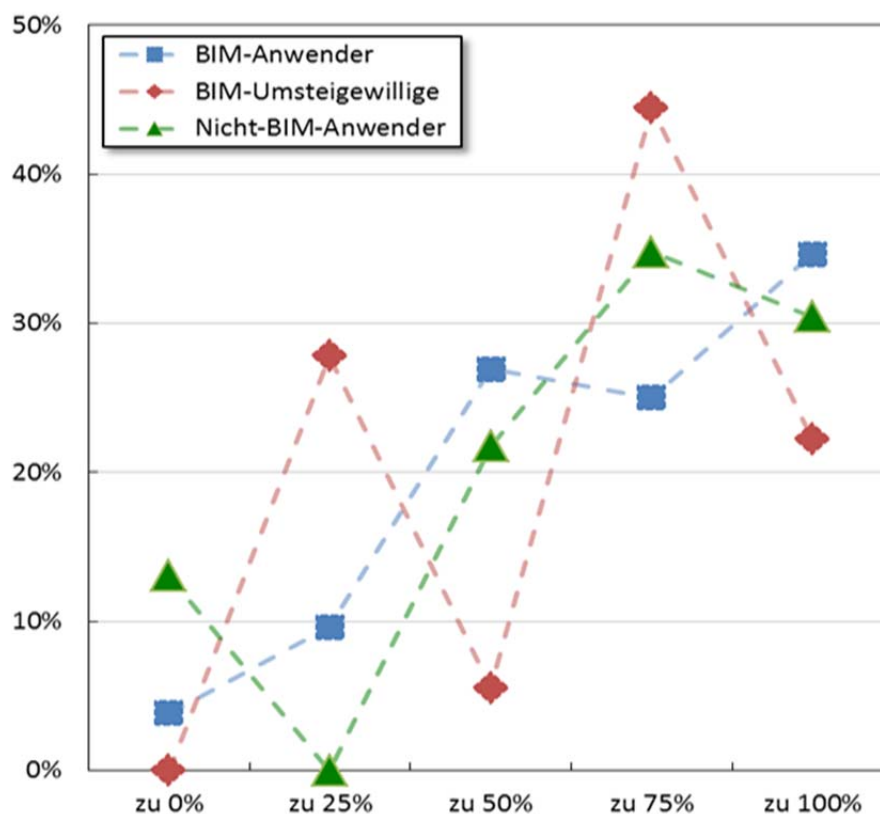


Abb. 6.113: Zustimmungverteilung 'Die Übergabe von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie Abb. 6.113 zeigt wie folgt:

- 87% der *BIM-Anwender*
- 72% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 87% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 84% aller antwortenden Probanden

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 69%, bei *BIM-Umsteigewilligen* bei 65% und bei den *Nicht-BIM-Anwendern* bei 67%. Wenn wir von den Schwankungen bei der Zustimmungsverteilung absehen, so erhalten wir insgesamt von allen Gruppen eine eindeutig überwiegende Zustimmung zu dieser Hypothese, auch von den modellorientiert Arbeitenden. Dies ist ein eindeutiges Indiz dafür, dass hier noch keine zufriedenstellenden Lösungen verfügbar sind.

Austauschformate der modellorientiert Arbeitenden

Bei der Betrachtung der verwendeten Austauschformate wird allerdings deutlich, dass auch die modellorientiert Arbeitenden selten Modelle austauschen.

Insgesamt geben, wie in der folgenden Abb. 6.114 dargestellt, nur 29% der modellorientiert Arbeitenden IFC als verwendetes Austauschformat an. Zusätzlich wurde von einigen Umfrageteilnehmern auch das proprietäre Format von Autodesk REVIT genannt. Doch in der Summe geben lediglich 33% der modellorientiert Arbeitenden auch modellorientierte Formate für den Datenaustausch an. Umgekehrt betrachtet tauschen 67% der Umfrageteilnehmer, die nach der Planungsmethode BIM arbeiten, überhaupt keine Modelle aus.

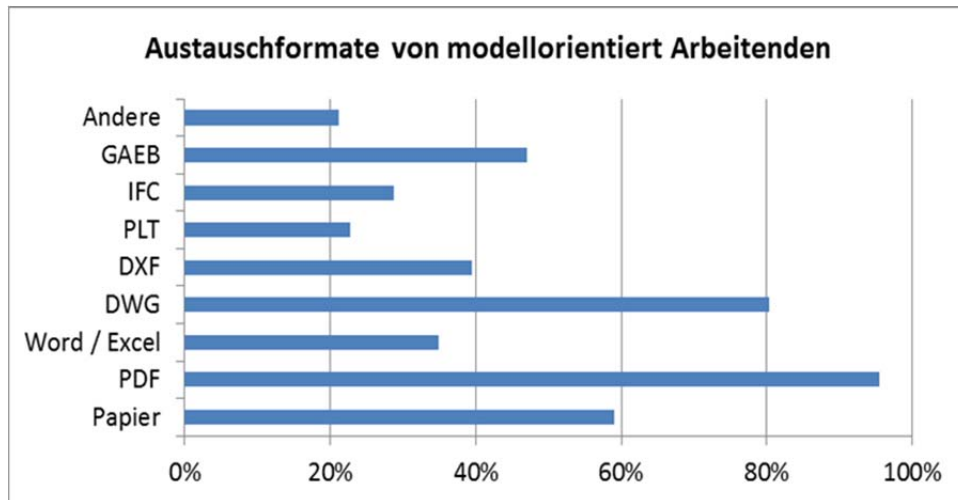


Abb. 6.114: Austauschformate von modellorientiert Arbeitenden

Diese Angaben decken sich auch mit den Angaben zum Abgleich von Planungsdaten mit Projektpartnern insgesamt (Abb. 6.115). Hier gibt es eine durchschnittliche Zustimmung von 31%, dass Planungsdaten mit Projektpartnern anhand von digitalen Gebäudemodellen ausgetauscht werden.

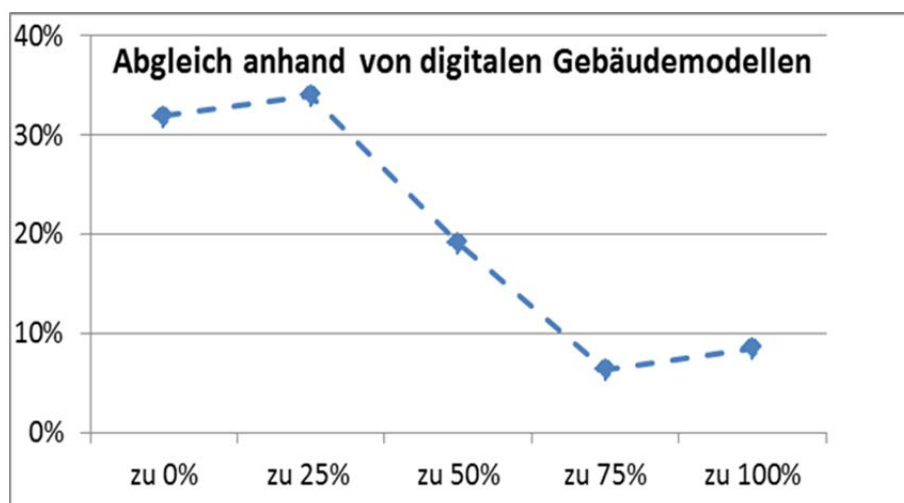


Abb. 6.115: Abgleich anhand von digitalen Gebäudemodellen

Formale und inhaltliche Qualität

Ein insgesamt sehr übereinstimmendes Ergebnis können wir aus der Zustimmungverteilung für die Aussage „Die formale und inhaltliche Qualität von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.“ entnehmen.

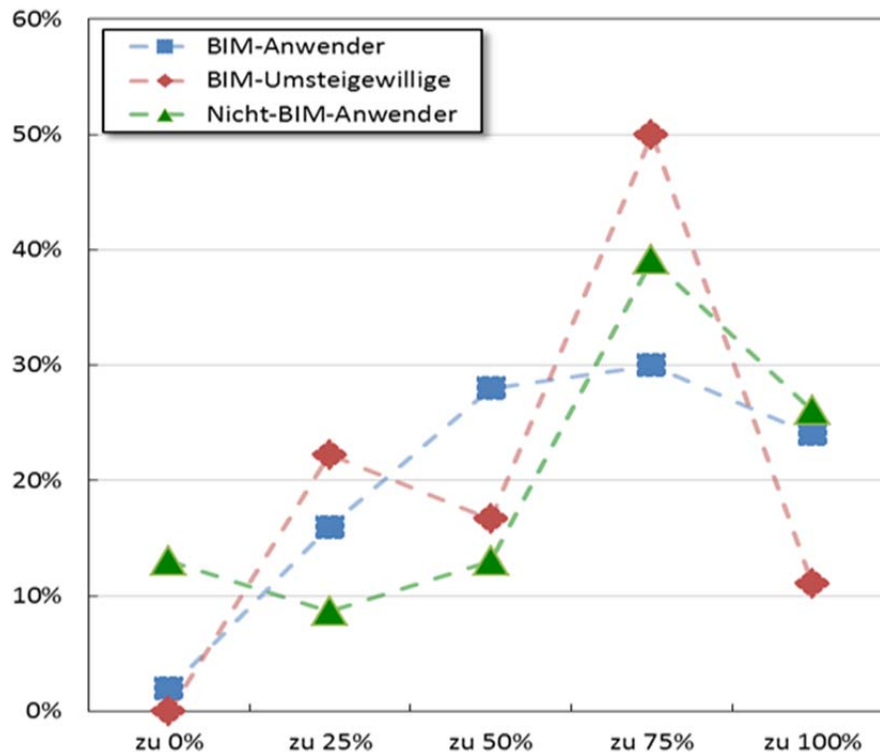


Abb. 6.116: Zustimmungverteilung 'Die formale und inhaltliche Qualität von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt (vgl. Abb. 6.116):

- 82% der *BIM-Anwender*
- 78% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 78% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 80% aller antwortenden Probanden

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 65%, bei den *Umsteigewilligen* bei 63% und bei den nicht modellorientiert Arbeitenden, die auch nicht umsteigen wollen, bei 64%.

Urheber- und Nutzungsrechte

Bei der Zustimmungsverteilung für die Aussage "Urheber und Nutzungsrechte bei der Weitergabe von digitalen Gebäudemodellen sind nicht ausreichend geklärt." ergaben sich einige Unterschiede bei den einzelnen Gruppen (vgl. Abb. 6.117).

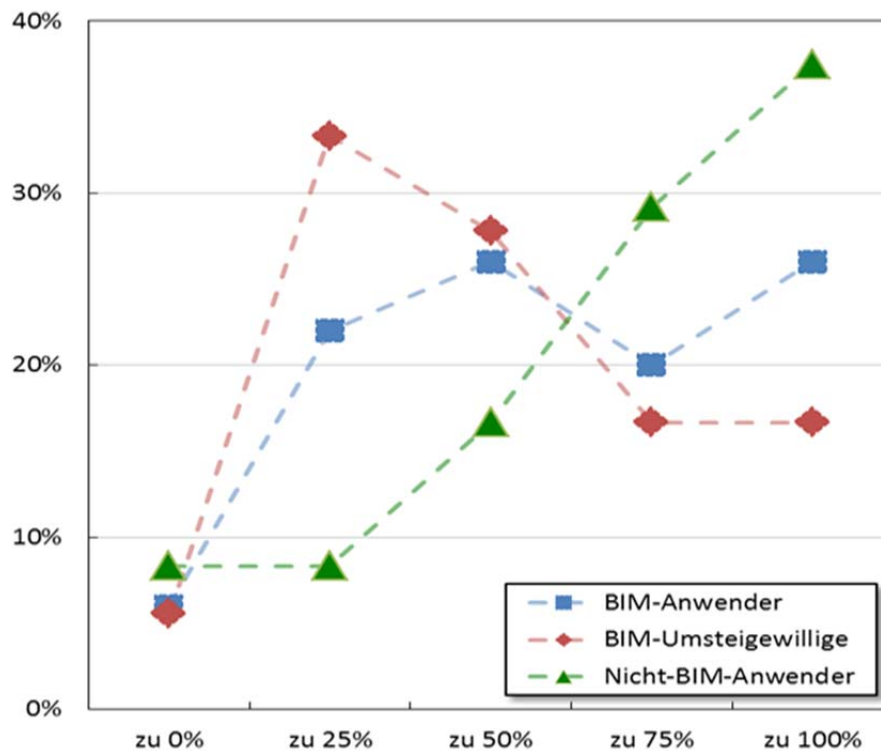


Abb. 6.117: Zustimmungsverteilung 'Urheber- und Nutzungsrechte bei der Weitergabe von digitalen Gebäudemodellen sind nicht ausreichend geklärt.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 72% der *BIM-Anwender*
- 61% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 88% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 83% aller antwortenden Probanden

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 60%, bei den *BIM-Umsteigewilligen* bei 51% und bei *Nicht-BIM-Anwendern* bei 70%. Während die Zustimmungsverteilung bei den modellorientiert Arbeitenden durchschnittlich bis hoch ist, sind gerade die hohen Zustimmungsanteile bei den nicht modellorientiert Arbeitenden am größten.

Überraschenderweise stimmen die Umsteigewilligen dieser Aussage im Vergleich zu den anderen Gruppen am wenigsten zu.

Die Verletzungen der Urheber- und Nutzungsrechte in der Musik- und Filmindustrie werden uns nahezu täglich durch die Medien vor Augen geführt. Digital vorliegende Daten können ohne großen Aufwand beliebig oft kopiert und weitergegeben werden. Dies sorgt einerseits für eine deutliche Erleichterung und Effizienzsteigerung bei Planungsprozessen, da keine Medienbrüche stattfinden. Gleichzeitig wächst aber auch die Sorge, dass die Nutzung und Weitergabe von Planungsdaten sich der Kontrolle der Urheber entziehen. Diese Sorge scheint hier bei den nicht modellorientiert Arbeitenden vorzuherrschen.

Fazit Vertragswesen und Prozessgrundlagen

Die Hypothese, dass die Leistungserbringung und Vergütung für das Erstellen von digitalen Gebäudemodellen in der HOAI nicht ausreichend berücksichtigt wird, bestätigen alle Umfrageteilnehmer mit überwältigender Mehrheit. Sowohl *BIM-Anwender* wie auch *Nicht-BIM-Anwender* sehen dies als sehr problematisch an. Bei der Abrechenbarkeit von BIM-Leistungen scheint es bei allen Umfrageteilnehmern eine große Unsicherheit zu geben. Die sehr hohe Zustimmung der *BIM-Anwender* zu dieser Hypothese ist ein klares Indiz für dringenden Handlungsbedarf.

Dass die phasenweise Auftragsvergabe eine phasenübergreifende Wertschöpfung verhindert, wird auch von allen Anwendergruppen bestätigt, auch wenn die *BIM-Anwender* hier etwas zurückhaltender sind.

Bei der Übergabe von digitalen Gebäudemodellen scheint es Unsicherheiten zu geben. Die Hypothese, dass die Übergabe von digitalen Gebäudemodellen für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert sei, wird von allen Anwendergruppen bestätigt. Die sehr hohe Zustimmungquote der Anwender zu dieser Aussage ist ein klares Indiz für dringenden Handlungsbedarf.

Dies wird auch bei der Überprüfung der nächsten Hypothese deutlich, die nicht ausreichende Normierung der formalen und inhaltlichen Qualität von digitalen Gebäudemodellen stellt für eine sichere Vertragsgestaltung ebenfalls ein Problem dar. Auch diese Hypothese wird von allen Anwendergruppen bestätigt.

Auch zum Thema der Urheber- und Nutzungsrechte, das zudem mit Gewährleistungs- und Haftungsfragen einhergeht, scheint es Unsicherheiten zu geben. Gerade das Abstimmungsverhalten der *BIM-Anwender* deutet darauf hin, dass hier Klärungsbedarf besteht.

6.5.4.5 Wirtschaftliche Hemmnisse

Die zu diesem Themenfeld mittels der Umfrage evaluierten Hypothesen betreffen die Themen:

- Schulungsaufwand
- Verfügbares Investitionskapital
- Aufwand und Nutzwert

Schulungsaufwand

Bei der folgenden Aussage „Der Schulungsaufwand und die daraus resultierenden Kosten für modellbasierte Software sind zu hoch.“ ergeben sich einige Unterschiede bei den Anwendergruppen (vgl. Abb. 6.118)

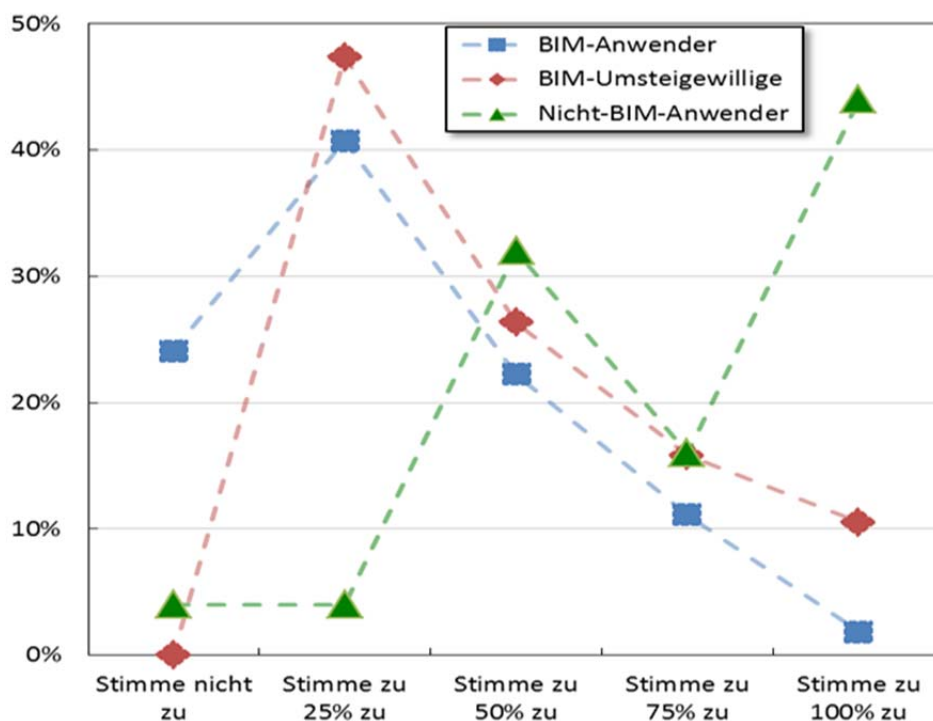


Abb. 6.118: Zustimmungverteilung 'Der Schulungsaufwand und die daraus resultierenden Kosten für modellbasierte Software sind zu hoch.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 35% der *BIM-Anwender*
- 53% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 92% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 53% aller antwortenden Probanden

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 31%, bei den *Umsteigewilligen* bei 47% und bei den *Nicht-BIM-Anwendern* bei 73%. Die *BIM-Anwender* stimmen zum größten Teil (65%) dieser Aussage gar nicht oder nur zu einem geringen Teil zu, lediglich 13% der bereits modellorientiert Arbeitenden stimmen dieser Aussage voll oder zum größten Teil zu. Die Aussagen der *BIM-Anwender* können als Wiedergabe von Erfahrungen angesehen werden, während die nicht modellorientiert Arbeitenden, auch wenn sie auf die Planungsmethodik BIM umstellen wollen, sich hier unter Umständen spekulativ äußern.

Verfügbares Investitionskapital

Gewinnorientierte Unternehmen, und dazu gehören auch Planungsbüros, müssen permanent im Wettbewerb bestehen. Für einen dauerhaften wirtschaftlichen Erfolg ist es daher unerlässlich, regelmäßig in die Erhaltung oder Verbesserung der Produktivität zu investieren. Sei es die Aktualisierung von Infrastruktur, Hardware, Software oder Fortbildungsmaßnahmen für die Mitarbeiter. Ein wichtiger Gradmesser für eine wirtschaftliche Agilität eines Unternehmens ist die Verfügbarkeit von Kapital für Investitionen. Das Fehlen von Investitionsrücklagen ist hingegen ein Indiz dafür, dass die Unternehmen entweder unwirtschaftlich arbeiten oder keine Investitionsrücklagen aufbauen. Aus diesem Grund konfrontierten wir die Umfrageteilnehmer mit der Aussage "*Wir haben kein Kapital für neue Investitionen.*".

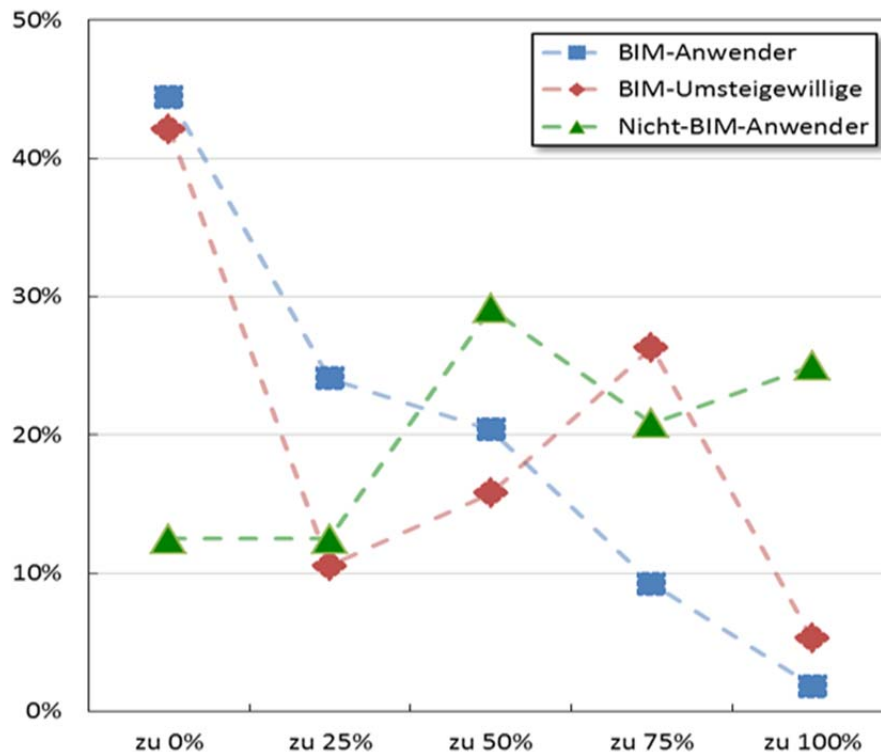


Abb. 6.119: Zustimmungsverteilung 'Wir haben kein Kapital für neue Investitionen.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt (vgl. Abb. 6.119):

- 31% der *BIM-Anwender*
- 47% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 75% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 45% aller antwortenden Probanden

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 25%, bei den *Umsteigewilligen* bei 36% und bei den nicht modellorientiert Arbeitenden, die auch nicht umsteigen möchten, bei 58%.

Die Zustimmungsverteilungen der unterschiedlichen Gruppen zu dieser Aussage lässt den Schluss zu, dass die modellorientiert Arbeitenden eher genügend Kapital für Investitionen zur Verfügung haben und diejenigen, die nicht modellorientiert arbeiten, tendenziell weniger Investitionskapital besitzen.

Es können viele Spekulationen über die Ursachen des geringeren Investitionskapitals angestellt werden, einige Anhaltspunkte liefern die Umfrageteilnehmer selbst. Hierzu können wir die Zustimmungsverteilung zu der Aussage „Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodik-Training.“ zu Hilfe nehmen (vgl. Abb. 6.120).

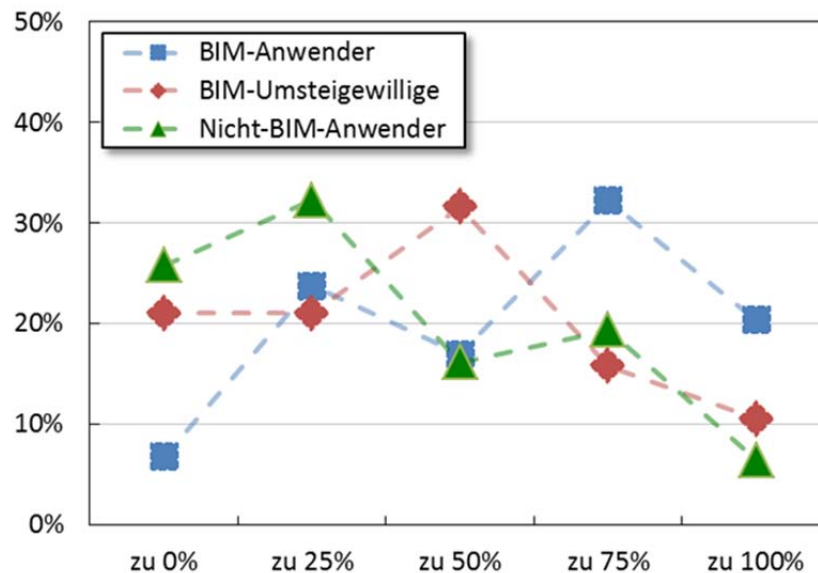


Abb. 6.120: Zustimmungsverteilung 'Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodik-Training.'

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 59%, bei den *Umsteigewilligen* bei 43% und bei den nicht modellorientiert Arbeitenden, die auch nicht umsteigen wollen, bei 37%. Daraus können wir entnehmen, dass die *BIM-Anwender* tendenziell regelmäßiger Fortbildungsmaßnahmen durchführen.

Aufwand und Nutzwert

Die Behauptung, dass der Aufwand digitale Gebäudemodelle zu erstellen den Nutzwert übersteigt, ist ein häufiges Argument dafür, nicht auf die Planungsmethode BIM umzusteigen. Die Bewertung des Nutzwertes von digitalen Gebäudemodellen gegenüber dem Erstellungsaufwand fällt dementsprechend sehr unterschiedlich aus.

Wir haben die Befragten mit folgender Aussage konfrontiert:

“Der Aufwand für die Erstellung von digitalen Gebäudemodellen übersteigt den Nutzwert“ (vgl. Abb. 6.121).

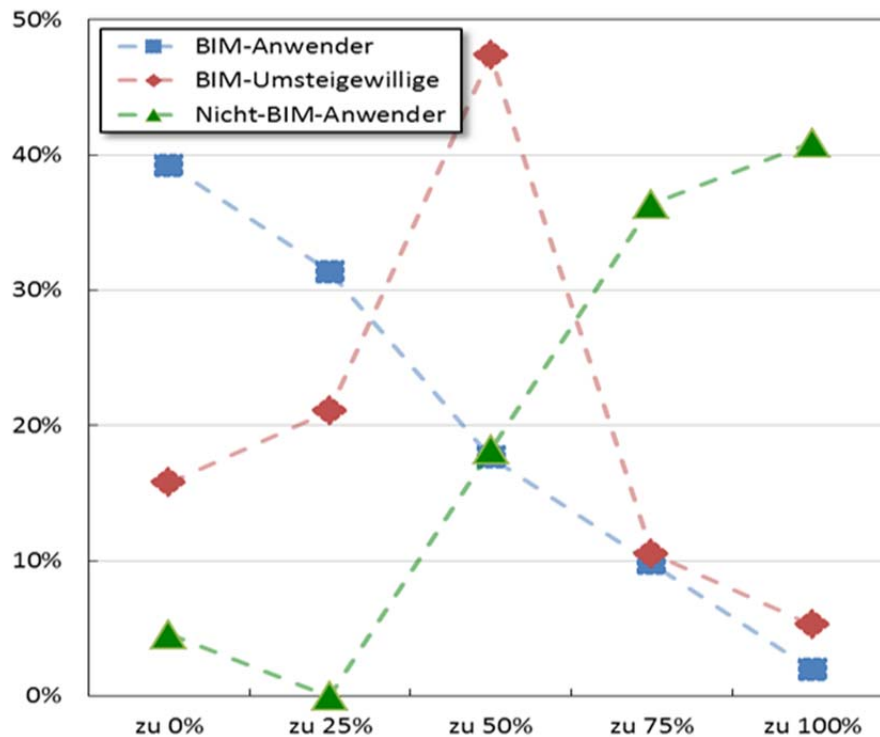


Abb. 6.121: Zustimmungsverteilung 'Der Aufwand für die Erstellung von digitalen Gebäudemodellen übersteigt den Nutzwert.'

Die Zustimmung zu dieser Aussage zu 50% und mehr verteilte sich wie folgt:

- 29% der *BIM-Anwender*
- 63% der Umsteigewilligen auf die modellorientierte Arbeitsweise
- 95% der *Nicht-BIM-Anwender*
- 52% aller antwortenden Probanden

Die durchschnittliche Zustimmung zu dieser Aussage liegt bei den *BIM-Anwendern* bei 26%, bei den Umsteigewilligen bei 42% und bei den nicht modellorientiert Arbeitenden, die auch nicht umsteigen wollen, bei 77%. 71% der *BIM-Anwender* stimmen dieser Aussage gar nicht oder nur geringfügig zu, damit geben sie hier ein klares Votum gegen diese Behauptung ab. Nahezu genau umgekehrt bewertet dies die Gruppe derjenigen, die nicht modellorientiert arbeiten und auch nicht umsteigen möchten. Hier überwiegt die Haltung, dass der Aufwand zur Erstellung digitaler Gebäudemodelle höher einzuschätzen ist als deren Nutzwert. Diejenigen, die nicht modellorientiert arbeiten, aber auf die Planungsmethodik BIM umsteigen wollen, positionieren sich eher dazwischen.

Fazit wirtschaftliche Hemmnisse

Bei der Validierung der Hypothesen zu wirtschaftlichen Aspekten hat sich herausgestellt, dass insbesondere bei den *Nicht-BIM-Anwendern*, die auch nicht umsteigen möchten, hemmende Faktoren vorliegen. Die Hypothese, dass der Schulungsaufwand für modellorientierte Software und somit auch die Kosten zu hoch seien, wird fast ausschließlich von dieser Anwendergruppe getragen. Dies könnte allerdings auch nur ein Nebeneffekt des fehlenden Investitionskapitals sein, denn auch hier haben die *Nicht-BIM-Anwender*, die auch nicht umsteigen wollen, die größten Defizite angegeben.

Diese Aussagen der Umfrageteilnehmer unterstützen die Hypothese, dass das unternehmerische Handeln in vielen Planungsbüros wenig ausgeprägt ist. Die geringsten Defizite beim verfügbaren Investitionskapital haben die *BIM-Anwender*, was als Zeichen für eine insgesamt solide wirtschaftliche Unternehmensführung gewertet werden kann. Effizienzsteigerungen durch die modellorientierte Arbeitsweise könnten aber dabei auch eine Rolle spielen. Dies wird auch bei der Hinterfragung des Verhältnisses zwischen Aufwand und Nutzwert der modellorientierten Arbeitsweise deutlich. Die Hypothese, dass der Aufwand digitale Gebäudemodelle zu erstellen größer sei als der Nutzwert, wird nur von den *Nicht-BIM-Anwendern*, die auch nicht umsteigen wollen, in einem sehr hohen Maße getragen. Die Gruppe der Umsteigewilligen bewertet diese Aussage eher durchschnittlich, aber das Abstimmungsverhalten der *BIM-Anwender* ist ein deutliches Votum gegen diese Hypothese.

7 Identifizierte Handlungsfelder

Das Abstimmungsverhalten der Umfrageteilnehmer ermöglicht die Identifizierung und Abgrenzung von Handlungsfeldern für die zukünftige Unterstützung und Förderung einer BIM-basierten Planung im Bauwesen. Die Studie kann dabei unterscheiden, in wie weit es sich um grundlegende Hemmnisse handelt, die alle Beteiligten gleichermaßen betreffen, oder ob bestimmte Hemmnisse nur für einzelne Ziel- oder Anwendergruppen von Bedeutung sind. Bei Hemmnissen der ersten Gruppe votierten die Umfrageteilnehmer aller Zielgruppen in der Tendenz ähnlich, während bei spezifischen Hemmnissen die Zuordnung zu gruppeneigenen Bedürfnissen deutlich ablesbar bleiben. Aufbauend auf den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen können im Wesentlichen drei Handlungsfelder für eine zukünftig effektivere Umsetzung der Planungsmethode BIM festgestellt werden.

Zum einen können aus einer nicht ausreichend guten oder nicht zielgerichteten Aus- und Fortbildung in den Berufen grundlegende Hemmnisse resultieren und schließlich zu einem falsch verstandenen Rollenverständnis der Planenden führen. Weiterhin zeigen die Umfrageergebnisse deutlich, dass insbesondere in den Bereichen Standardisierung, Normierung und Vertragswesen Handlungsbedarf besteht. Schließlich spielen auch praktische Hemmnisse eine bedeutende Rolle, die auf Grund einer noch nicht ausreichend guten Implementierung und informationstechnischen Umsetzung speziell der Schnittstellen entstehen.

7.1 Handlungsfeld Rollenverständnis, Ausbildung und Fortbildung

Die Auswertung der Umfrageergebnisse hat im Bereich der Aus- und Fortbildung zum Teil erhebliche Defizite im Ausbildungsstand der Planenden festgestellt. Diese reichen von teilweise falschen oder ungenauen Vorstellungen der Methode bis hin zu einer grundsätzlichen Unkenntnis der Prinzipien des modellbasierten Arbeitens. Insbesondere lassen die Umfrageergebnisse daraus schließen, dass allgemein im methodischen Bereich die Defizite am größten und durchaus grundlegender Natur sind. Die in der Tendenz durchgängig negativen Bewertungen der Berufsanfänger hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen in den Bereichen der planungsmethodischen, interdisziplinären, prozessorientierten Fähigkeiten und dem betriebswirtschaftlichen Denken, zeugen von einem deutlichen Missstand in der Ausbildung und behindert die effektive Umsetzung einer modellorientierten und lebenszyklusübergreifenden Planungsmethodik nachhaltig. Darüber hinaus fallen die Bewertungen der Berufsanfänger durch

BIM-Anwender bei allen abgefragten Anforderungen negativer aus als die von nicht *BIM-Anwendern*. Die hier sichtbare und teilweise grundlegende Problematik in der aktuellen Ausbildungssituation erfordert für die Zukunft eine eingehende Analyse und Überprüfung der Ausbildungsziele der planenden Berufe. Im Zentrum steht hier die Umstellung von einem planbasierten Vorgehen zu einer integralen und modellorientierten Arbeitsweise. Dabei wird es nicht genügen, die bisherigen Planungswerkzeuge durch modellorientierte Werkzeuge unter Anwendung bisheriger Vorgehensweisen beizubehalten. Diese Entwicklung erfordert viel mehr eine Umstrukturierung und Anpassung in der Vermittlung von Planungsmethoden, eine Sensibilisierung für die Zusammenhänge und Abhängigkeiten der Planungs- und Kooperationsprozesse sowie eine tiefgreifende, langfristig angelegte Veränderung der Ausbildung. Da sich die wesentlichen Vorteile einer BIM-basierten Planungsmethode erst in einem kontinuierlichen und lebenszyklusumfassenden Ansatz zeigen, erscheint die fächerübergreifende Aufstellung integraler Übungsszenarien ein vielversprechender Ansatz zu sein, um die Hemmnisse in der Einführung einer BIM-basierten Planungsmethode in der Lehre zu verankern. Eventuell sollten daher auch derzeitige Fachgebietsstrukturen neu überdacht und fachübergreifende Studiengänge oder Aufbaustudiengänge eingerichtet werden. In der langfristigen Betrachtung nehmen daher die Hochschulen, Aus- und Fortbildungsstätten eine Schlüsselposition ein, um die Notwendigkeit und Effizienz der Methode nachhaltig im Bauwesen zu verankern. Da eine bessere Unterstützung und Akzeptanz einer modellorientierten Arbeitsweise schließlich auch eine Veränderung des Rollenverständnisses aller am Bau Beteiligten nach sich zieht, erscheint die Sensibilisierung und Einbindung der Kammern und Verbände in diesen Prozess sinnvoll und notwendig. Regeln beruhen hinsichtlich der Art der leistungsdokumentierenden Objekte.

7.2 Handlungsfeld Standardisierung, Normierung und Vertragswesen

Große Auftraggeber sichern sich die Qualität geleisteter Planung oder Ausführung durch eigene unternehmensspezifische Standards, die sowohl Qualitäts-, als auch Prozessdefinitionen und Definitionen zum Datenaustausch umfassen. Diese Freiheit haben mittlere und kleinere Unternehmen theoretisch ebenfalls. In der Praxis verfügen sie jedoch nicht über die erforderliche Wirtschaftskraft, um eigene Standards durchzusetzen. Sie bleiben daher auf die einvernehmliche Umsetzung des modellorientierten Ansatzes in der Arbeitsgruppe angewiesen.

Die Öffentliche Hand dagegen kann wiederum den Einsatz eines modellorientierten Arbeitens zumindest indirekt fördern, indem sie an ihren Dienstleistungs- und Genehmigungsschnittstellen entsprechende Standards fordert. In diesen drei Bereichen stellt eine durchgehende digitale Prozesskette mit integrierten fachübergreifenden Aufgabenbereichen ganz spezifische

Anforderungen an die sie begleitenden Normierungs- und Vertragsfragen. Bisherige und heute in Verwendung befindliche Regeln beruhen hinsichtlich der Art leistungsdokumentierender Objekte im Wesentlichen auf Plänen und Dokumenten. Dabei spielt deren tatsächliche formale Repräsentation als analoge oder digitale Variante bzw. als Text, Zeichnungs- oder Tabellendatei eine untergeordnete Rolle. Wesentlich ist vielmehr, dass mit der modellorientierten Arbeitsweise gemeinsam und sukzessive ein umfassendes und konsistentes Modell erstellt wird, und damit Pläne oder andere Dokumente nur eine jeweilige Sicht auf dieses Modell darstellen. Zu spezifizieren sind somit inhaltliche Qualitätskriterien, die die für unterschiedliche Kooperationsszenarien notwendigen Modellinhalte (Objekte, deren Vernetzung und Attribute) verbindlich vorgeben und die zudem als Vertragsgrundlage herangezogen werden können. Eine durchgehende digitale Prozesskette benötigt daher eine verbesserte Normierung der vereinbarten Modellqualitäten und ein darauf Bezug nehmendes Vertragswesen, das im Wesentlichen den jeweils geleisteten Beitrag und den notwendigen Zugriff auf dieses Modell als verbindliche Grundlage verwendet. Derzeitige Diskussionen zu einer BIM-DIN Norm mit der Spezifikation von Usecase bezogenen standardisierbaren Modellqualitäten sind als ein erster Schritt in diese Richtung zu sehen.

Die zu erbringenden Leistungen für die jeweilige Berufsgruppe bleiben dabei unter einer modellorientierten Arbeitsweise mit den bisherigen Leistungen der Planer vergleichbar. Ändern werden sich beim modellbasierten Arbeiten jedoch Zusammensetzung und Reihenfolge der zu erbringenden Leistungen. Die Prozesse der Planung und deren Umsetzung werden hier durch ein kooperatives statt sequentielles Zusammenwirken der Teilnehmer geprägt sein. Das derzeit vorhandene Regelwerk ist dabei durchaus in der Lage, diese geänderten Anforderungen abzubilden und bedarf per se nicht unbedingt einer Novellierung. Vielmehr müssen den Beteiligten stattdessen die geänderten Anforderungen des modellorientierten Arbeitens bekannt sein und als gemeinschaftliche Arbeitsgrundlage akzeptiert und erfüllt werden. Darauf aufbauend bieten die existierenden Regelwerke ausreichend Spielraum, um Qualität und Vollständigkeit der geleisteten Arbeit gewährleisten und kontrollieren zu können. Durch geeignete Vertragsabschlüsse zu Planungsbeginn kann innerhalb des bestehenden gesetzlichen Rahmens sowohl Planungssicherheit in Haftungsfragen als auch hinsichtlich der Wahrung des geistigen Eigentums und der Vergütung geregelt werden. Als vorrangiges und im Gegensatz zu gesetzlichen Novellierungsprozessen auch einfach durchzuführendes Verfahren erscheint daher die Bereitstellung von Mustervorlagen von Projekt- und Prozesshandbüchern, Verträgen und sonstigen Hilfsmitteln ausreichend und vielversprechend zu sein. Sie ermöglicht ein sicheres und effektives modellbasiertes Arbeiten im Rahmen der bestehenden Regelungen. Darüber hinaus kann die Bereitstellung eines regelbasierten Modellprüfungsverfahrens die von den

Vertragspartnern festgelegten inhaltlichen und formalen Qualitätsmerkmale überprüfen und zu einer Zertifizierung der jeweiligen Planungsleistungen genutzt werden.

7.3 Handlungsfeld Informationstechnologie und Umsetzung

Die mangelhafte Interoperabilität zwischen den unterschiedlichen modellorientierten Softwarewerkzeugen stellt ein deutliches Hemmnis in der Umsetzung der Planungsmethode BIM dar. Der verlustfreie Austausch von konsistenten Modelldaten ist derzeit zumeist nur innerhalb einer Produktfamilie möglich. Die ersten Hürden können aber auch bereits hier im Datenaustausch zwischen zwei Werkzeugen aus dem gleichen Softwarehaus auftreten. Während geometrische Informationen über die etablierten Schnittstellen DXF und DWG heute meist ohne Schwierigkeiten übertragen werden, gehen den Geometrien angehängte semantische Informationen in der Regel teilweise und oft auch ganz verloren. Darüber hinaus ist der IFC Import und Export in den meisten BIM-Werkzeugen hinsichtlich der eigenen proprietären Datenhaltung umgesetzt und daher spezifisch und für ein produktneutrales Vorgehen unzureichend implementiert. Speziell die Anbindung von Folgeprozessen, wie die energetische Simulation, ist derzeit daher kaum auf Basis des IFC-Standards möglich. Der Informationsverlust, der durch diese unzureichende Interoperabilität entsteht, muss von den Planungsbeteiligten im Projektverlauf permanent kontrolliert und ausgeglichen werden. Er führt zu kosten- und zeitintensiven Mehrfacheingaben und birgt zudem die Gefahr von Planungsfehlern. Die wesentlichen Vorteile der modellorientierten Arbeitsweise werden damit egalisiert und können im Planungsverlauf nicht vollumfänglich ausgeschöpft werden. Um die wirtschaftlichen Potentiale der modellorientierten Arbeitsweise ausschöpfen zu können, ist daher der verlustfreie Datenaustausch und der kontinuierliche Aufbau eines gemeinsamen und konsistenten Gebäudemodells zwingend erforderlich. Das Interesse der Softwarehersteller an der Mit- und Zusammenarbeit bei offenen Datenstandards in diesem Kontext ist prinzipiell vorhanden. Es ist jedoch im Wesentlichen durch marktwirtschaftliche Überlegungen getrieben und immer einer möglichst dem eigenen proprietären Standard naheliegenden Umsetzung verpflichtet. Dieses Vorgehen ist hinsichtlich des Erhalts der eigenen Marktposition verständlich, wenn der Verkauf von Software im Vordergrund der wirtschaftlichen Überlegungen der Systemhäuser steht. Mittelfristig sollten die Hersteller dennoch angeregt werden, neben dem Verkauf von Softwareprodukten die wirtschaftliche Verwertbarkeit von Dienstleistungen im Kontext des modellorientierten Arbeitens zu überprüfen. Damit können Anreize entstehen, sich mehr und engagierter der offenen Definition von Datenstandards und der produktneutralen Kooperation zu öffnen.

Schließlich kann als weiteres Ergebnis der Umfrage die Tatsache genannt werden, dass ein Benefit der BIM-Methodik bisher zumeist nur in unternehmensinternen Prozessen abgeschöpft

werden kann. Kooperative Prozesse zwischen Projektpartnern auf Basis eines durchgehenden Modells scheinen so derzeit nicht genügend effizient durchführbar zu sein, um einen Added Value zu schaffen. Dies erstaunt umso mehr, da gerade in der prozess- und akteursübergeordneten Integration das größte Potential der Methode gesehen werden kann. Auch hier liegen, wie in den vorhergehenden Abschnitten beschrieben, die Ursachen sowohl in einer mangelnden technischen Interoperabilität der Softwaresysteme als auch in ungenügenden Kenntnissen und Erfahrungen der Projektbeteiligten im Bereich der Kooperationsmethodik sowie in den nicht ausreichenden vertraglichen und normativen Vorgaben und Hilfsmitteln.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die durchgeführte Marktanalyse zeigt neben dem nach wie vor sehr diffusen Begriffsverständnis zu „BIM“ eine derzeit vorherrschende hohe Heterogenität des deutschen Bauwesens in Bezug auf den Adaptionegrad der BIM-Methodik. Eine Nennung von Pauschal-Maßnahmen über alle Zielgruppen hinweg erscheint vor diesem Hintergrund so wenig sinnvoll. Die hier vorgestellte Untersuchung ist so als ein erster Schritt der Problemanalyse zu verstehen, dem tiefergehende Untersuchungen in den in Kapitel 7 genannten Handlungsfeldern folgen sollten. Die in diesem Projekt – auch im Austausch mit dem Expertenkreis und den an der Umfrage beteiligten Verbänden und Kammern - gewonnen Erkenntnisse lassen aber dennoch einige generelle Schlussfolgerungen zu. Identifizierte Defizite auf eher konzeptioneller Ebene ermöglichen es zudem, den bestehenden Bedarf an forschungsrelevanten Themenfeldern zu formulieren.

Die hohe Korrelation zu generellen Maßnahmen der effizienten Unternehmensführung und zum prozessorientiertem Handeln legt nahe, in der zukünftigen Diskussion die Methodik des Building Information Modeling in einen übergeordneten Kontext zu setzen. BIM sollte so als ein Baustein der effizienten und kooperativen bzw. integrierten Projektbearbeitung gesehen werden und in eine übergeordnete strategische Unternehmens- und Kooperationsplanung einbezogen werden.

Bezogen auf den kooperativen Aspekt machte die Umfrage allerdings deutlich, dass derzeit noch große Vorurteile und Reserviertheiten in Bezug auf eine unternehmensübergeordnete Weitergabe und kooperative Nutzung von BIM-Modellen bestehen. Erstaunlich scheint in diesem Zusammenhang, dass im Bereich der Forschung seit den Ansätzen zu Anfang der 2000er Jahre im Bereich des CSCW (Computer Supported Collaborative Work) [GrRu99, Müll99, Forg99, Rüpp07] kaum neue, auf den Kontext BIM anwendbare Ansätze im Bereich der Kooperationsmethodik entstanden sind. Die dort entwickelten Ansätze internetbasierter Informationsplattformen (sogenannter Projekträume) und Groupwaresysteme existieren völlig losgelöst und parallel zu neueren modelbasierten Ansätzen des kollaborativen Modellmanagements (vgl. Model-Server). Aufgabe der Forschung muss es sein, Konzepte und prototypische Implementierungen für die Integration dieser Ansätze auf Modell und Prozessebene zu schaffen.

Die Anwendung der mit der BIM-Methodik verbundenen integrativen und kollaborativen Arbeitsweisen und der damit einhergehende erhöhte Aufwand an Koordination und Synchronisation läßt neue Prozesse sowie Verantwortlichkeiten und Rollen entstehen, die im „klassischen“ Projektmanagement nur unzureichend abgedeckt werden. Teamorientierte Ansätze

sind bisher nicht praxistauglich ausformuliert und in den bestehenden Organisations- und Kooperationsstrukturen kaum umsetzbar. Die Prozesse der BIM-Einführung und Anwendung sind bisher bei den verschiedenen Akteuren sehr individuell entsprechend der jeweiligen spezifischen unternehmerischen Rahmenbedingungen umgesetzt. Deutlich wird anhand der Umfrage aber der Bedarf an generalisierten Hilfestellungen und Leitfäden. Um eine entsprechende Breitenwirkung entfalten zu können, bedarf es einer genaueren Analyse der bisher stattgefundenen Pilotprojekte und die Klärung der Frage, welche Erfahrungswerte und individuellen Erkenntnissen generalisierbar sind. Gerade in Hinblick auf derzeit stattfindende Diskussion zur Festlegung inhaltlich, qualitativer Modellstandards (Qualitätskriterien) erscheint dies sinnvoll.

Integrale Planung muss mehr sein als nur „technisches“ Modellmanagement und das Zusammenführen unterschiedlicher CAD-Modelle. Eine entscheidende Frage wird somit die Verortung der inhaltlichen Qualitätssicherung. Wo ist eine solche inhaltliche Synchronisation und Qualitätssicherung zu verankern? Wird der Architekt innerhalb eines solchen Kontextes vielleicht wieder zum inhaltlichen Integrator, Koordinator und somit zum prozessbestimmenden Akteur? Offensichtlich ist jedenfalls, dass der sich offen darstellende Bedarf an zusätzlichen integrierenden und koordinierenden Tätigkeiten eine große Chance bietet für den Dienstleistungssektor. Welche „Services“ vermarktetbar sind und an welche Rollen im erweiterten Prozess sie gebunden werden können, stellt aus unserer Sicht eine interessante Aufgabe für die anwendungsnahe Forschung dar, wobei auch die Frage von Nutzwert, Finanzierbarkeit und Vergütung zu klären ist.

Auf Ebene der praktischen Anwendung ist hier zudem zukünftig die Frage zu klären, ob und wie Anreiz- und Honorierungssysteme geschaffen werden können, um eine Verlagerung der unternehmensinternen Wertschöpfung hin zu einer prozess- und akteursübergreifenden Wertschöpfung im Kooperationsverbund für den einzelnen Beteiligten realisierbar zu machen. Neue Ansätze im Vertragswesen erscheinen dabei notwendig.

Auf Seiten der Software und Technologie steht zudem eine Untersuchung vorhandener und möglicher zukünftiger Geschäftsmodelle für Integrationslösungen an. Dies bezieht sich zum einen auf die dringend notwendigen Verbesserungen der Softwareschnittstellen (z.B. ifc) aber auch auf Entwicklungen im Bereich integrierender Modell-Plattformen und Modell-Servern. Die im Projekt stattgefundenen Analyse kommerzieller Systeme im Bereich Modell-Management und auch die Stellungnahme der Probanden zum Einsatz sogenannter „Modell-Server“ macht deutlich, dass bisher noch kein funktionierendes Geschäftsmodell zur Entwicklung und Vermarktung zu existieren scheint, das Software-Anbieter zur weiterführenden Entwicklung

einer solchen Lösung motiviert. In wie weit innerhalb von Forschungsprojekten entwickelte opensource-Softwareprototypen wie beispielsweise die Open IFC Tools (www.openifctools.org) hier eine Breitenwirkung entfalten können oder ob diese im Gegensatz zu kommerzieller Software weniger qualitätsgesicherten und „supporteten“ Werkzeuge nur für bestimmte Zielgruppen nutzbar sein werden, bleibt abzuwarten. Eine genauere Untersuchung dieser marktwirtschaftlichen Zusammenhänge, die auch neuere Finanzierungsmodelle, wie beispielsweise das Crowdfunding miteinbezieht, scheint daher aus unserer Sicht dringend erforderlich.

Anhang

A Fragebogen

1. Wie wurden Sie auf diese Umfrage aufmerksam?

Mehrfachauswahl möglich.

- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
 - DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
 - Bundesarchitektenkammer (BAK)
 - Bundesingenieurkammer (BIngK)
 - Zentralverband Deutsches Baugewerbe (ZDB)
 - Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (HDB)
 - Verband Beratender Ingenieure (VBI)
 - German Facility Management Association (GEFMA)
 - Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. (GPM)
 - Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft e.V. (DVP)
 - Bund Deutscher Baumeister, Architekten und Ingenieure e.V. (BDB)
 - Bundesindustrieverband Heizung-Klima-Sanitärtechnik/ Technische Gebäudesysteme e.V. (BHKS)
 - Zentralverband Sanitär Heizung Klima /Gebäude- und Energietechnik (ZVSHK/GED)
 - Bundesverband Bausysteme e.V.
 - Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)
 - buildingSMART e.V.
 - Bundesverband Bausoftware e.V. (BVBS)
 - KIT – Building Lifecycle Management (BLM)
 - Andere
-

2. Welcher Gruppe gehört Ihr Unternehmen an?

Mehrfachauswahl möglich

- Planer (Generalplaner, Architekten, Fachplaner)
 - Investor, Bauherrenvertreter / Projektsteuerer / Projektmanager
 - Ausführende (GU, Bauunternehmen)
 - Facility Manager / Betreiber
 - Öffentliche Hand
 - Andere
-

3. Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie in diesem Bereich?

Jahre

4. Welche Position haben Sie in Ihrem Unternehmen?

- Inhaber
 - Management
 - Projektleiter
 - Projektmitarbeiter
 - IKT-Verantwortlicher
 - Andere
-

5. Wie groß ist Ihr Unternehmen?

- 1 bis 2 Mitarbeiter
- 3 bis 10 Mitarbeiter
- 11 bis 30 Mitarbeiter
- 31 bis 300 Mitarbeiter
- über 300 Mitarbeiter

6. Welche Leistungen bietet Ihr Unternehmen an?

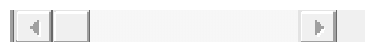
Mehrfachauswahl möglich

- Beratung
- Projektentwicklung
- Projektsteuerung
- Controlling
- Sachverständigenleistung
- Generalplanung
- Architektur
- Tragwerksplanung
- TGA-Planung
- Bauleitung
- Ausführung (Rohbau)
- Ausführung (Ausbau)
- Ausführung (Schlüsselfertig)
- Facility Management

7. Bieten Sie noch weitere Leistungen an?

Wenn Ihr Unternehmen noch weitere Leistungen anbietet, die oben nicht aufgeführt sind, können Sie diese hier ergänzen.

Weitere Leistungen, die wir anbieten

A horizontal text input field with a light gray background. On the left side, there is a small square button with a left-pointing arrow. On the right side, there is a small square button with a right-pointing arrow. The input field is currently empty.

8. Welche Tätigkeiten decken Sie persönlich in Ihrem Unternehmen ab?

Geben Sie bitte an welche Tätigkeiten Sie selbst abdecken.

- Grundlagenermittlung
 - Vorentwurf, Vorplanung
 - Entwurfsplanung
 - Marketing
 - Visualisierung
 - Genehmigungsplanung
 - Massenermittlung
 - Bemusterung
 - Bemessung
 - Simulation
 - Ausführungsplanung bis 1:50
 - Detailplanung
 - Vorbereitung der Vergabe
 - Mitwirkung bei der Vergabe
 - Objektüberwachung und Bauüberwachung
 - Objektbetreuung und Dokumentation
 - Baudokumentation (as build)
 - Baubeschreibung, Raumbuch
 - SiGeKo
 - Bauablaufplanung
 - Baustellenkoordination, Logistik
 - Bauausführung
 - Andere
 - Andere
 - Andere
-

9. Welche Projektgrößen Bearbeiten Sie überwiegend in Ihrem Unternehmen?

- bis 500.000
 - bis 2.000.000
 - bis 5.000.000
 - bis 30.000.000
 - über 30.000.000
-

10. Welche projektbezogenen Prozesse decken Sie in Ihrem Unternehmen ab?

Mehrfachauswahl möglich

- Kostenmanagement
 - Qualitätsmanagement
 - Informationsmanagement
 - Öffentlichkeitsarbeit
 - Dokumentenmanagement
 - Planungscoordination
 - Änderungsmanagement
 - Vertragsmanagement
 - Personal- und Ressourcenmanagement
 - Terminplanung
-

11. Welche Planungssoftware nutzen Sie in Ihrem Unternehmen?

Angabe der Version ist optional

- AutoCAD – Version | _____
- Architectural Desktop – Version | _____
- Revit Architecture – Version | _____
- Revit Structure – Version | _____
- Revit MEP – Version | _____
- ArchiCAD - Version | _____
- Vectorworks - Version | _____
- Allplan - Version | _____
- Spirit – Version | _____
- Bentley Architecture – Version | _____
- Rhino – Version | _____
- Tekla Struktures – Version | _____
- Bentley Structural Modeler – Version | _____
- Cinema4D | _____
- 3D Studio MAX | _____
- ScetchUp | _____
- ARRIBA | _____
- Allplan BCM (Allright) | _____
- Sidoun WinAVA | _____
- ORCA | _____
- Microsoft Project | _____
- Primavera | _____
- acadGraph AutoFM | _____
- Allfa | _____
- ARCHIBUS | _____
- F10ArchiFM | _____
- Planon | _____
- Solibri Modelchecker | _____
- Autodesk Navisworks | _____
- RIB-iTWO | _____
- Andere | _____

- Andere | _____
 - Andere | _____
-

12. Aus welchen Quellen beziehen Sie Informationen zu neuesten Entwicklungen in der Bau-Software?

- Fachliteratur, Zeitschriften
 - Online-Ressourcen der Hersteller
 - Online-Ressourcen – unabhängige Foren
 - Informationsportale der Berufsverbände
 - Fachmessen
 - Kollegen
 - Andere | _____
-

13. Aus welchen Gründen werden neue Softwarepakete oder Aktualisierungen in Ihrem Unternehmen eingeführt?

- Erfüllen von Kompatibilitätsvorgaben der Auftraggeber
 - Qualitäts- und Innovationsanspruch
 - Erschließen neuer Leistungsfelder
 - Verbesserung der Effizienz im eigenen Unternehmen
 - Verbesserung der Projektqualität und -effizienz
 - Verbesserung der Projektkoordination
 - Verbesserung der Kooperation mit Projektpartnern
 - Andere | _____
-

14. Wer initiiert die Einführung neuer Softwareprodukte im Unternehmen?

Geben Sie bitte an auf wessen Initiative neue Softwareprodukte eingeführt werden.

- Neue Mitarbeiter
 - Mitarbeiter
 - Projektleitung
 - IKT-Verantwortliche
 - Geschäftsleitung
 - Externe
 - ist mir nicht bekannt
-

15. Welche Planungsmethodik realisieren Sie mit Ihrer Planungssoftware?

	0%	25%	50%	75%	100%
Erstellen von Zeichnungen in 2D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erstellen von 3D-Modellen (nur Geometrie)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erstellen von bauteilorientierten Gebäudemodellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4D Integration von Prozessinformationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5D Integration von Kostenmodellen und Ressourcen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. In welchen Formaten tauschen Sie Ihre Planungsunterlagen mit Projektbeteiligten?

- in Papierform (Pläne, Dokumente, Broschüren)
- PDF
- Office (Word, Excel)
- DWG
- DXF
- PLT
- IFC
- GAEB
- Andere

17. Wie werden Planungsdaten in nachfolgende Phasen überführt?

Falls zutreffend

	per	2D	3D	Nutzung	der
	Hand	Schnittstellen	Schnittstellen	Modelldaten	
Grundlagenermittlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vorentwurf, Vorplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Entwurfsplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Marketing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Visualisierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Genehmigungsplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Massenermittlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bemusterung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bemessung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Simulation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ausführungsplanung bis 1:50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Detailplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Vorbereitung der Vergabe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mitwirkung bei der Vergabe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Objektüberwachung	und <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bauüberwachung					
Objektbetreuung	und <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dokumentation					

18. Wie erfolgt bei Ihnen der Abgleich der Planungsinhalte beziehungsweise die fachliche Koordination der Planung mit Projektpartnern?

Geben Sie bitte an, wie Sie verschiedene Planungsstände mit Ihren Projektpartnern abgleichen.

	0%	25%	50%	75%	100%
Abgleich von Papierplänen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anhand von 2D-CAD Dateien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anhand von 3D-CAD Dateien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anhand von digitalen Gebäudemodellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kollisionsprüfung der Gebäudemodelle mit einem Modelchecker	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abgleich anhand eines Modellservers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. In welcher Qualität erhalten sie Ihre Planungsunterlagen?

	0%	25%	50%	75%	100%
Die Planungsunterlagen sind insgesamt vollständig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Planungsunterlagen entsprechen unseren formalen Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Planungsunterlagen entsprechen unseren inhaltlichen Anforderungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Ist Ihr Unternehmen nach DIN-ISO 9001 zertifiziert, oder streben Sie eine Zertifizierung an?

- Nein, wir sind nicht zertifiziert und streben es auch nicht an
 - Wir streben eine Zertifizierung nach DIN-ISO 9001 an
 - Ja, wir sind nach DIN-ISO 9001 zertifiziert
-

21. In wie viel Prozent Ihrer Projekte verwenden Sie Projekthandbücher?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%

22. In wie viel Prozent Ihrer Projekte nutzen Sie Online-Projektplattformen oder Dokumenten-Management-Systeme?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%

23. Geben Sie bitte an, inwieweit Sie qualitätssichernde Standards Projektbeteiligten vorgeben.

	0%	25%	50%	75%	100%
Formale Vorgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inhaltliche Vorgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Datenaustausch Vorgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

24. Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Zuständigkeiten und Prozesse in Ihrem Unternehmen geregelt sind

	0%	25%	50%	75%	100%
Aufgaben und Verantwortlichkeiten sind definiert und beschrieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeitsprozesse sind definiert und beschrieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prozesswechselwirkungen sind definiert und beschrieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entscheidungsprozesse sind definiert und beschrieben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Managementprozesse werden regelmäßig evaluiert, bewertet und verbessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unternehmensinterne Arbeitsabläufe und Prozesse werden regelmäßig evaluiert, bewertet und verbessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kooperationsprozesse werden regelmäßig evaluiert, bewertet und verbessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kundenbezogene Prozesse werden regelmäßig evaluiert, bewertet und verbessert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Wer ist in Ihrem Unternehmen für die Festlegung und kontinuierliche Verbesserung der Standards und Prozessdefinitionen zuständig?

Mehrfachnennungen möglich

- Geschäftsleitung
 - Management
 - Projektleiter
 - Projektmitarbeiter
 - Andere
-

26. Folgende Aussagen beziehen sich auf wirtschaftliche Aspekte im Unternehmen.

Geben Sie bitte an, in wie weit folgende Aussagen zutreffen

	0%	25%	50%	75%	100%
Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodiktraining	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investitionen werden hinsichtlich ihres Nutzwertes bewertet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Projekte werden hinsichtlich ihrer Rentabilität bilanziert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Büro- und Ingenieurstundensätze werden regelmäßig ermittelt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

27. Wie gut sind Berufsanfänger in den folgenden Bereichen qualifiziert?

Kreuzen Sie bitte an in wie weit der Kenntnisstand der Berufsanfänger Ihren Anforderungen genügen

	0%	25%	50%	75%	100%
IT-Werkzeuge (CAD / Planungssoftware)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interdisziplinäres und fachübergreifendes Denken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prozessorientiertes Denken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Planungsmethodische Fähigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kooperations- und Teamfähigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Betriebswirtschaftliches Denken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verständnis übergeordneter Zusammenhänge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lernbereitschaft, Lernfähigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

28. Wie werden Fortbildungsmaßnahmen in Ihrem Unternehmen gehandhabt?

	0%	25%	50%	75%	100%
Fortbildungsmaßnahmen werden regelmäßig durchgeführt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fortbildungsmaßnahmen werden von der Geschäftsleitung aktiv unterstützt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fortbildungsmaßnahmen liegen in der Eigenverantwortung der Mitarbeiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

29. Welche der folgenden Begriffe sind Ihnen geläufig?

- Integrale Planung
- Building Lifecycle Management
- Building Information Model
- Building Information Modeling
- BIM-Software / modellorientierte Software

30. Arbeiten Sie modellorientiert?

Ja

Nein

31. Haben Sie demnächst vor auf modellorientierte Software umzusteigen?

Ja

Nein

32a. Wie lange nutzen Sie bereits modellorientierte Software?

Jahre

33a. Wie intensiv verwenden Sie modellorientierte Werkzeuge in den folgenden Bereichen?

falls zutreffend

	0%	25%	50%	75%	100%
Gesamtterminplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Controlling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorentwurf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entwurfsplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visualisierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Genehmigungsplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkplanung bis 1:50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detailplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TGA-Planung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tragwerksplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Massenermittlung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemusterung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kostenermittlung und -analyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorbereitung der Vergabe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bauablaufplanung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Planungs- und Baustandsanalysen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baudokumentation (as build)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facility Management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

34a. Geben Sie bitte an inwieweit folgende Aussagen auf Sie zutreffen:

	0%	25%	50%	75%	100%
Wir erstellen digitale Gebäudemodelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die erstellten digitale Gebäudemodelle nutzen wir Unternehmensintern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir stellen unsere Gebäudemodelle den Projektpartner zur Verfügung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir erhalten digitale Gebäudemodelle von unseren Projektpartnern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir ergänzen und bearbeiten digitale Gebäudemodelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

35a. Folgende Aussagen beziehen sich auf das Austauschformat IFC.

Geben Sie bitte an, in wieweit die Aussagen zutreffen:

	0%	25%	50%	75%	100%
Das Austauschformat IFC erfüllt unsere inhaltlichen und formalen Anforderungen für den Austausch der Modelldaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Bedienung der IFC-Schnittstelle ist einfach und nachvollziehbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

36a. Wie erfolgte die Umstellung auf eine modellbasierte Arbeitsweise?

- Spontan
 - Langfristig geplant
 - Selbständig innerhalb des Unternehmens
 - Unter Mitwirkung externer Berater und Experten
 - Unter Mitwirkung neuer Mitarbeiter, mit Erfahrung in der modellbasierten Arbeitsweise
 - In Abstimmung mit Kooperationspartnern
-

37a. Wie erfolgte die Umstellung in den folgenden Bereichen?

Einführung der modellorientierten CAD

nicht erfolgt Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Anpassung sonstiger Fachsoftware

nicht erfolgt Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Anpassung der Arbeitsprozesse

nicht erfolgt Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Anpassung der Koordinationsprozesse mit Projektbeteiligten

nicht erfolgt Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Softwareschulung der Mitarbeiter

nicht erfolgt Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Methodische Schulung der Mitarbeiter

nicht erfolgt Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

38a. Welche Erfahrungen haben Sie mit der modellorientierten Arbeitsweise gesammelt?

- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Der Ressourceneinsatz für die Projektbearbeitung hat sich erhöht | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der Ressourceneinsatz für die Projektbearbeitung hat sich reduziert |
| Der zeitliche Aufwand für die gesamte Projektbearbeitung hat sich erhöht | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der zeitliche Aufwand für die gesamte Projektbearbeitung hat sich reduziert |
| Der zeitliche Aufwand bei Änderungen im Projekt hat sich erhöht | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der zeitliche Aufwand bei Änderungen im Projekt hat sich reduziert |
| Die Häufigkeit von Mehrfacheingaben hat sich erhöht | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Die Häufigkeit von Mehrfacheingaben hat sich reduziert |
| Die unternehmensinterne Wertschöpfung hat sich verschlechtert | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Die unternehmensinterne Wertschöpfung hat sich verbessert |
| Die Wertschöpfung für das gesamte Projekt hat sich verschlechtert | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Die Wertschöpfung für das gesamte Projekt hat sich verbessert |
| Der Koordinationsaufwand mit den Projektbeteiligten hat sich erhöht | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Der Koordinationsaufwand mit den Projektbeteiligten hat sich reduziert |
| Die Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | Die Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen |

A Fragebogen

hat sich verschlechtert	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	hat sich verbessert
Die Unterstützung von Nebenprozessen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Die Unterstützung von Nebenprozessen
hat sich verschlechtert	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	hat sich verbessert
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Die verfügbare Zeit für inhaltliche	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Die verfügbare Zeit für inhaltliche
Qualitätsoptimierung hat sich erhöht	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Qualitätsoptimierung hat sich reduziert
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

32b. Welche Ziele verfolgen Sie bei der Umstellung auf modellorientierte Arbeitsweise?

Geben Sie bitte an, inwieweit folgende Aussagen auf Sie zutreffen.

	0%	25%	50%	75%	100%
Reduzierung des Ressourceneinsatzes für die Projektbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reduzierung des zeitlichen Aufwandes für die gesamte Projektbearbeitung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reduzierung des zeitlichen Aufwandes bei Änderungen im Projekt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reduzierung des zeitlichen Aufwandes bei Folgeprozessen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reduzierung des zeitlichen Aufwandes bei Nebenprozessen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reduzierung von Mehrfacheingaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verbesserung der Koordination mit Projektpartnern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Steigerung der Wertschöpfung für das gesamte Projekt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Steigerung der unternehmensinternen Wertschöpfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mehr Zeit für inhaltliche Qualitätsoptimierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

33b. Wie möchten Sie bei der Umstellung auf modellorientierte Arbeitsweise vorgehen?

Mehrfachauswahl möglich

- Spontan
 - Langfristig geplant
 - Selbständig innerhalb des Unternehmens
 - Unter Mitwirkung externer Berater und Experten
 - Unter Mitwirkung neuer Mitarbeiter, mit Erfahrung in der modellbasierten Arbeitsweise
 - In Abstimmung mit Kooperationspartnern
-

34b. Wie möchten Sie bei der Umstellung in den folgenden Bereichen vorgehen?

Einführung der modellorientierten CAD

nicht geplant Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Anpassung der IKT-Werkzeuge

nicht geplant Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Anpassung der Arbeitsprozesse

nicht geplant Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Anpassung der Koordinationsprozesse mit Projektbeteiligten

nicht geplant Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Softwareschulung der Mitarbeiter

nicht geplant Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

Methodische Schulung der Mitarbeiter

nicht geplant Projektweise Abteilungsweise das ganze Unternehmen zeitgleich

39. Geben Sie bitte an inwieweit folgende Aussagen zutreffen?

	0%	25%	50%	75%	100%
Unsere Mitarbeiter beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Berufsanfänger beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Komplexität der modellbasierten Software ist für unsere Einsatzzwecke zu groß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur ist zu hoch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Derzeitig verfügbare modellorientierte Software hat funktionale Grenzen und unterstützt den Planungsprozess nicht durchgängig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Portierungsaufwand bestehender Daten in ein neues System ist zu groß	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Schulungsaufwand und die daraus resultierenden Kosten für modellbasierte Software ist zu hoch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wir haben kein Kapital für neue Investitionen zur Verfügung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die verfügbaren Austauschformate für digitale Gebäudemodelle sind nicht durchgängig nutzbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Aufwand für die Erstellung von digitalen Gebäudemodellen übersteigt den Nutzwert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Phasenweise Auftragsvergabe verhindert eine phasenübergreifende Wertschöpfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

-
- Urheber- und Nutzungsrechte bei der Weitergabe von digitalen Gebäudemodellen sind nicht ausreichend geklärt
- Die Leistungserbringung und -vergütung für das Erstellen von digitalen Gebäudemodellen wird in der HOAI nicht ausreichend berücksichtigt
- Die formale und inhaltliche Qualität von digitalen Gebäudemodellen sind für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert
- Die Übergabe von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert
-

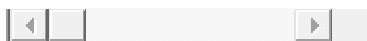
40. Wie viel Prozent der Auftraggeber verlangen digitale Gebäudemodelle?

-
- 0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
-

41. Wie viel Prozent der Projektbeteiligten verwenden digitale Gebäudemodelle?

-
- 0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%
-

42. Wenn Sie Ergänzungen bezüglich der Thesen oder Anmerkungen zur Umfrage haben, können Sie uns diese hier mitteilen.



B Abbildungen

Position im Unternehmen

Welche Position haben Sie in Ihrem Unternehmen?

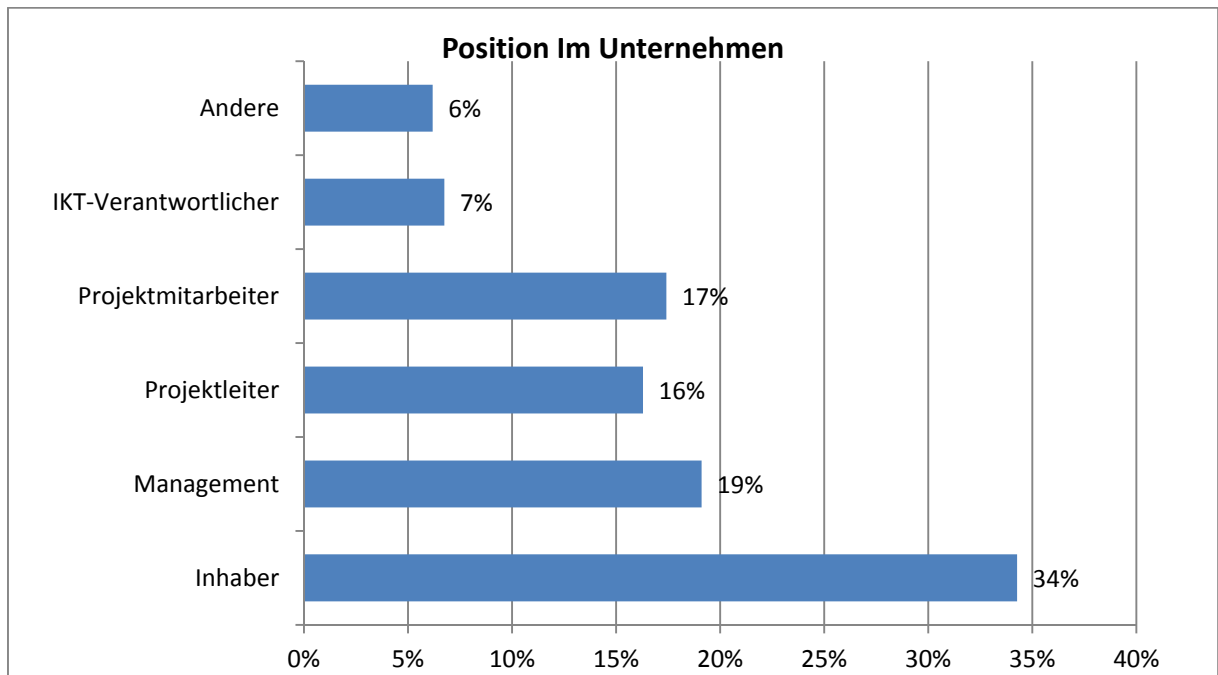


Abb. B.122 ,Welche Position haben Sie in Ihrem Unternehmen?'

Leistungsangebot der Unternehmen

Welche Leistungen bietet Ihr Unternehmen an?

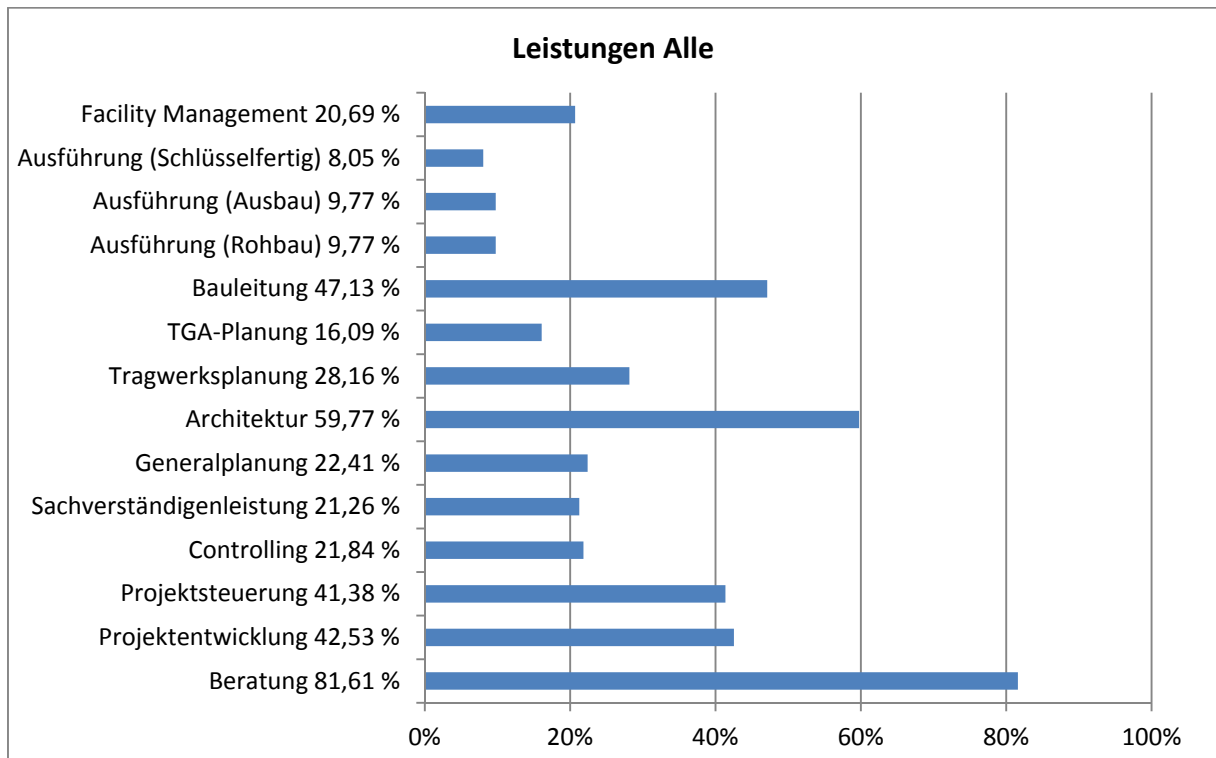


Abb. B.123 ‚Leistungsangebot alle Umfrageteilnehmer‘

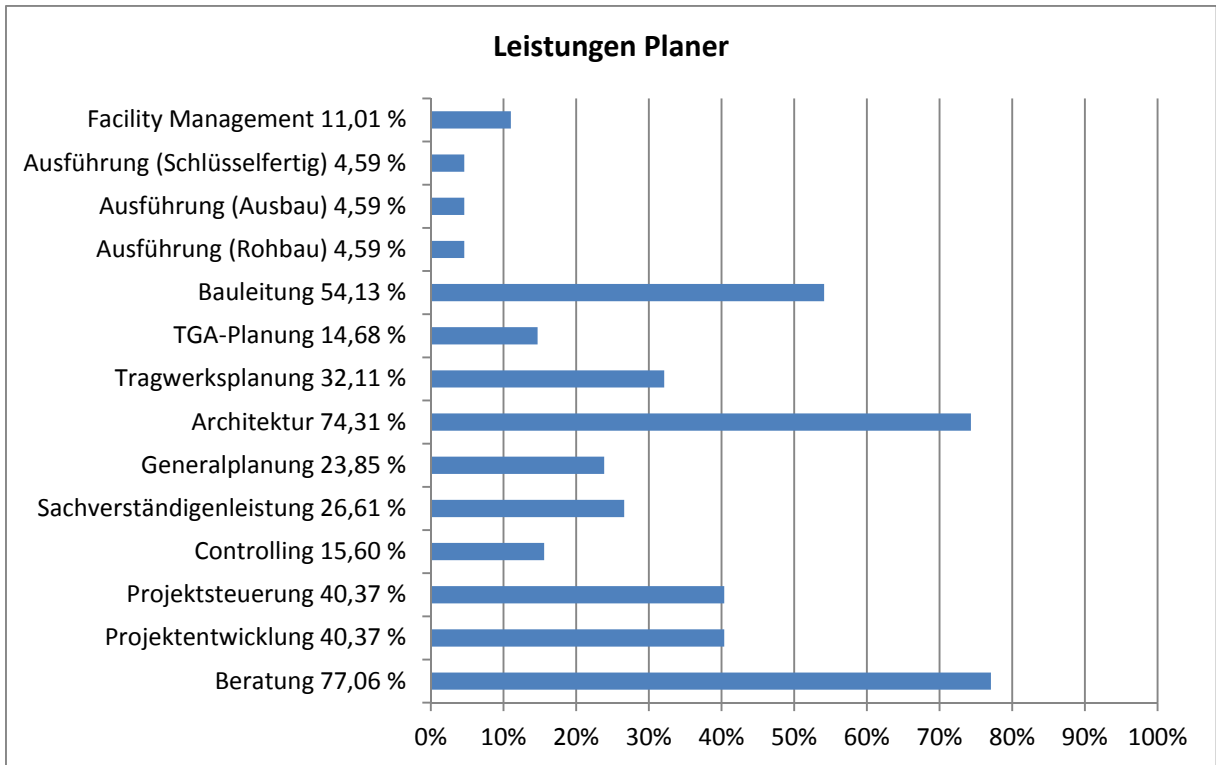


Abb. B.124 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Planer‘

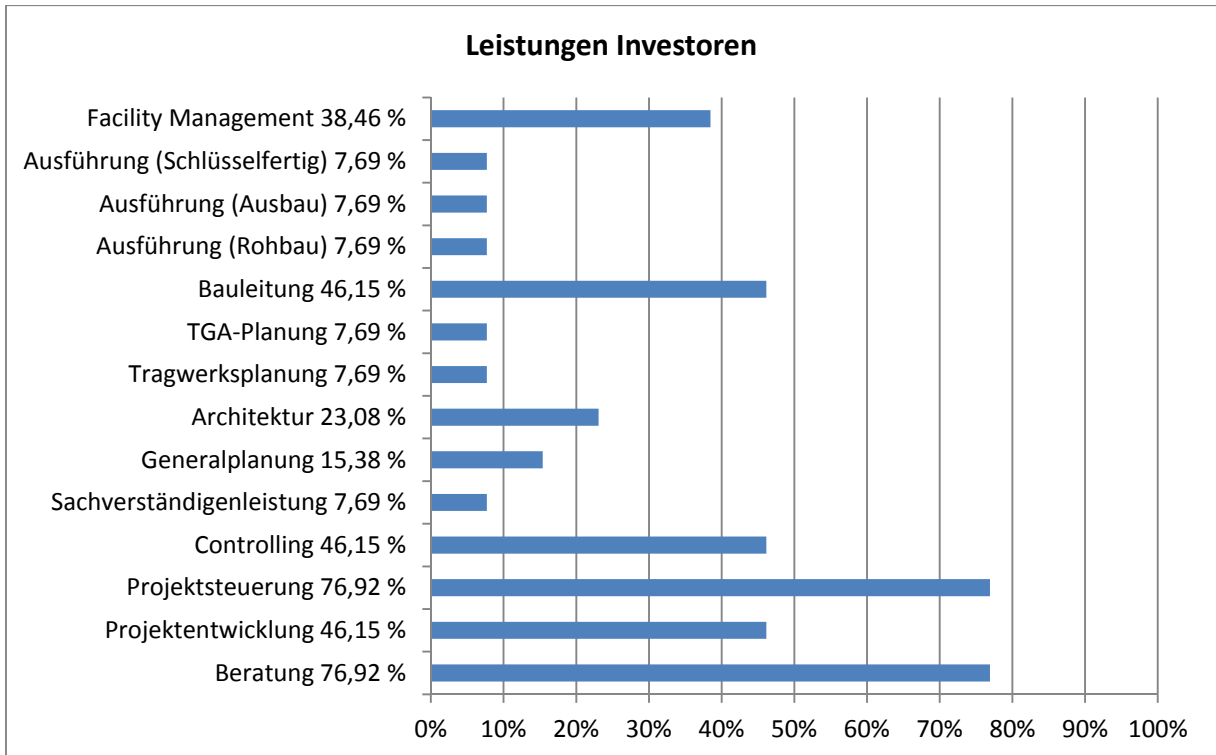


Abb. B.125 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Investoren‘

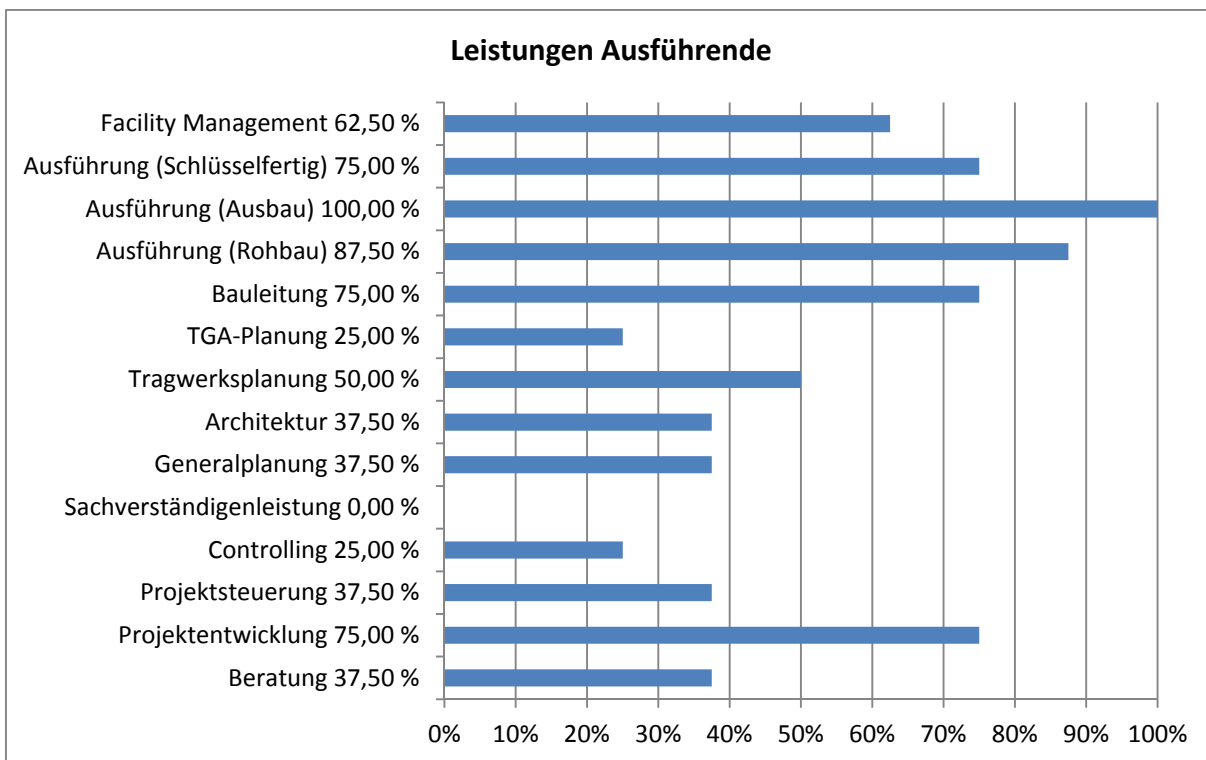


Abb. B.126 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Ausführende‘

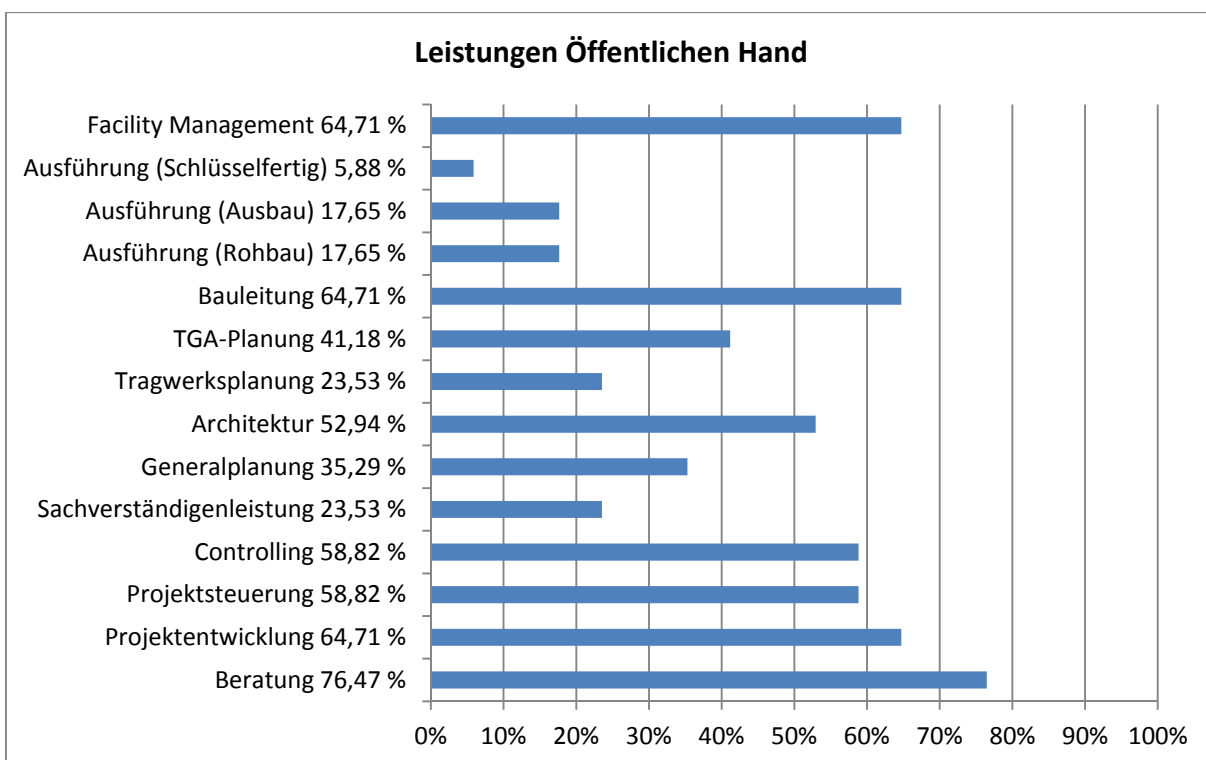


Abb. B.127 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Öffentliche Hand‘

Persönliche Tätigkeiten Umfrageteilnehmer

Welche Tätigkeiten decken Sie persönlich in Ihrem Unternehmen ab?

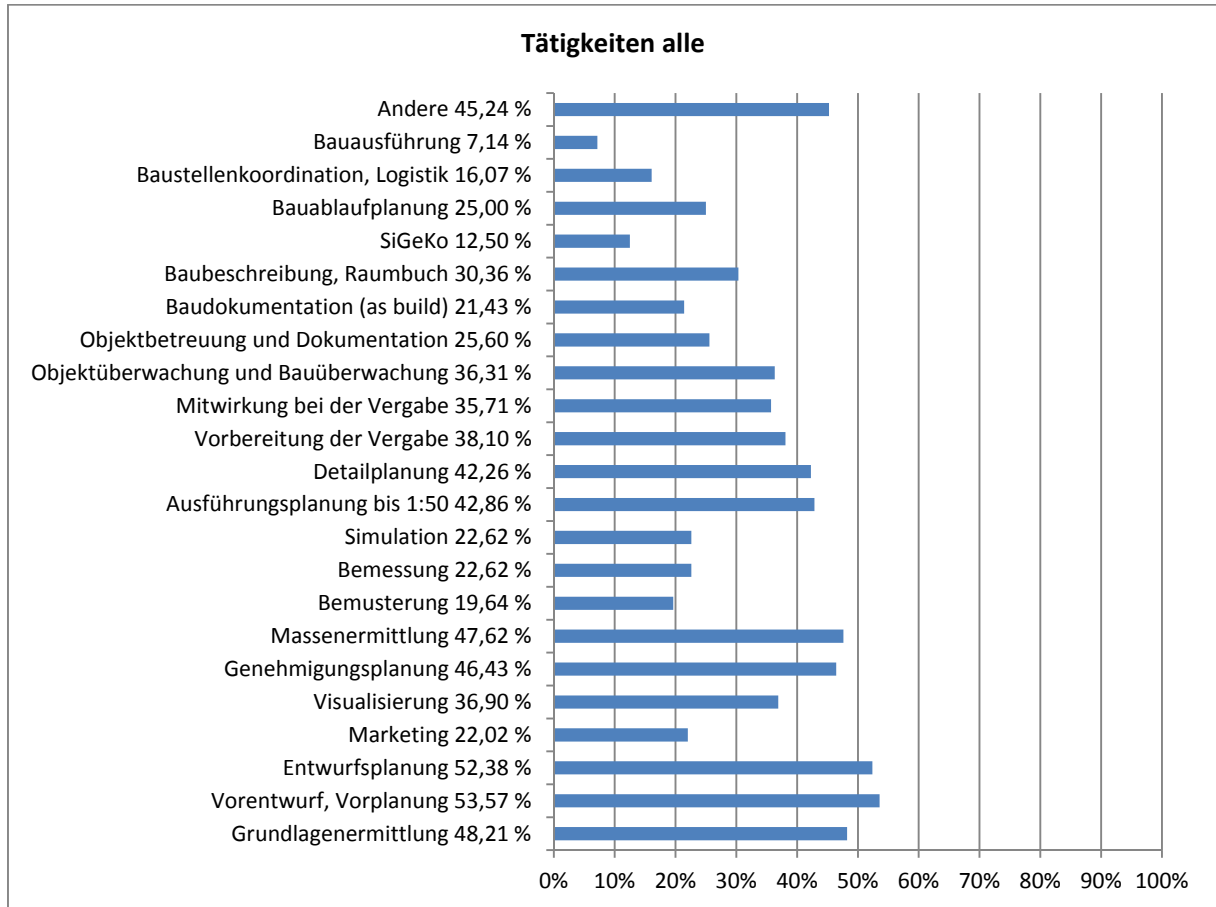


Abb. B.128 ‚Persönliche Tätigkeiten alle Umfrageteilnehmer‘

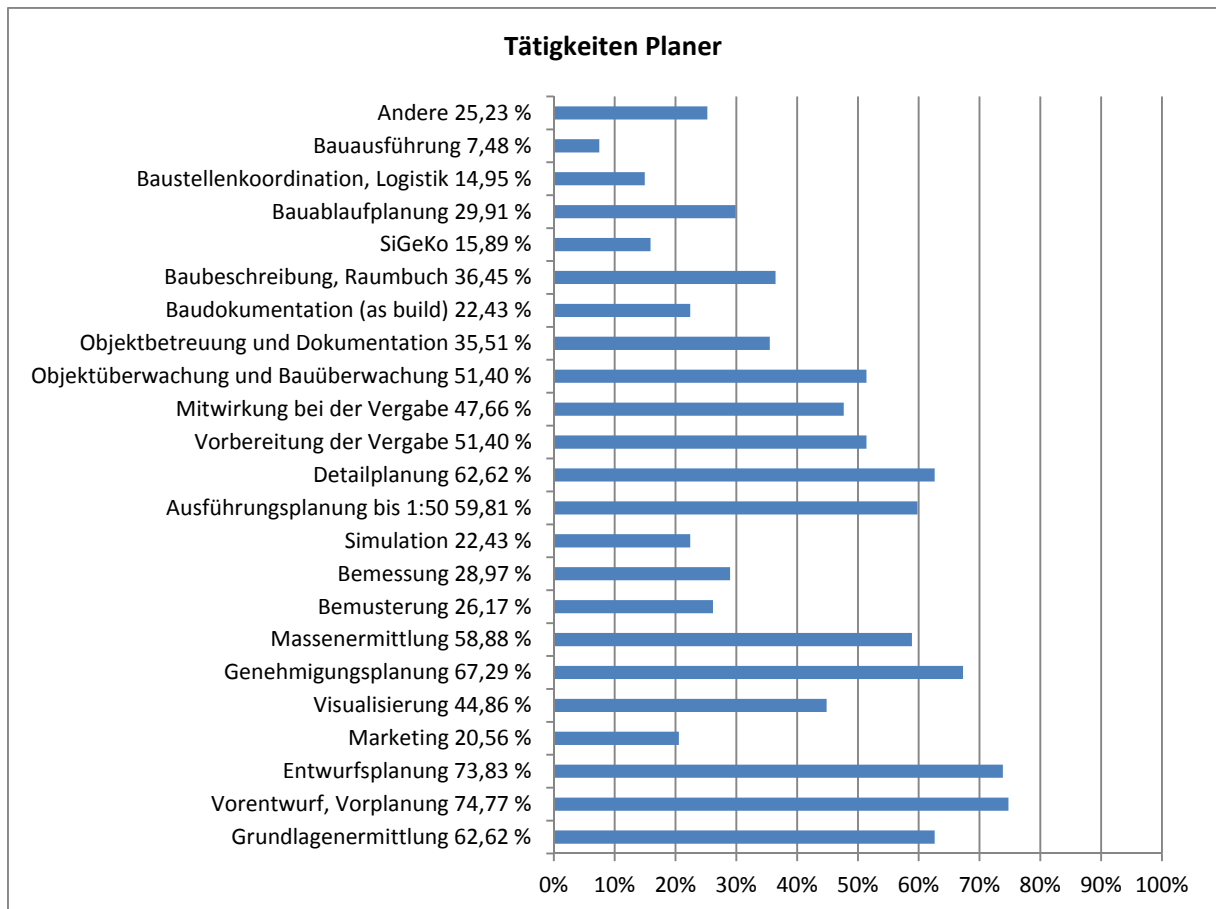


Abb. B.129 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Planer‘

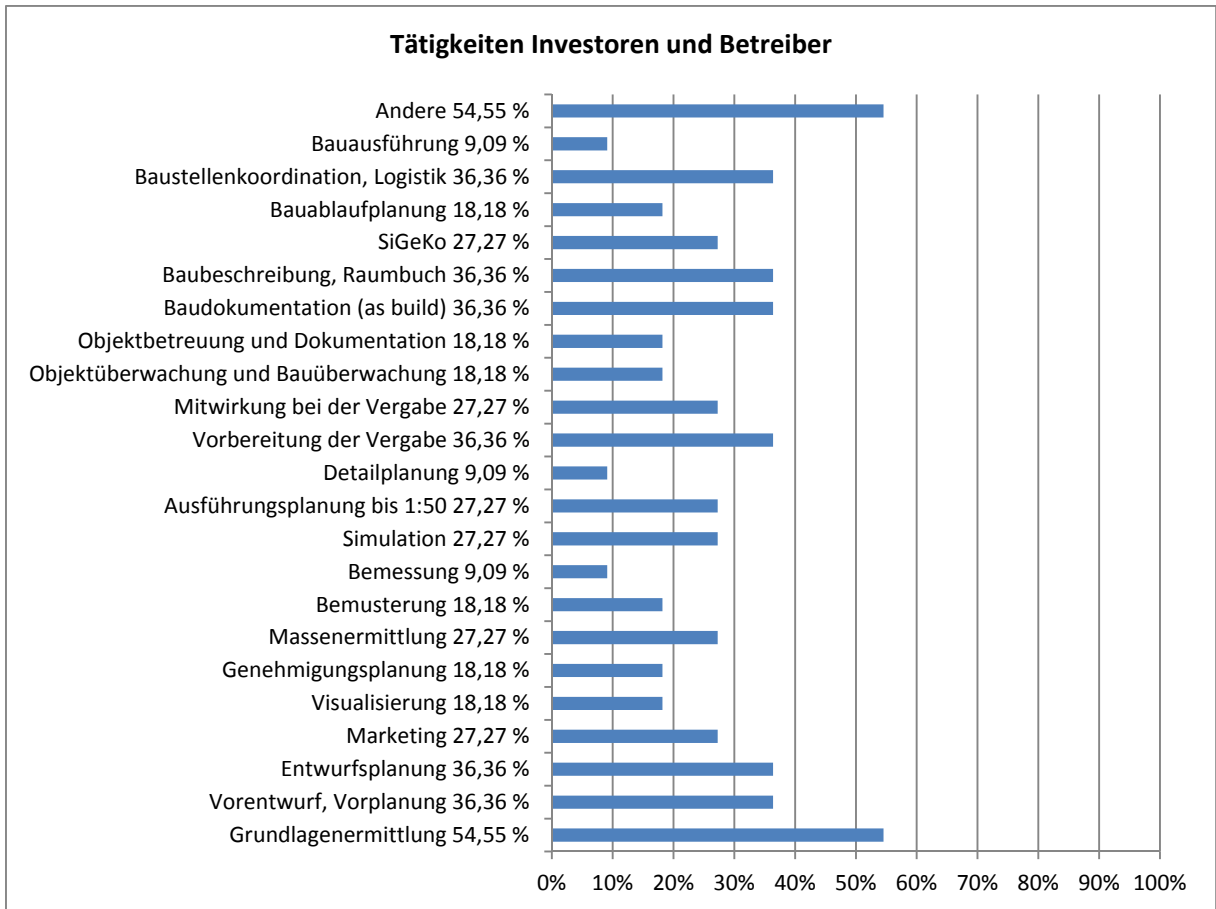


Abb. B.130 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Investoren und Betreiber‘

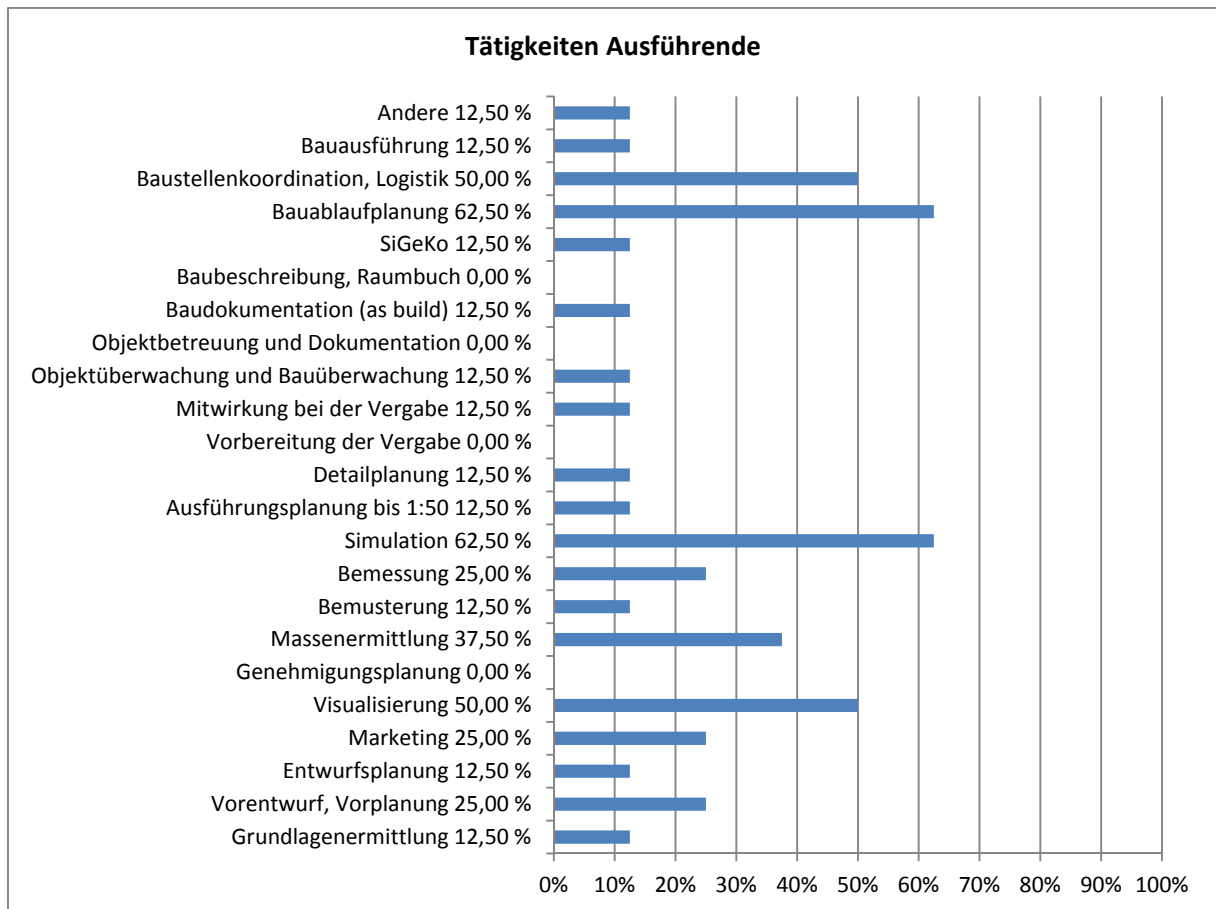


Abb. B.131 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Ausführende‘

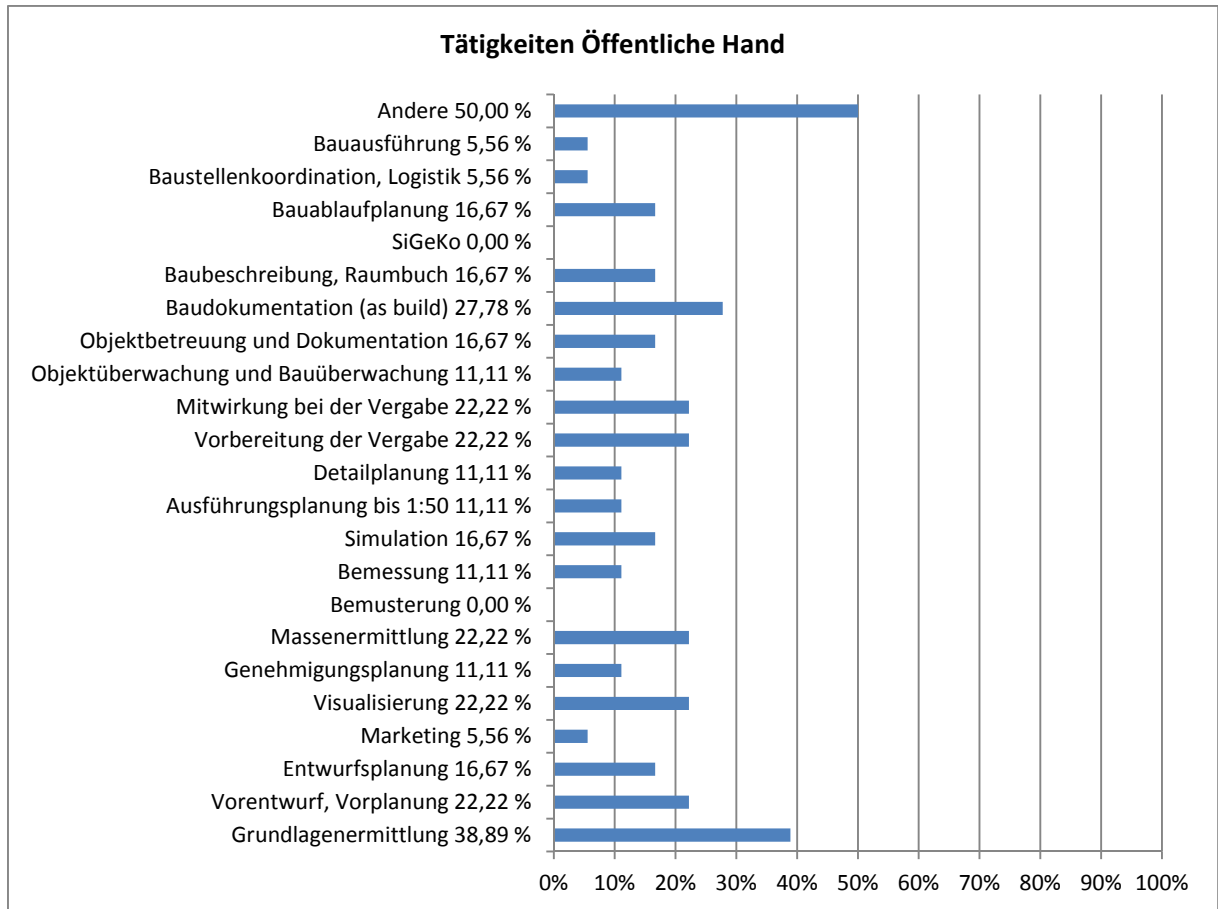


Abb. B.132 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Öffentliche Hand‘

Projektbezogene Prozesse

Welche projektbezogenen Prozesse decken Sie in Ihrem Unternehmen ab?

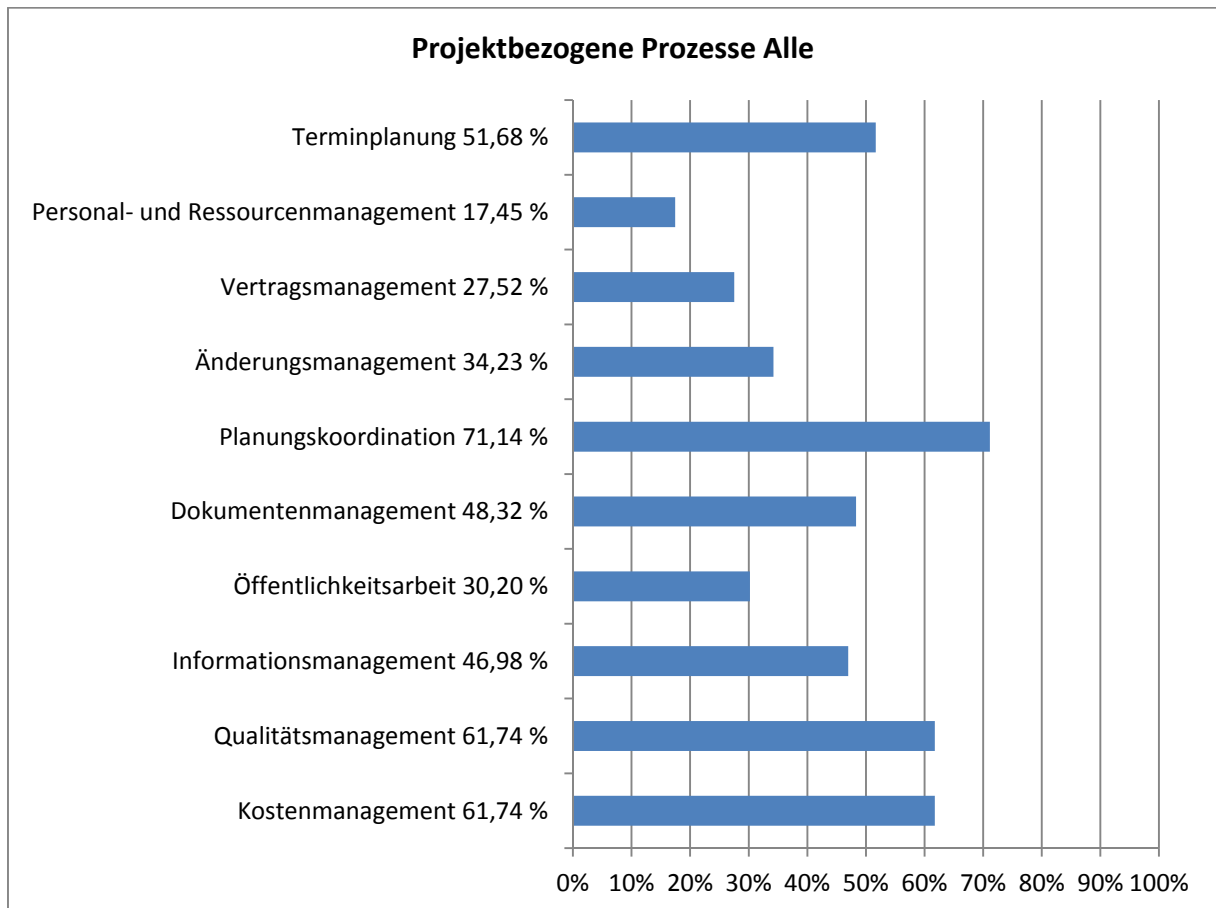


Abb. B.133 ,Projektbezogene Prozesse alle Umfrageteilnehmer‘

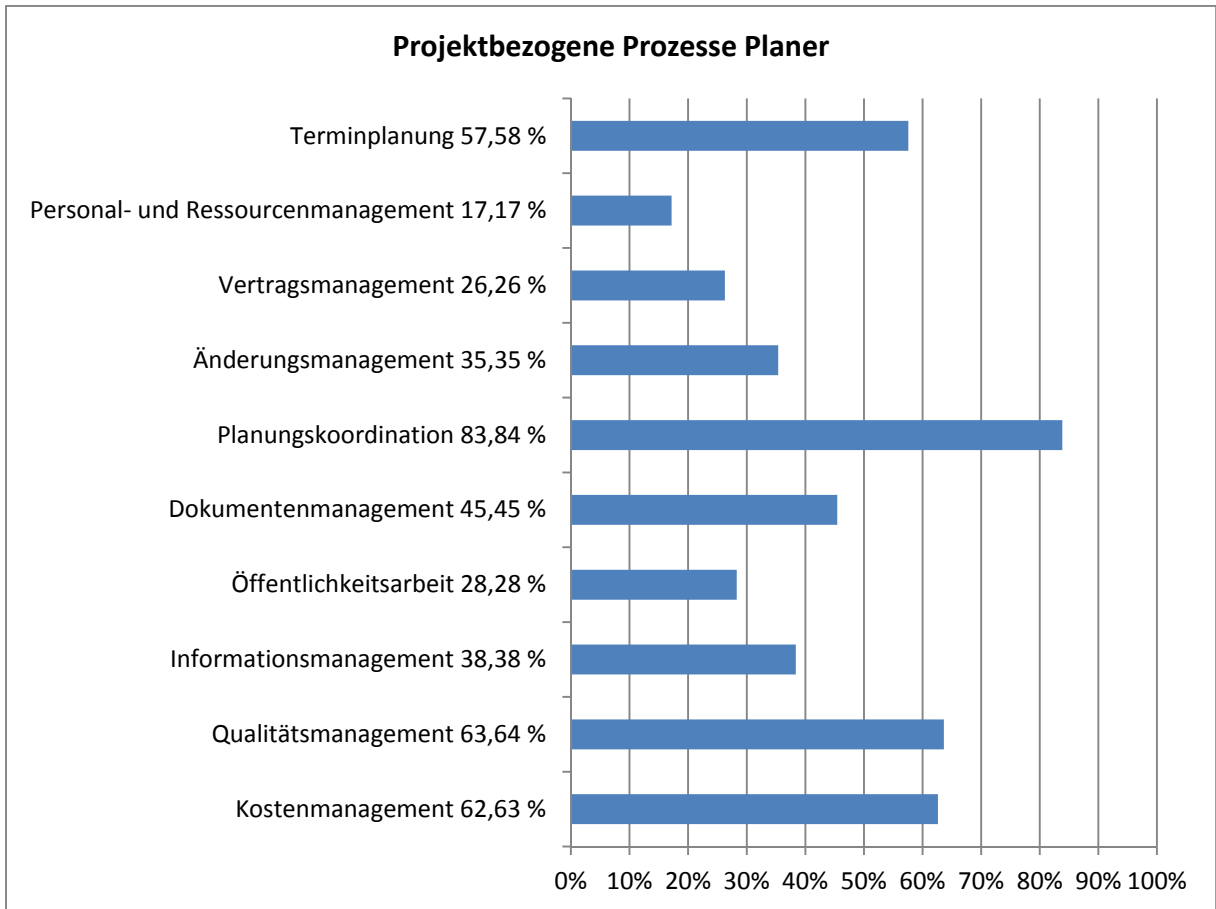


Abb. B.134 ‚Projektbezogene Prozesse Zielgruppe Planer‘

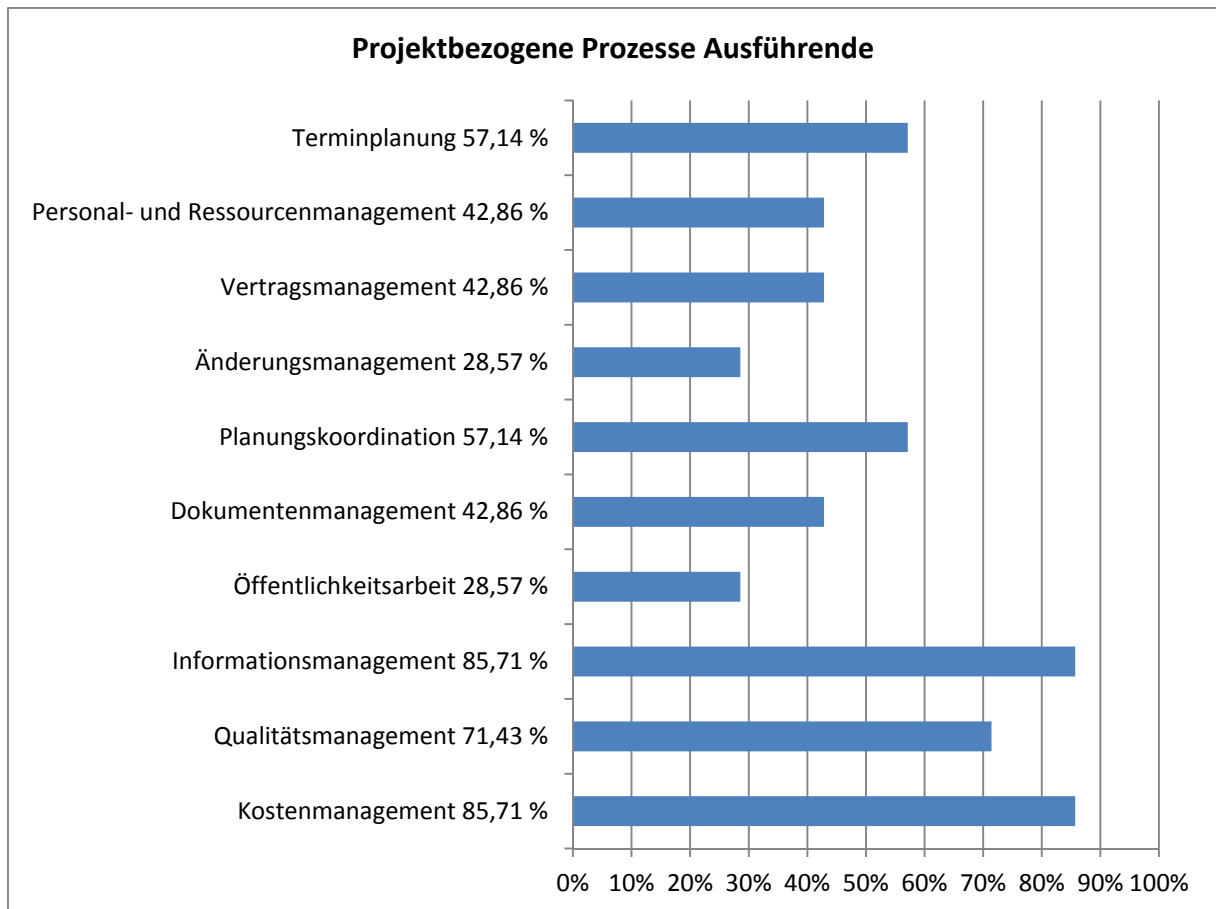


Abb. B.135 ‚Projektbezogene Prozesse Zielgruppe Ausführende‘

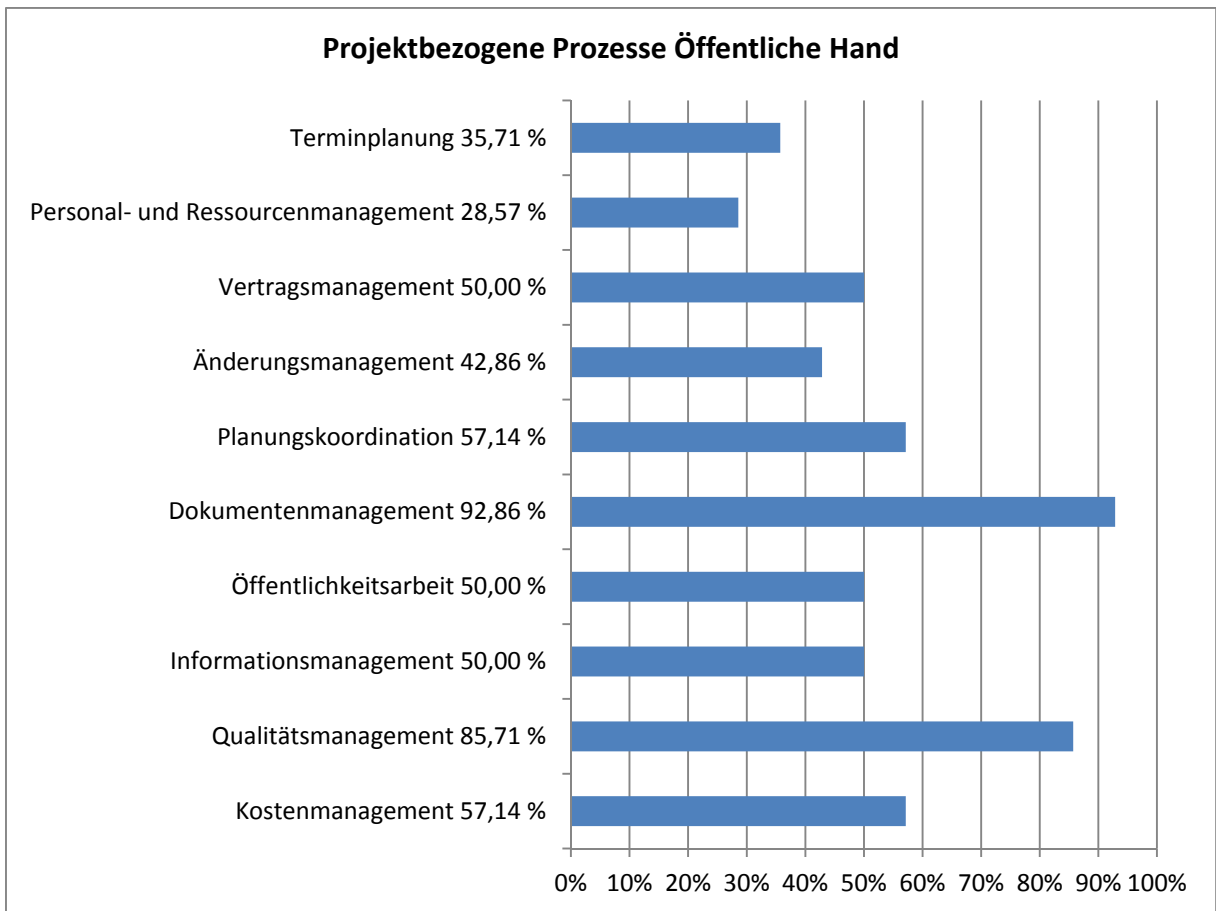


Abb. B.136 ‚Projektbezogene Prozesse Zielgruppe Öffentliche Hand‘

Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen, aufgeschlüsselt nach Zielgruppen

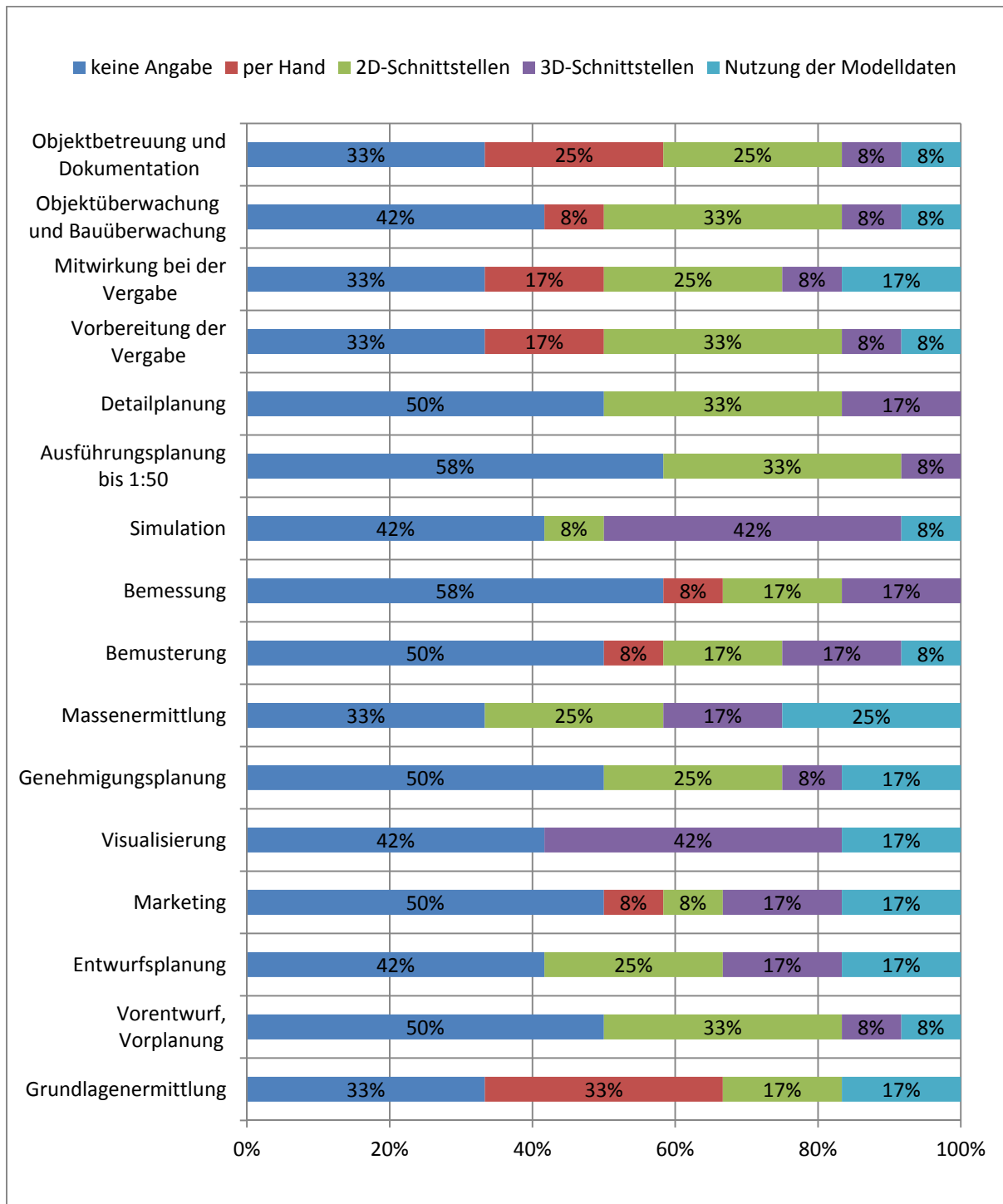


Abb. B.137 Investoren und Betreiber (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)

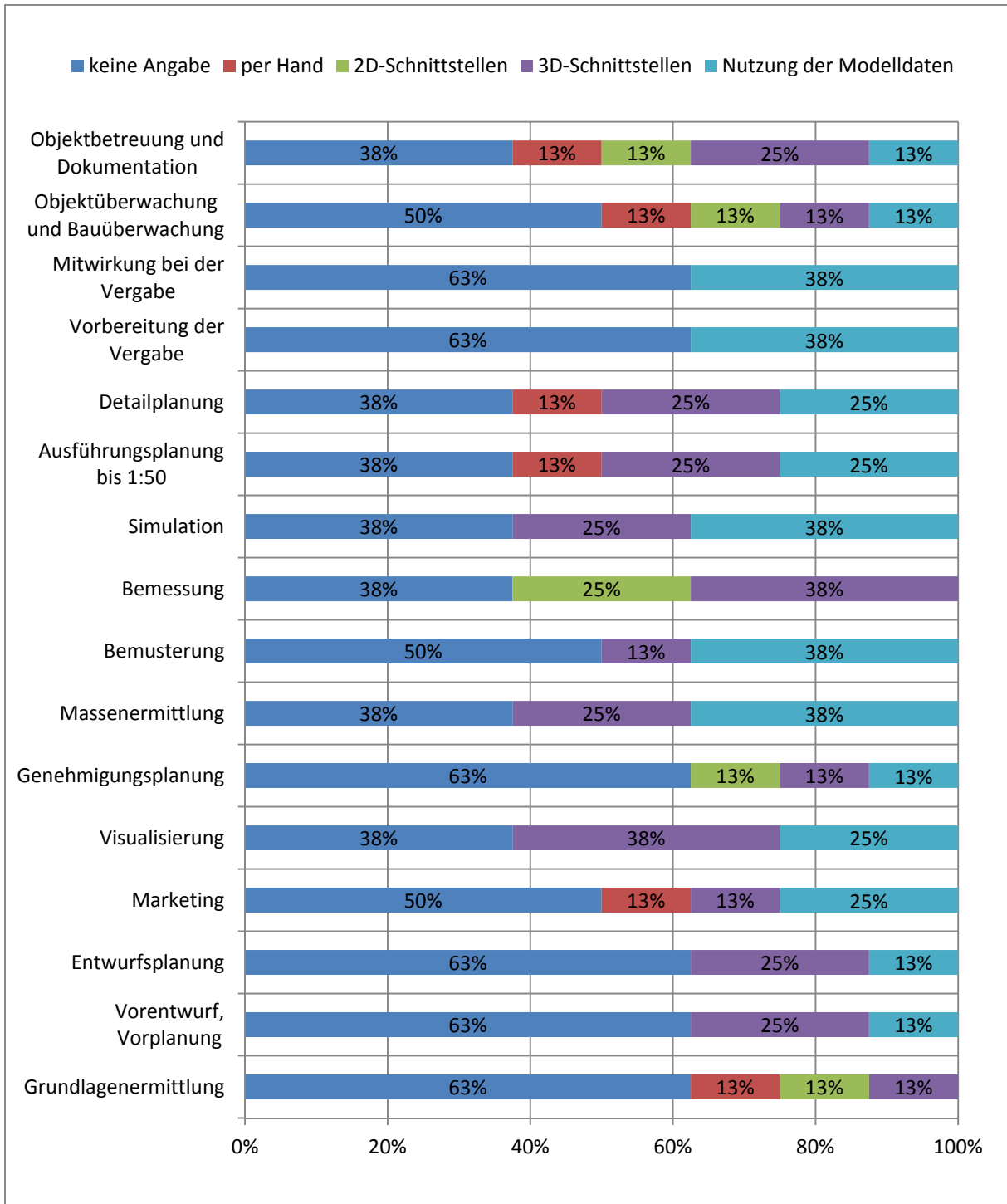


Abb. B.138 Ausführende (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)

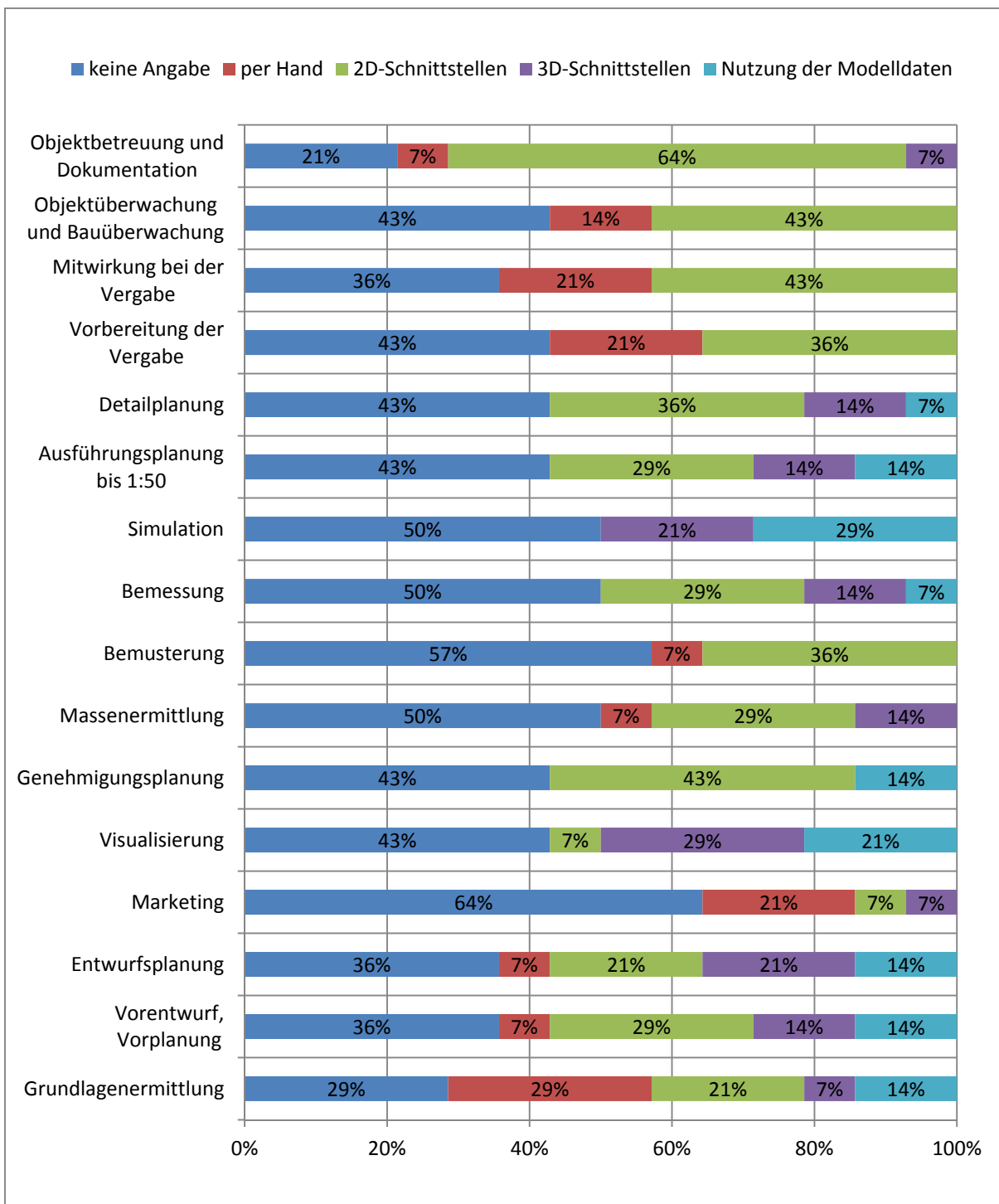


Abb. B.139 Öffentliche Hand (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)

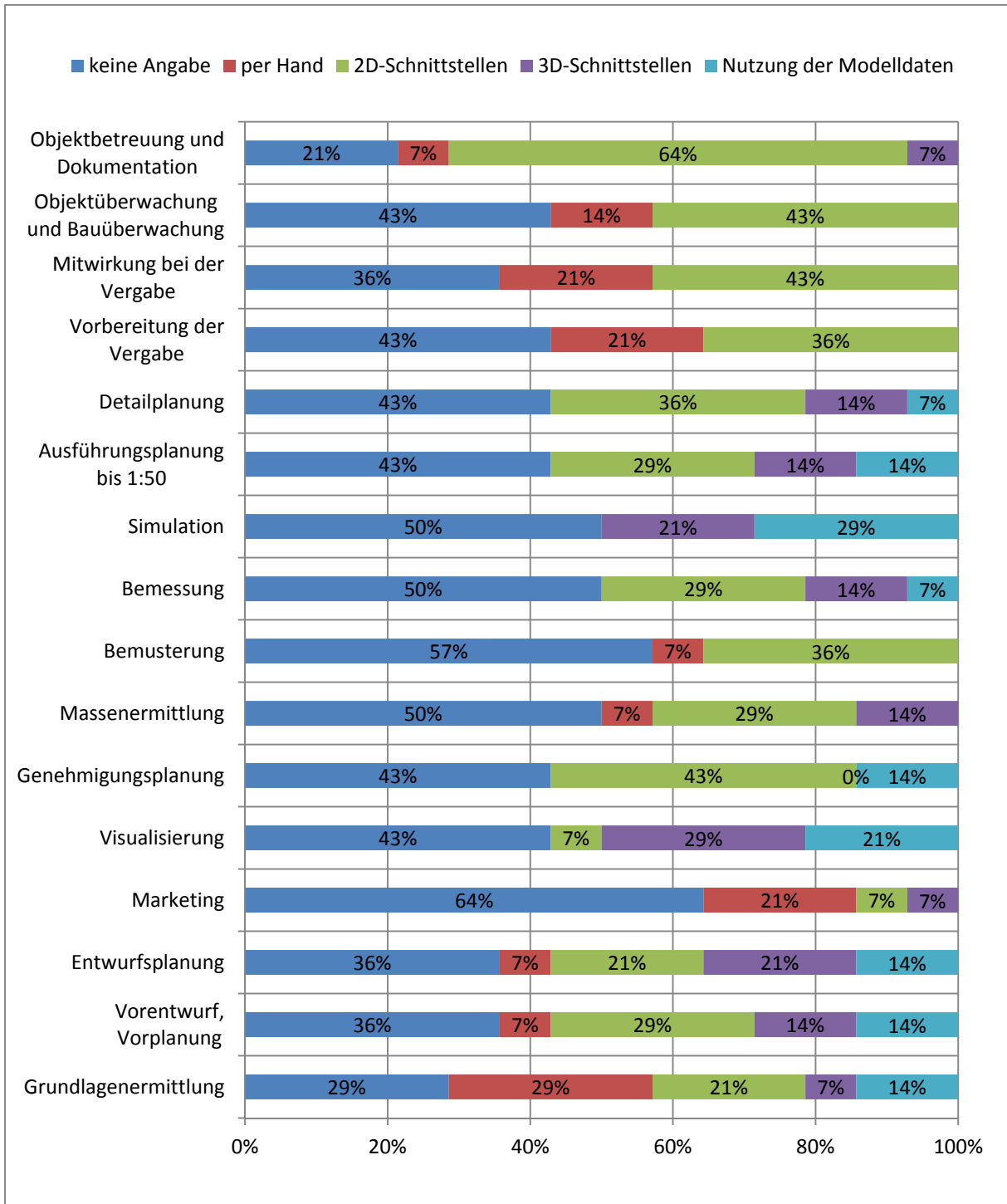


Abb. B.140 Generalplaner (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)

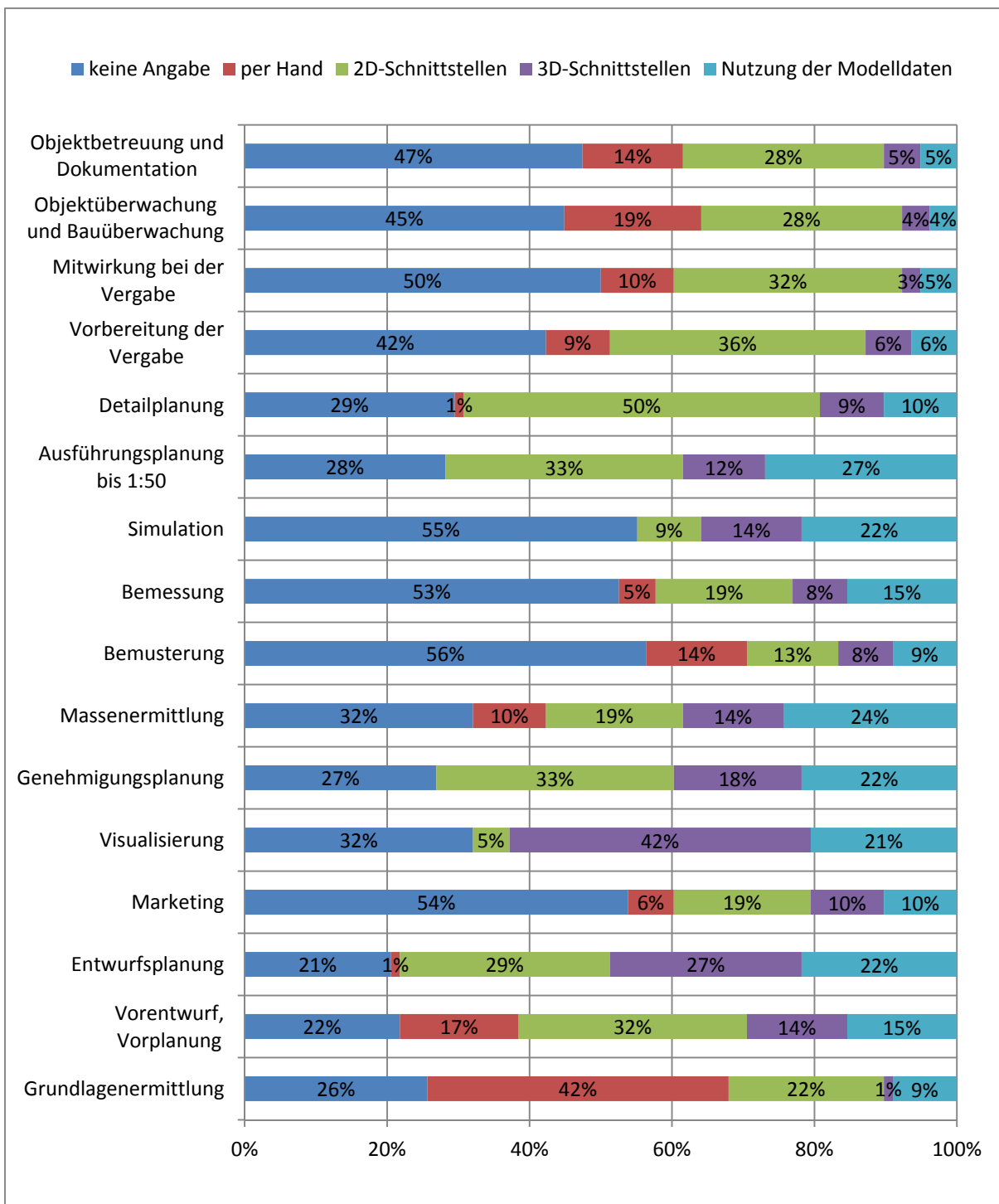


Abb. B.141 Architekten (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)

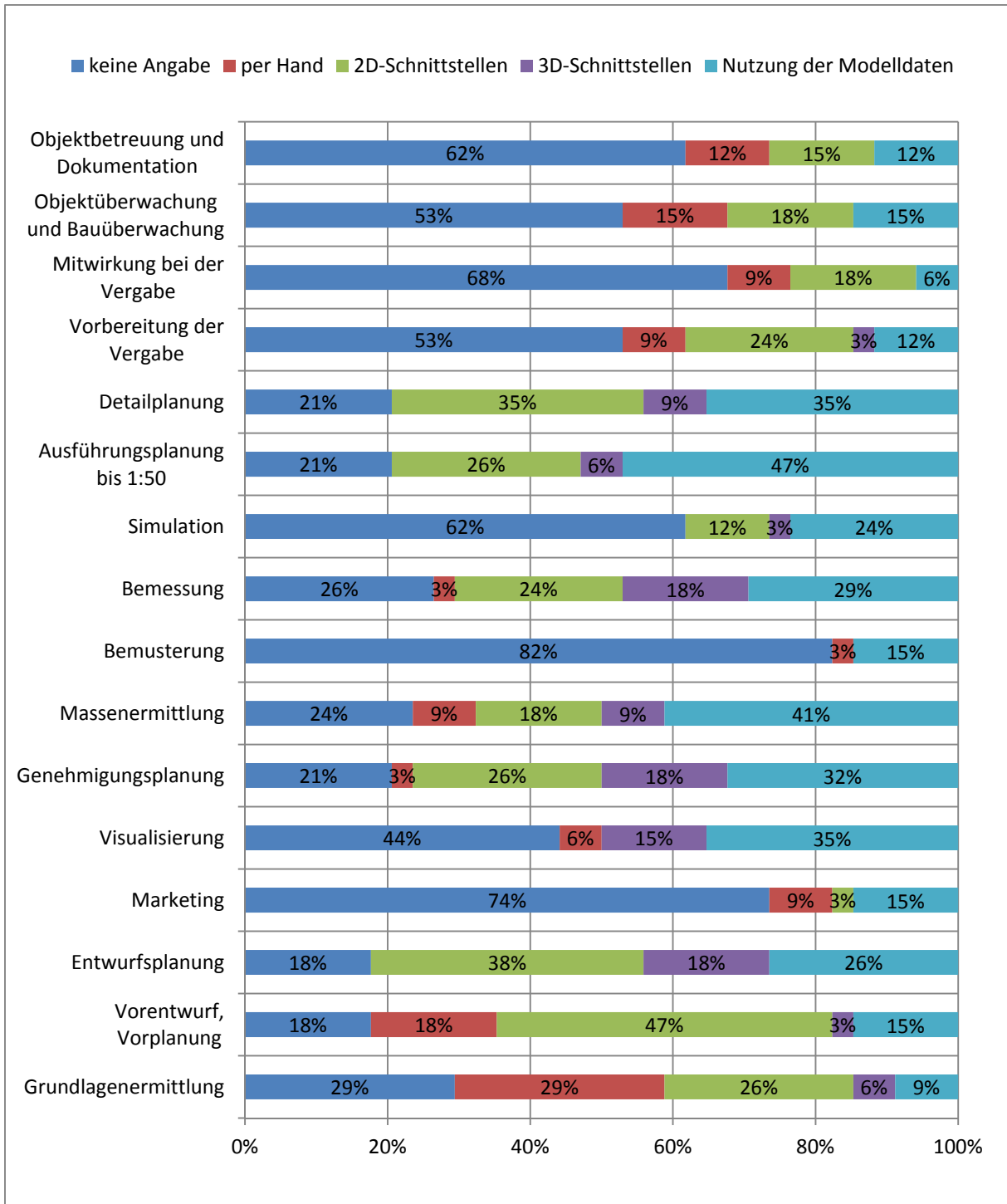


Abb. B.142 Tragwerkplaner (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)

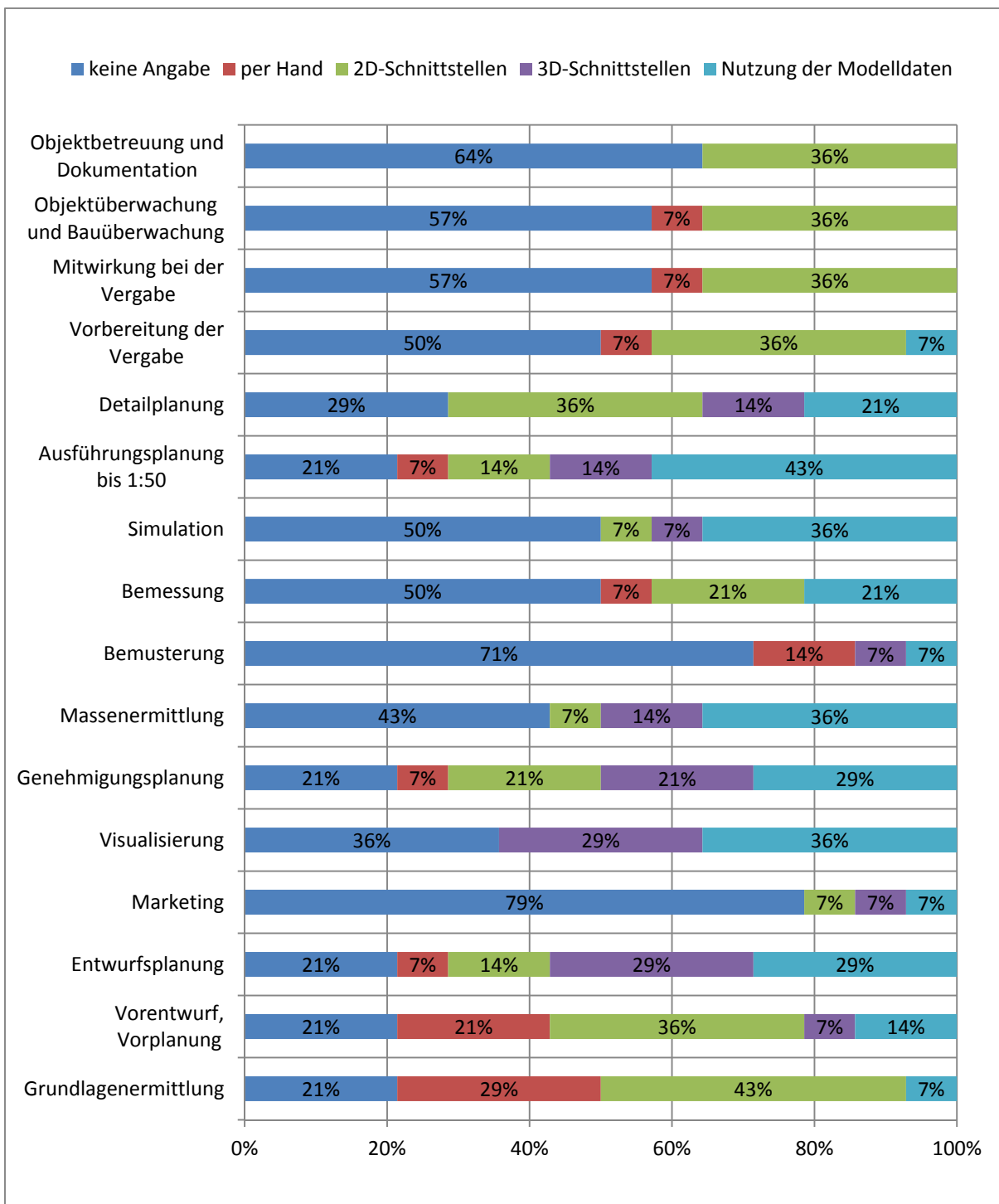


Abb. B.143 TGA-Planer (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)

C Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Informationsbasierte Entscheidungsfindung.....	4
Abb. 2.2: Produktivitätsindex Construction Industry [NIBS07]	5
Abb. 2.3: Kosten- und Umsatzstrukturen deutscher Architekturbüros [HoEb06]	6
Abb. 2.4: Untersuchte Themenfelder	8
Abb. 3.5: Themengebiete des Building LifeCycle Managements	21
Abb. 3.6: Beeinflussungsmöglichkeit der Wirtschaftlichkeit über den Lebenszyklus nach Müller.....	23
Abb. 3.7: iterativer Problemlösungszyklus [AgBa92]	24
Abb. 4.8: Evolutionsprozess BIM [Both08].....	27
Abb. 4.9: Gliederung Hauptprozesse	28
Abb. 5.10: Ablaufschema zur Umfrageerstellung [Metz10].....	40
Abb. 6.11: Beteiligung nach Zielgruppen	53
Abb. 6.12: Beteiligung Zielgruppe Planer.....	54
Abb. 6.13: Beteiligung nach Anwendergruppen	55
Abb. 6.14: Alle Planer nach Anwendergruppen	56
Abb. 6.15: Generalplaner nach Anwendergruppen	57
Abb. 6.16: Architekten nach Anwendergruppen	57
Abb. 6.17: Tragwerkplaner nach Anwendergruppen.....	58
Abb. 6.18: TGA-Planer nach Anwendergruppen	58
Abb. 6.19: Investoren und Betreiber nach Anwendergruppen.....	59
Abb. 6.20: Ausführende nach Anwendergruppen	59
Abb. 6.21: Öffentliche Hand nach Anwendergruppen.....	60
Abb. 6.22: Umfrageteilnehmer ohne Zielgruppenzuordnung nach Anwendergruppen	60
Abb. 6.23: BIM-Anwender nach Zielgruppen	61
Abb. 6.24: BIM-Umsteigewillige nach Zielgruppen.....	62
Abb. 6.25: Nicht-BIM-Anwender nach Zielgruppen	62
Abb. 6.26: Verteilung innerhalb der Unternehmensgrößen nach BIM-Anwendergruppen	63
Abb. 6.27: Verteilung der BIM-Anwendergruppen auf die Unternehmensgrößen	64
Abb. 6.28: Verteilung innerhalb der Projektgrößen nach BIM-Anwendergruppen.....	65
Abb. 6.29: Verteilung der BIM-Anwendergruppen nach Projektgrößen	66
Abb. 6.30: Verwendete Planungssoftware	68
Abb. 6.31: Informationsquellen zu aktuellen Entwicklungen der Bau-Software	69
Abb. 6.32: Gründe für Beschaffung oder Aktualisierung von Software.....	70
Abb. 6.33: 'Wer initiiert die Beschaffung neuer Software'	71
Abb. 6.34: 'Wer initiiert die Beschaffung neuer Software'	72
Abb. 6.35: Realisierte Planungsmethodik nach Zielgruppen	73
Abb. 6.36: Austauschformate nach Zielgruppen.....	74
Abb. 6.37: Austauschformate nach Zielgruppen (Planer).....	75
Abb. 6.38: Austauschformate nach Anwendergruppen.....	76
Abb. 6.39: Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen (alle Umfrageteilnehmer)	77
Abb. 6.40: Überführung von Planungsdaten (BIM-Anwender).....	78
Abb. 6.41: Überführung von Planungsdaten (BIM-Umsteigewillige).....	79

Abb. 6.42: Überführung von Planungsdaten (Nicht-BIM-Anwender)	80
Abb. 6.43: Abgleich und Koordination mit Projektpartnern	82
Abb. 6.44: Abgleich und Koordination mit Projektpartnern (Zielgruppen)	83
Abb. 6.45: Abgleich und Koordination mit Projektpartnern (Planer)	83
Abb. 6.46: " Ist Ihr Unternehmen nach DIN-ISO 9001 zertifiziert, oder streben Sie eine Zertifizierung an?"	84
Abb. 6.47: DIN-ISO 9001 nach Zielgruppen.....	85
Abb. 6.48: DIN-ISO 9001 nach Anwendergruppen.....	85
Abb. 6.49: Nutzung von Projekthandbüchern nach Zielgruppen.....	86
Abb. 6.50: Nutzung von Projekthandbüchern nach Anwendergruppen.....	87
Abb. 6.51: Nutzung von Onlineplattformen nach Zielgruppen.....	88
Abb. 6.52: Nutzung von Onlineplattformen nach Anwendergruppen.....	88
Abb. 6.53: "Inwieweit werden Projektbeteiligten qualitätssichernde Standards vorgeben"	90
Abb. 6.54: "In welcher Qualität erhalten sie Ihre Planungsunterlagen?"	91
Abb. 6.55: "Inwieweit sind Zuständigkeiten und Prozesse in den Unternehmen geregelt"	93
Abb. 6.56: Regelmäßigkeit der Evaluierung, Bewertung und Verbesserung von Prozessen	96
Abb. 6.57: Zuständigkeit für Festlegungen und kontinuierliche Verbesserung der Standards und Prozessdefinitionen.....	97
Abb. 6.58: Bilanzierungen nach Zielgruppen	99
Abb. 6.59: Bilanzierungen nach Zielgruppen (Planer).....	100
Abb. 6.60: Umgang mit Fortbildungsmaßnahmen nach Zielgruppen.....	101
Abb. 6.61: Umgang mit Fortbildungsmaßnahmen nach Zielgruppen (Planer)	102
Abb. 6.62: Umgang mit Fortbildungsmaßnahmen, Software- und Methodik-Training.....	103
Abb. 6.63: "Wie intensiv verwenden sie modellorientierte Werkzeuge in den folgenden Bereichen?"	106
Abb. 6.64: "Wie nutzen die modellorientiert Arbeitenden die erstellten digitalen Gebäudemodelle?"	107
Abb. 6.65: "Stellen sie ihre digitalen Gebäudemodelle den Projektpartnern zur Verfügung?"	108
Abb. 6.66: "Erhalten sie digitale Gebäudemodelle von ihren Projektpartnern?".....	108
Abb. 6.67: "Ergänzen und bearbeiten sie digitale Gebäudemodelle?"	109
Abb. 6.68: "Wie erfolgte die Umstellung auf eine modellbasierte Arbeitsweise?".....	110
Abb. 6.69: "Wie erfolgte die Umstellung in den folgenden Bereichen?"	111
Abb. 6.70: "Wie hat sich der Ressourceneinsatz für die Projektbearbeitung verändert?"	113
Abb. 6.71: "Wie hat sich ihr Ressourceneinsatz verändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen ..	113
Abb. 6.72: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand im Projekt geändert?"	114
Abb. 6.73: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand im Projekt geändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen	115
Abb. 6.74: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand bei Änderungen im Projekt geändert?"	116
Abb. 6.75: "Wie hat sich ihr zeitlicher Aufwand bei Änderungen im Projekt geändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen.....	116
Abb. 6.76: "Wie hat sich die Häufigkeit von Mehrfacheingaben geändert?"	118
Abb. 6.77: "Wie hat sich die Häufigkeit von Mehrfacheingaben geändert?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen	118

Abb. 6.78: "Wie bewerten sie die Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen?" ...	119
Abb. 6.79: "Wie bewerten sie die Unterstützung von unternehmensinternen Folgeprozessen?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen.....	120
Abb. 6.80: "Wie bewerten sie die Unterstützung von Nebenprozessen?"	120
Abb. 6.81: "Wie bewerten sie die Unterstützung von Nebenprozessen?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen	121
Abb. 6.82: "Wie bewerten sie den Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten?"	121
Abb. 6.83: Wie bewerten sie den Koordinationsaufwand mit Projektbeteiligten?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen.....	122
Abb. 6.84: "Wie bewerten sie die unternehmensinterne Wertschöpfung?"	123
Abb. 6.85: "Wie bewerten sie die unternehmensinterne Wertschöpfung?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen	123
Abb. 6.86: "Wie bewerten sie die Wertschöpfung für das gesamte Projekt?"	124
Abb. 6.87: "Wie bewerten sie die Wertschöpfung für das gesamte Projekt?" - Aufschlüsselung nach Zielgruppen	124
Abb. 6.88: Zusammenfassung der Erfahrungen mit modellorientierter Arbeitsweise der Investoren und Betreiber	125
Abb. 6.89: Zusammenfassung der Erfahrungen mit modellorientierter Arbeitsweise der Planer	126
Abb. 6.90: Verfolgte Ziele bei der Umstellung bei der Umstellung auf die modellorientierte Arbeitsweise.....	127
Abb. 6.91: Vorgehensweise bei der Umstellung auf modellorientierte Arbeitsweise, BIM- Umsteigewillige	128
Abb. 6.92: Vorgehensweise bei der Umstellung, BIM-Umsteigewillige	129
Abb. 6.93: Zustimmungverteilung 'Unsere Mitarbeiter beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht.'	131
Abb. 6.94: Zustimmungverteilung 'Unsere Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodik-Training.'	133
Abb. 6.95: Zustimmungverteilung 'Fortbildungsmaßnahmen werden regelmäßig durchgeführt.' .	134
Abb. 6.96: Zustimmungverteilung 'Berufsanfänger beherrschen die modellbasierte Arbeitsweise nicht.'	136
Abb. 6.97: Zustimmungverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich IT-Werkzeuge (CAD/Planungssoftware?“	138
Abb. 6.98: Zustimmungverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich Planungsmethodische Fähigkeiten?“	139
Abb. 6.99: Zustimmungverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Interdisziplinäres und fachübergreifendes Denken'?“	140
Abb. 6.100: Zustimmungverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Prozessorientiertes Denken'?“	141
Abb. 6.101: Zustimmungverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Verständnis übergeordneter Zusammenhänge'?“	142
Abb. 6.102: Zustimmungverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Betriebswirtschaftliches Denken'?“	143

Abb. 6.103: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Kooperations- und Teamfähigkeit'?"	144
Abb. 6.104: Zustimmungsverteilung „Inwieweit erfüllen Berufsanfänger Ihre Anforderungen im Bereich 'Lernbereitschaft / Lernfähigkeit'?"	145
Abb. 6.105: Zustimmungsverteilung "Derzeitig verfügbare modellorientierte Software hat funktionale Grenzen und unterstützt den Planungsprozess nicht durchgängig“	147
Abb. 6.106: Zustimmungsverteilung 'Die Komplexität der modellbasierten Software ist für unsere Einsatzzwecke zu groß.'	149
Abb. 6.107: Zustimmungsverteilung 'Die Anforderungen der modellbasierten Software an die Hardware und Infrastruktur ist zu hoch.'	151
Abb. 6.108: Zustimmungsverteilung 'Der Portierungsaufwand bestehender Daten in ein neues System ist zu groß.'	153
Abb. 6.109: Zustimmungsverteilung 'Die verfügbaren Austauschformate für digitale Gebäudemodelle sind nicht durchgängig nutzbar.'	154
Abb. 6.110: Zustimmungsverteilung 'Das Austauschformat IFC erfüllt unsere inhaltlichen und formalen Anforderungen für den Austausch der Modelldaten.'	156
Abb. 6.111: Zustimmungsverteilung 'Die Leistungserbringung und -vergütung für das Erstellen von digitalen Gebäudemodellen wird in der HOAI nicht ausreichend berücksichtigt.'	158
Abb. 6.112: Zustimmungsverteilung 'Eine phasenweise Auftragsvergabe verhindert eine phasenübergreifende Wertschöpfung.'	160
Abb. 6.113: Zustimmungsverteilung 'Die Übergabe von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.'	161
Abb. 6.114: Austauschformate von modellorientiert Arbeitenden	163
Abb. 6.115: Abgleich anhand von digitalen Gebäudemodellen	163
Abb. 6.116: Zustimmungsverteilung 'Die formale und inhaltliche Qualität von digitalen Gebäudemodellen ist für eine sichere Vertragsgestaltung nicht ausreichend normiert.'	164
Abb. 6.117: Zustimmungsverteilung 'Urheber- und Nutzungsrechte bei der Weitergabe von digitalen Gebäudemodellen sind nicht ausreichend geklärt.'	165
Abb. 6.118: Zustimmungsverteilung 'Der Schulungsaufwand und die daraus resultierenden Kosten für modellbasierte Software sind zu hoch.'	167
Abb. 6.119: Zustimmungsverteilung 'Wir haben kein Kapital für neue Investitionen.'	169
Abb. 6.120: Zustimmungsverteilung 'Mitarbeiter erhalten regelmäßig Software- und Methodik-Training.'	170
Abb. 6.121: Zustimmungsverteilung 'Der Aufwand für die Erstellung von digitalen Gebäudemodellen übersteigt den Nutzwert.'	171
Abb. B.122 ‚Welche Position haben Sie in Ihrem Unternehmen?‘	204
Abb. B.123 ‚Leistungsangebot alle Umfrageteilnehmer‘	205
Abb. B.124 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Planer‘	206
Abb. B.125 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Investoren‘	206
Abb. B.126 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Ausführende‘	207
Abb. B.127 ‚Leistungsangebot Zielgruppe Öffentliche Hand‘	207
Abb. B.128 ‚Persönliche Tätigkeiten alle Umfrageteilnehmer‘	208
Abb. B.129 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Planer‘	209

Abb. B.130 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Investoren und Betreiber‘	210
Abb. B.131 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Ausführende‘	211
Abb. B.132 ‚Persönliche Tätigkeiten Zielgruppe Öffentliche Hand‘	212
Abb. B.133 ‚Projektbezogene Prozesse alle Umfrageteilnehmer‘	213
Abb. B.134 ‚Projektbezogene Prozesse Zielgruppe Planer‘	214
Abb. B.135 ‚Projektbezogene Prozesse Zielgruppe Ausführende‘	215
Abb. B.136 ‚Projektbezogene Prozesse Zielgruppe Öffentliche Hand‘	216
Abb. B.137 Investoren und Betreiber (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen) .	217
Abb. B.138 Ausführende (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen).....	218
Abb. B.139 Öffentliche Hand (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)	219
Abb. B.140 Generalplaner (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)	220
Abb. B.141 Architekten (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen).....	221
Abb. B.142 Tragwerkplaner (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)	222
Abb. B.143 TGA-Planer (Überführung von Planungsdaten in nachfolgende Phasen)	223

D Literaturverzeichnis

- [ADEK05] V. Arnold, H. Dettmering, T. Engel, A. Kracher: Product Lifecycle Management beherrschen : Ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand , Springer Berlin Heidelberg, 2005, ISBN: 3-540-22997-3 ; 978-3-540-22997-1.
- [ADEK05] V. Arnold, H. Dettmering, T. Engel, A. Kareher: Product Lifecycle Management beherrschen, ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand , Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2005, ISBN: 978-3-642-21812-5 .
- [AECb04] AECbytes - Architecture Engineering, Construction: Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and R, available at: http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue_4.html, URL: <http://www.aecbytes.com>, 14.04. 2004.
- [AgBa92] B. Aggteleky, N. Bajna: Projektplanung : ein Handbuch für Führungskräfte ; Grundlagen, Anwendung, Beispiele, 1992, Hanserverlag, ISBN: 3-446-17181-9.
- [AKAI] ARBEITSKREIS ARCHITEKTURINFORMATIK: weiterführende Informationen verfügbar unter: <http://akai.ai.ar.tum.de/>.
- [AKBI00] ARBEITSKREIS BAUINFORMATIK: Fachgebiet des Bauingenieurwesens an den deutschsprachigen Universitäten; Denkschrift des Arbeitskreises Bauinformatik weiterführende Informationen verfügbar unter: <http://www.ak-bauinformatik.tu-berlin.de/>, 2000, (Zugriff: 14.04. 2012).
- [AHO11] AHO - Der AHO Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung, e.V.: http://www.aho.de/pdf/aho_newsletter_ausgabe04_oktober2011.pdf, URL: <http://www.aho.de>, 2011.
- [AISC07] American Institute of Steel Construction, (aisc.org): Beitrag zur AEC-ST Conference – Science and Technology in Architecture, Engineering and Construction, 2007, Washington D.C.
- [Arch09] Arch-Vision BV: Building Information Modelling best known in the Netherlands and the UK, Press Release, URL: http://www.arch-vision.eu/persberichten/pb_arch-vision_02122009.pdf, October 2009.
- [Arch10] Arch-Vision BV: French architects: Building Information Modeling to be a standard in 2013, Press Release, URL: http://www.arch-vision.eu/persberichten/pb_arch-vision_11012010.pdf, 2010.

- [Auto11] Autodesk: Realizing the Benefits of BIM:
http://images.autodesk.com/emea_dach_main_germany/files/2011_realizing_bim_final.pdf, 2011, (Zugriff: 24.04. 2012).
- [Auto12] Autodesk: Building Information Modelling:
<http://www.autodesk.de/adsk/servlet/pc/index?siteID=403786&id=17232992>,
URL: <http://www.autodesk.de/>,(Zugriff: 20.04. 2012).
- [Bent12a] Bentley: Gebäudebau: Entwurf und Verwaltung von Gebäuden und Anlagen:
<http://www.bentley.com/de-DE/Solutions/Buildings/>, URL:
<http://www.bentley.com/>,(Zugriff: 12.04. 2012).
- [Bent12b] Bentley: Entwurf und Übergabe anspruchsvoller Gebäude:
<http://www.bentley.com/de-DE/Promo/High+Performance+Building+Design/>, URL:
<http://www.bentley.com/>,(Zugriff: 12.04. 2012).
- [BIMs] BIMserver: Open source Building Information Modelserver, URL:
<http://bimserver.org>.
- [BMVB11] Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe – Berechnungen für das Jahr 2010, Endbericht, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, DIW Berlin, Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) sowie des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Aktenzeichen: 10.08.17.7-10.35
- [BoMo07] P.von Both, P. Mossack: An integrated Approach to enable a consistent Product Lifecycle Management, Beitrag zum CIB Worl's Building Congress 2007 – Construction for Development, Cape Town South Africa, 2007.
- [Borr12] A. Borrmann : Webseite des Lehrstuhls für computergestütztes Modellieren und Simulation, Vertiefungszweig "Building Information Modeling":
<http://www.cms.bv.tum.de/lehre/vertiefungszweig-building-information-modeling>, URL: <http://www.cms.bv.tum.de/>, (Zugriff: 30.04. 2012).
- [Both03] P. von Both: Ein System zur partizipativen Entwicklung und Handhabung von Zielen und Produkthanforderungen im verteilten Kooperationskontext. In: Kirschke, H. (Hrsg.): Digital Proceedings des Internationalen Kolloquiums über Anwendungen der Informatik und Mathematik in Architektur und Bauwesen (IKM). Weimar : Bauhaus-Universität Weimar , 2003, ISSN: 1611-4086.
- [Both06] P. von Both: Ein systemisches Projektmodell für eine kooperative Planung komplexer Unikate, 2006, Universitätsverlag, ISBN: 3-86644-006-5.

- [Both08] P. von Both: Integriertes Product Lifecycle Management – Strategien zur Bewerkstelligung einer durchgängigen Prozessintegration im Bauwesen, In: VDI Jahrbuch 2008, VDI Verein Deutscher Ingenieure (Hrg.), VDI Verlag GmbH, Düsseldorf 2008.
- [Both08a] P. von Both: A Collaborative Approach for an Integrated Product Lifecycle Management., Beitrag zur CDVE Conference, Palma de Mallorca, 2008.
- [Both11a] P. von Both: Aktuelle Ansätze zur Unterstützung interdisziplinärer Zusammenarbeit im Bauwesen, In: Banse und Fleischer (Hrsg.): Wissenschaft in Kontext. Inter- und Transdisziplinarität in Theorie und Praxis, trafo Wissenschaftsverlag, Berlin 2011.
- [Both11b] P. von Both: Produktdatenmodellierung - aktuelle Entwicklungen und Möglichkeiten der Vernetzung von Produkt- und Prozessebene, 2011, Proceedings of the 1.Internationaler BBB-Kongress, Dresden 2011.
- [BoKo07] P. von Both, Kohler, N.: Ein prozessorientiertes Kooperationsmodell für ein anforderungsorientierte dynamische Unterstützung der Integralen Bauplanung. In: Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau. , Rüppel, U. Heidelberg, 2007 .
- [BPMS07] BPM & SOA: Integrationsplattformen verbinden. Geschäftsprozessmanagement mit SOA, White Paper, Magic Software Enterprises,2007 .
- [CIFE12] CIFE: Center for Integrated Facility Engineering, URL: <http://cife.stanford.edu>, (Zugriff: 1. 1. 2012).
- [Comp09] ComputerWorks: BIM mit Vectorworks Architektur In: ComputerWorks Magazin :http://www.computerworks.de/fileadmin/Downloads/Produkte/Vectorworks/CW-mag_BIM.pdf, URL: <http://www.computerworks.de/>, 2009, (Zugriff: 09.04. 2012).
- [Comp12a] ComputerWorks: Vectorworks und BIM:
<http://www.computerworks.de/produkte/vectorworks/vectorworks-architektur/vectorworks-und-bim.html>, URL: <http://www.computerworks.de>, (Zugriff: 09.04. 2012).
- [Comp12b] ComputerWorks: BIM mit Vectorworks:
<http://www.computerworks.de/produkte/vectorworks/vectorworks-architektur/vectorworks-und-bim/bim-mit-vectorworks.html>, URL: <http://www.computerworks.de>,(Zugriff: 13.04. 2012).
- [DAIM11] Daimler: URL:
<https://efaplis.supplier.daimler.com/wiki/display/FAPINFO/FAPLIS+Information> en, 2011, (Zugriff: 13.12. 2011).

- [DEST09] DESTATIS, Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2009, Download unter: www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/StatistischesJahrbuch/Jahrbuch2009, URL: www.destatis.de, (Zugriff: 21.12. 2010).
- [ESJI08] C. Eastman; R. Sacks; Y. S. Jeong; K. Israel: BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) FOR ARCHITECTURAL PRECAST CONCRETE: www.spur.org/files/pankow/08-06NIBSCPFFinalReport3-08.pdf; Charles Pankow Foundation, 2008.
- [EaTS11] P. Teichholz, R. Sacks, K., C. Eastman: BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors, second edition 2011, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-470-18528-5.
- [FiKa02] M. Fischer, C. Kam: Product Model & 4D CAD - Final Report, Technical Report Nr. 143, 2002, Center For Integrated Facility Engineering, Stanford University.
- [FiKu04] M. Fischer, J. Kunz: The Scope and Role of Information Technology in Construction, 2004, no. TR156, Download: [TR156.pdf](#); [TR156German.pdf](#).
- [FinK08] T. Fink: Arbeitskreis Innovation im Bauwesen, Ingenieure in Bayern, Nov 2008.
- [Forg99] Forgber, U.: Teamorientierte Bauplanung: Die Vernetzung von Kompetenzdomänen in Virtuellen Projekträumen; Dissertation, Fakultät für Architektur, Universität Karlsruhe (TH), 1999
- [FRBK06] M. Fischer, D. Reed, G. Ballard, A. Khanzode: A Guide to Applying the Principles of Virtual Design and Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process, 2006, no. WP093.
- [Froe03] T. Froese: Future Directions for IFC-Based Interoperability, Electronic Journal of Information Technology in Construction, 2003, Vol. 8.
- [FZI08] Forschungszentrum Informatik: PLM Portal, verfügbar unter: <http://www.plmportal.de/index.php?id=977>, gefördert durch das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg .
- [Gabl04] Gabler Wirtschaftslexikon: Gabler-Verlag, 2004, ISBN: 978-3-409-12993-0
- [Grap11] Graphisoft Deutschland, GmbH: Das Virtuelle Gebäudemodell, BIM von Graphisoft: http://pub.graphisoft.de/gsmucftp/marketing/flyer/produkt/Flyer_VGModell.pdf, URL: <http://www.graphisoft.de/>, 2011, (Zugriff: 12.04. 2012).
- [GrRu99] GRABOWSKI, H. (Hrsg.), RUDE, S. (Hrsg.): Informationslogistik – Rechnerunterstützte unternehmensübergreifende Kooperation, Teubner Verlag Stuttgart, Leipzig, 1999

- [GSA11] U.S. General Services Administration (GSA): FIRST AMENDMENT TO STATEMENT OF INTENTION TO SUPPORT BUILDING INFORMATION MODELING WITH OPEN STANDARDS. Washington, DC, (Zugriff: 19.09.2011) URL: http://www.gsa.gov/graphics/pbs/Statement_of_Intention_to_support_Open_Standards_2011.pdf
- [HOAI09] HOAI: Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure - HOAI) , Vom 11. August 2009, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I Nr. 53, ausgegeben zu Bonn am 17. August 2009.
- [HoEb06] C. Hommerich, T. Ebers: Analyse der Kosten- und Ertragssituation in Architekturbüros, Im Auftrag der Bundesarchitektenkammer, Oktober 2006, Bergisch Gladbach.
- [IAI00] IAI - International Alliance for Interoperability (IAI), (Hrsg.): IFC Technical Guide, IFC 2x Final Release, URL: <http://www.iai-international.org/>, 27.10. 2000 .
- [Info99] Blodau, G.; Both, P. v.; Klimesch, Ch.; Lanza, M.; Ostermayer, R.; Rude, S.; Taminé, O.; Ziegler, P.: Informationslogistik – Rechnerunterstützte branchenübergreifende Kooperation. Hrsg.: Grabowski, H.; Rude, S., Stuttgart, Leipzig: B.G. Teubner-Verlag, 1999
- [Jotn] Jotne EPM Technology: <http://www.epmtech.jotne.com/products.242624.no.html>, (Zugriff: 10.04. 2012).
- [KoFM98] N. Kohler, U. Forgber, C. Müller: Zwischenbericht des Projektes RETEx II/INTESOL für das Jahr 1997; Institut für Industrielle Bauproduktion, ifib, Universität Karlsruhe (TH), 1998 .
- [Kohl06] N. Kohler: Life Cycle Analysis of Buildings, Groups of Buildings and Urban Fragments, Life Cycle Analysis of Buildings, Groups of in: Deakin, M.; Mitchell, G.; Nijkamp, P.; Vrekeer, R.: Sustainable Urban Development: The Environmental Assessment Methods, 2006.
- [KoLü04] N. Kohler, Th. Lützkendorf: Der Lebenszyklus von Bauwerken und seine Berücksichtigung in Prozessen der Planung und Entscheidungsfindung, 2004, Wiss. Zeitschrift der TU Dresden.
- [KoLV10] B. Kochendörfer; J.H. Liebchen; M. G., Viering: Bau-Projekt-Management: Grundlagen und Vorgehensweisen , 2010, Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, ISBN: 978-3-8348-9682-7.
- [KoLV10] B. Kochendörfer J.H. Liebchen, M.G. Viering: Bau-Projekt-Management grundlagen und Vorgehensweisen, 4.Auflage 2010, , Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, ISBN: 978-3-8348-9682-7.

- [Lieb10] T. Liebich: Building Information Modeling BIM als digitale Unterstützung des gesamten Lebenszyklus von Bauwerken., T. Liebich: Building Information Modeling BIM als digitale Unterstützungserfahrungen von buildingSMART, 2010, Beirat BIM-Bau N 8.
- [LiSW11] T. Liebich, C. Schweer, S. Wernik: Die Auswirkungen von Building Information Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung(BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumentwicklung(BBR), Aktenzeichen 10.08.17.7-10.03.
- [McGH06] N.W. YOUNGH.M. BERNSTEIN: Key Trends in the Construction Market Smart Market Report: Design&Construction Intelligence, Studie im Auftrag von McGraw_Hill Construction, 2006 .
- [McGH08] McGraw Hill: Building Information Modeling (BIM), Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity, 2008, , McGraw Hill Construction Research & Analytics.
- [McGH09] McGraw-Hill: The business value of BIM : Getting Building Information Modelling to the Bottom Line, McGraw Hill Construction Research & Analytics, 2009.
- [McGH10] McGraw-Hill: The Business Value of BIM in Europe, Construction Research & Analytics, 2010.
- [Metz10] C. Metz: Determinanten des BIM-Ansatzes – Entwurf eines Fragebogens für eine Zielgruppenorientierte Analyse, Diplomarbeit 2010, Building Lifecycle Management (BLM) Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
- [Müll99] C. Müller: Der virtuelle Projektraum, Universität Karlsruhe, Fakultät für Architektur, Institut für Industrielle Bauproduktion, Dissertation, 1999.
- [Neme12] Nemetschek Allplan: Was ist Building Information Modeling: <http://www.nemetschek.de/services/faq-software/allgemeine-produktinformationen/was-ist-building-information-modeling-bim.html>, URL: <http://www.nemetschek.de> , (Zugriff: 16.04. 2012).
- [NIBS06] NIBS - NIBS National Institute of Building Sciences, National BIM Standard Definition of BIM – buildingSMART, URL: www.buildingsmartalliance.org/client/assets/files/bsa/BIM_Slide_Show.ppt
- [NIBS07] NIBS - NIBS National Institute of Building Sciences, inc.: 3-D Modeling, BIM and Interoperability - the Road to productivity, 2007, Beitrag zur AEC Technology Strategies, Conference, Las Vegas, 2007.

- [NIST04] NIST U.S. Department of, Commerce Technology Administration National Institute of Standards and, Technology: Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, URL: <http://www.nist.gov/>, 2004, NIST GCR 04-867, Gaithersburg, Maryland 20899-8603.
- [OvWS05] J. Ovtcharova, M. Weigt, M. Seidel: Virtuelle Produkt- und Prozessentwicklung, In: Tagungsband 7. Magdeburger Maschinenbau-Tage, Magdeburg, 2005.
- [OEW] Stiftungslehrstuhl Ökonomie und Ökologie des, Wohnungsbaus: Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Karlsruhe.
- [Ritt70] H. Rittel: Der Planungsprozeß als iterativer Vorgang von Varietätserzeugung und Varietätseinschränkung; in: Arbeitsberichte zur Planungsmethodik, 1970, Karl Krämer Verlag, Stuttgart.
- [Rüpp07] Rüppel, U. (Hrsg): Vernetzt-kooperative Planungsprozesse im Konstruktiven Ingenieurbau – Grundlagen, Methoden, Anwendungen und Perspektiven zur vernetzten Ingenieurkooperation. Springer Verlag, ISBN 978-3-540-68102-1, Berlin Heidelberg 2007.
- [Schr10] M. Schreyer: BIM – Potenziale der modellbasierten Projektabwicklung; Beitrag zum zur VT bautec 2010, Kompetenzzentrum Bau, verfügbar unter: <http://ebookbrowse.com/2010-vt-bautec-schreyer-pdf-d38029297>, URL: <http://ebookbrowse.com/>, (Zugriff: 20.03. 2012).
- [SKGGV86] P. Suter, N. Kohler, R. Gfeller, J. van Gits: : Haustechnik in der integralen Planung, Bd A.: Impulsprogramm Haustechnik, Bern, 1986.
- [STAT11] Statsbygg: BIM Manual 1.2, english Version 1.2 (SBM1.2). Statsbygg - P.O. box 8106 dep., N-0032 Oslo, Norway, (Zugriff: 24.10.2011), URL: <http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/BIM/StatsbyggBIMmanualV1-2Eng2011-10-24.pdf>
- [Stei05] M. Steiner: IT und Telekom - Investieren in die Zukunft: Finanzierungstrends in Deutschland im internationalen Vergleich, Siemens Financial Services GmbH (München), 2005.
- [Stul93] R. Stulz: Integrale Planung – mehr als ein Schlagwort; Referat zum Intep-Seminar "Integrale Planung" der Swissair, 1993 .
- [TOP94] RAVEL, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich, Teamorientiertes Planen: , 1994.
- [TNO12] Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, TNO: , URL: www.TNO.nl ,(Zugriff: 01.04. 2012).
- [VTT] VTT - Technical Research Centre of, Finland: URL: <http://www.vtt.fi/>.

- [VTT07] VTT report: ICT usage in Finnish construction industry, SARA technology program, 2007, SARA technology program, ICT-Barometer 2007.
- [Welt09] T. Welter: Wirtschaftliche Bedeutung und Marktstrukturen, in: BMWi (Hrsg.): Initiative Kultur- und Kreativwirtschaft - Branchenhearing Architekturmarkt, 11. Februar 2009, Hamburg.
- [WiKa10] J. Wix, J. Karlshøj: Information Delivery Manual - Guide to Components and Development Methods:
http://www.iai.no/idm/idm_resources/idm_methods_guides/IDMC_004_1_2.pdf, 2010, buildingSMART .