

**Torsten Ebner**

---

**Bauen im Bestand bei  
Bürogebäuden**

---



Cuvillier Verlag Göttingen

# **Bauen im Bestand bei Bürogebäuden**

Vom Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie  
der Technischen Universität Darmstadt  
zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Dissertation

von  
Dipl.-Ing. Torsten Ebner  
aus Erbach/Odw.

D 17  
Darmstadt, im Juni 2002

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Ebner, Torsten:**

Bauen im Bestand bei Bürogebäuden / von Torsten Ebner. -

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2002

Zugl.: Darmstadt, Techn. Univ., Diss., 2002

ISBN 3-89873-451-X

Erstreferent: Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Eberhard Schubert

Tag der Einreichung: 16.01.2002

Tag der Disputation: 19.03.2002

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2002

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

[www.cuvillier.de](http://www.cuvillier.de)

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2002

Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN 3-89873-451-X

---

## Vorwort

Die Bauleistung im Bereich des Neubaus befindet sich in der Phase einer starken Konsolidierung. Demgegenüber steht seit Anfang der 70-er Jahre ein unverändert steigender Trend der Bauleistung im Bereich des „Bauens im Bestand“. Hieraus ergeben sich neue Chancen für Bauunternehmen tätig zu werden und schaffen damit eine weitere Basis für eine erfolgreiche Geschäftstätigkeit. Der Stand der Forschung im Bereich des „Bauens im Bestand“ ist aus baubetrieblicher Sicht bisher nicht ausreichend entwickelt. Speziell im Bereich von Bürogebäuden, die einer zunehmenden Fluktuation der Nutzer unterliegen sowie eine starke Änderung der Ausstattung erfahren, ist dieses von Bedeutung. In Anbetracht der sehr kurzen Veränderungszyklen des raumbildenden Ausbaus bei Bürogebäuden, kommt diesem eine baubetrieblich hohe Bedeutung zu. Sehr häufig entstehen bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden im Vergleich zu Neubau- maßnahmen höhere Kosten. Ebenso ist hierbei die Termineinhaltung oftmals als schwierig einzustufen. Diesem sehr bedeutsamen Themenfeld widmet Herr Ebner seine Arbeit.

Herr Ebner hat mit der vorliegenden Arbeit maßgebende Einflussfaktoren auf die Kosten systematisch herausgearbeitet und beurteilt und hat somit Grundlagen für fundierte Entscheidungen über die Revitalisierung von Büroimmobilien erarbeitet. Aufbauend auf den durchgeführten Projektanalysen und Umfragen zur Ermittlung der Einflussfaktoren werden die betrachteten Bauteile des raumbildenden Ausbaus hinsichtlich relevanter Kriterien für das „Bauen im Bestand“ beurteilt. Die Arbeit zeichnet sich durch einen hohen wissenschaftlichen Wert aus und die Ergebnisse sind praktisch anwendbar.

Ein weiterer Baustein in der Forschungsarbeit des Instituts für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt wurde damit geschaffen. Für diese Leistung danke ich dem Verfasser.

Darmstadt, im Juni 2002

Univ.-Prof. Dr.-Ing. C. Motzko

---

## Vorwort des Verfassers

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt.

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. Christoph Motzko, danke ich für die wissenschaftliche Betreuung der Arbeit, die stetige Diskussionsbereitschaft und die Rahmenbedingungen am Institut, die es mir ermöglicht haben, die vorliegende Arbeit zu erstellen.

Besonderer Dank gilt auch Herrn Prof. Dr.-Ing. Eberhard Schubert für sein Interesse am Thema und die Übernahme des Korreferates.

Namentlich möchte ich mich noch bei Herrn Dr.-Ing. Richard Schreiber, Herrn Dipl.-Ing. Patrick Büttner, Herrn Dipl.-Ing. Shervin Haghsheno, Herrn Dipl.-Ing. Detlef Heck und Herrn Dipl.-Ing. Markus Stürmer sehr herzlich für ihre wertvollen Diskussionen und die kritische und produktive Auseinandersetzung mit meiner Arbeit bedanken.

Für die Unterstützung bei der Bearbeitung der vorliegenden Arbeit danke ich allen Unternehmen und Verbänden, die mir bei der Beschaffung des notwendigen Datenmaterials behilflich waren. Mein Dank gilt des Weiteren den von mir betreuten Studentinnen und Studenten, die durch ihr großes Engagement bei Vertiefer- und Diplomarbeiten wertvolle Ergebnisse erarbeitet haben.

Vor allem richtet sich mein herzlicher Dank an alle meine Lieben, insbesondere meiner Familie, die mir den notwendigen Rückhalt zum Gelingen dieser Arbeit gaben.

Höchst, im Juni 2002

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation und Zielsetzung der Arbeit .....	1
1.2	Aufbau der Arbeit.....	4
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>7</b>
2.1	Abgrenzung und inhaltliche Definition der Begriffe.....	7
2.2	Datenermittlung.....	11
2.2.1	Umfragen.....	11
2.2.2	Expertenbefragungen .....	12
2.2.3	Projektanalysen.....	12
2.3	Bürogebäude.....	12
2.3.1	Allgemeines und Begriffe .....	12
2.3.2	Neubau von Bürogebäuden.....	13
2.4	Trends für zukünftige Entwicklungen .....	15
<b>3</b>	<b>Baumarkt „Bauen im Bestand“</b> .....	<b>19</b>
3.1	Anteil des Baumarkts „Bauen im Bestand“ am gesamten Baumarkt .....	19
3.1.1	Verteilung des Bauvolumens in Westeuropa.....	19
3.1.2	Entwicklung des Neubauvolumens und des Bauvolumens im Bestand.....	20
3.2	Lebensdauer und Veränderungszyklen von Bürogebäuden .....	22
3.2.1	Technische Lebensdauer von Bürogebäuden.....	23
3.2.2	Tatsächliche Lebensdauer von Bürogebäuden.....	24
3.2.3	Veränderungszyklen und Modernisierungshäufigkeit .....	24
3.2.4	Einflussfaktoren auf die Veränderungszyklen.....	25
3.2.5	Zeitliche Dimension von Veränderungszyklen verschiedener Bauteile.....	26
3.2.6	Lebensdauer einzelner Bauteile des raumbildenden Ausbaus.....	27
3.2.7	Veränderungszyklen von Bürogebäuden am Beispiel des Gebäudebestands eines Immobilienfonds.....	30
3.3	Substanzverlust bzw. Werteverzehr von Gebäuden.....	32
3.4	Zusammenfassung und weiterführende Betrachtung.....	34

<b>4</b>	<b>Bauwerkskosten von Bürogebäuden .....</b>	<b>37</b>
4.1	Allgemeines.....	37
4.2	Gliederung der Bauwerkskosten.....	37
4.3	Zusammenfassung und weitergehende Betrachtung.....	40
<b>5</b>	<b>Raumbildender Ausbau von Bürogebäuden .....</b>	<b>43</b>
5.1	Grundlagen.....	43
5.1.1	Einordnung und Abgrenzung der Begriffe.....	43
5.1.2	Wesentliche Gewerke des raumbildenden Ausbaus .....	45
5.1.3	Grundlagen der Ausbauproduktion.....	46
5.2	Fußbodenunterkonstruktionen.....	46
5.3	Nichttragende Trennwände.....	47
5.4	Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken.....	48
5.5	Zusammenfassende Darstellung.....	49
<b>6</b>	<b>Detailanalyse des Bauablaufs ausgewählter Systeme des raumbildenden Ausbaus .....</b>	<b>51</b>
6.1	Grundlagen.....	51
6.2	Abhängigkeitsbeziehungen der Ausbauprozesse.....	52
6.2.1	Technologische Abhängigkeitsbeziehungen .....	52
6.2.2	Kapazitative Abhängigkeitsbeziehungen.....	53
6.3	Bauablaufvarianten verschiedener Ausbaukonstruktionen .....	53
6.3.1	Detailanalyse des Bauablaufs zur Erstellung von Fußbodensystemen.....	54
6.3.1.1	Schwimmender Estrich mit geschlossenem Unterflurkanalsystem .....	55
6.3.1.2	Monolithischer Hohlraumboden.....	56
6.3.1.3	Mehrschichtiger Hohlraumboden .....	57
6.3.1.4	Doppelboden .....	58
6.3.2	Detailanalyse des Bauablaufs zur Erstellung von nichttragenden Trennwandsystemen .....	59
6.3.2.1	Allgemeines .....	59
6.3.2.2	Geometrische Beziehungen einer nichttragenden Trennwand zur Decke .....	60

6.3.2.3	Geometrische Beziehungen einer nichttragenden Trennwand zur Fußbodenunterkonstruktion .....	61
6.3.2.4	Konstruktionsprinzipien von Trennwandsystemen im Zusammenspiel mit der Decken- und Fußbodenunterkonstruktion .....	62
6.3.2.5	Gemauerte Trennwand .....	65
6.3.2.6	Aufgesetzte Ständerwand mit Beplankung.....	66
6.3.2.7	Schalenwand .....	67
6.3.2.8	Monoblockwand .....	68
6.4	Detailanalysen des Bauablaufs beim Einbau ausgewählter Konstruktionen des raumbildenden Ausbaus .....	68
6.5	Zusammenfassende Darstellung.....	81
<b>7</b>	<b>Einflussfaktoren auf die Kosten bei Modernisierungs-, größeren Renovierungs- und Sanierungsmaßnahmen .....</b>	<b>83</b>
7.1	Allgemeines.....	83
7.2	Umfrage zu prozentualen Kostenunterschieden am Beispiel von nichttragenden Trennwandsystemen.....	83
7.2.1	Randbedingungen und Annahmen .....	84
7.2.2	Vorgehen und Ergebnis .....	85
7.2.3	Bewertung der Ergebnisse .....	87
7.3	Maßgebende Einflussfaktoren.....	87
7.4	Planung.....	88
7.4.1	Allgemeines .....	88
7.4.2	Planung von bestehenden Gebäuden.....	89
7.4.3	Einfluss des Baubestandes auf die Kosten und die Ausführung.....	91
7.4.3.1	Tragstruktur .....	91
7.4.3.2	Tragfähigkeit der Rohbaustruktur.....	92
7.4.3.3	Geschosshöhe.....	93
7.4.3.4	Zu erhaltende Bereiche des raumbildenden Ausbaus und der TGA.....	95
7.4.3.5	Bauschäden .....	95
7.4.3.6	Gebäudeschadstoffe .....	96

7.4.4	Bestandsaufnahme.....	96
7.4.4.1	Maßliche Bestandsaufnahme.....	97
7.4.4.2	Technische Bestandsaufnahme.....	102
7.4.4.3	Art und Umfang einer Bestandsaufnahme.....	103
7.4.4.4	Ablauf einer Bestandsaufnahme.....	104
7.4.4.5	Beweissicherung.....	108
7.4.4.6	Kosten der Bestandsaufnahme.....	108
7.4.4.7	Folgen einer mangelhaften Bestandsaufnahme.....	109
7.4.5	Behördliche und technische Anforderungen.....	111
7.4.5.1	Allgemeines.....	111
7.4.5.2	Nutzungsänderung.....	111
7.4.5.3	Brandschutz.....	112
7.4.6	Schutz vorhandener Bauteile.....	113
7.4.7	Nachtragssituation bei Baumaßnahmen im Bestand.....	115
7.4.8	Laufender Betrieb und Nutzung während der Baumaßnahmen.....	119
7.4.8.1	Vertragliche Auflagen seitens des AG beim Bauen im Bestand.....	119
7.4.8.2	Beschränkungen und besondere Arbeitszeiten.....	120
7.4.8.3	Terminliche Betrachtung.....	122
7.5	Entkernung und Rückbau.....	125
7.5.1	Grundlagen.....	125
7.5.2	Untersuchungen zur Entkernung ausgewählter Bereiche.....	128
7.5.2.1	Allgemeines.....	128
7.5.2.2	Grundlagen zu Arbeitszeitstudien nach REFA.....	128
7.5.2.3	Projektanalyse A zum Rückbau von mehrschaligen nichttragenden Trennwandsystemen.....	131
7.5.2.4	Projektanalysen B und C zum Rückbau ausgewählter Fußbodenunterkonstruktionen.....	137
7.5.3	Zusammenfassung und weitergehende Betrachtung.....	142
7.5.4	Transportkosten.....	143
7.5.5	Entsorgungskosten.....	143
7.5.5.1	Grundlagen.....	143

7.5.5.2	Materialtrennung.....	146
7.6	Logistik beim Bauen im Bestand .....	149
7.6.1	Allgemeines .....	149
7.6.2	Zu transportierende Materialien.....	151
7.6.3	Randbedingungen bei der Prozessgestaltung der logistischen Aufgaben.....	152
7.6.4	Horizontaltransport .....	153
7.6.5	Der Vertikaltransport .....	155
7.7	Anpassarbeiten beim neuen Ausbau der entkernten Bereiche.....	156
7.8	Zusammenfassung und weiterführende Betrachtung.....	158
<b>8</b>	<b>Bewertung nichttragender Trennwand- und Fußbodenunterkonstruktionen .....</b>	<b>159</b>
8.1	Allgemeines.....	159
8.2	Investitionskostenrechnung zur Beurteilung nichttragender Trennwandsysteme bei mehreren Veränderungsmaßnahmen .....	160
8.3	Abschließende Beurteilung nichttragender Trennwandkonstruktionen .....	168
8.3.1	Allgemeines .....	168
8.3.2	Einschalige nichttragende Trennwandsysteme .....	168
8.3.3	Mehrschalige nichttragende Trennwandsysteme .....	169
8.3.4	Umsetzbare nichttragende Trennwände .....	170
8.3.5	Gesamtbeurteilung der betrachteten Trennwandsysteme .....	171
8.4	Abschließende Beurteilung von Fußbodenunterkonstruktionen.....	172
8.4.1	Allgemeines .....	172
8.4.2	Estrichkonstruktionen.....	172
8.4.3	Doppelboden und mehrschichtiger Hohlraumboden.....	173
8.4.4	Alternative Konstruktion mit Gussasphaltestrich .....	174
8.4.5	Gesamtbeurteilung der betrachteten Fußbodensysteme .....	174
8.5	Zusammenfassende Darstellung.....	175
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>177</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>181</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Einteilung von Bürogebäuden nach der Nutzungsart .....	13
Abbildung 2	Neubau von Bürogebäuden in Deutschland .....	14
Abbildung 3	Grundsätzliche Entwicklungstrends für zukünftige Gebäude .....	16
Abbildung 4	Anteile der Bereiche am Bauvolumen in Westeuropauropa.....	19
Abbildung 5	Entwicklung des Neubauvolumens und des Bauvolumens im Bestand für die Bundesrepublik Deutschland .....	20
Abbildung 6	Ergebnis einer Umfrage bei Trockenbauunternehmen.....	22
Abbildung 7	Einflussfaktoren auf Veränderungszyklen .....	25
Abbildung 8	Schema zur Differenzierung von Bauteilen und möglichen Veränderungen .....	26
Abbildung 9	Renovierungshäufigkeit einzelner Bereiche des raumbildenden Ausbaus .....	29
Abbildung 10	Anteil bereits modernisierter Bürogebäude mit einem Verkehrswert über 5 Mio. € der Baujahre 1970 bis 1995 .....	31
Abbildung 11	Vergleichende Darstellung verschiedener Funktionen zur Ermittlung der Wertminderung eines Bauwerks .....	32
Abbildung 12	Erhöhung des Sachwerts und Verlängerung der Lebensdauer eines Bauwerks durch gezielte Modernisierungsmaßnahmen.....	34
Abbildung 13	Auswertung von 24 abgewickelten Neubauprojekten gehobenen Standards .....	37
Abbildung 14	Auswertung von 14 abgewickelten Neubauprojekten mittleren Standards .....	38
Abbildung 15	Aufteilung der Bauwerkskosten bei Bürogebäuden.....	39
Abbildung 16	Leistungsbereiche des Gebäudemanagements nach DIN 32736.....	41
Abbildung 17	Einteilung der Gebäudeherstellung in vier Gruppen .....	44
Abbildung 18	Wesentliche Gewerke des raumbildenden Ausbaus .....	45
Abbildung 19	Einteilung nichttragender innerer Trennwandsysteme .....	48
Abbildung 20	Prinzipskizze einer leichten Unterdecke.....	49

---

Abbildung 21	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung von schwimmendem Estrich mit Unterflurkanalsystem.....	55
Abbildung 22	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung eines monolithischen Hohlraumbodens.....	56
Abbildung 23	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung eines mehrschichtigen Hohlraumbodens.....	57
Abbildung 24	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung eines Doppelbodens.....	58
Abbildung 25	Geometrische Beziehungen zwischen nichttragender Trennwand und der Deckenkonstruktion.....	60
Abbildung 26	Geometrische Beziehungen zwischen nichttragender Trennwand und der Fußbodenunterkonstruktion.....	61
Abbildung 27	Trennwand von Rohdecke zu Rohdecke geführt.....	62
Abbildung 28	Trennwand von Fußbodensystem bis zur Rohdecke geführt.....	63
Abbildung 29	Trennwand von Fußbodensystem bis zur Unterdecke geführt.....	64
Abbildung 30	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer gemauerten Trennwand.....	65
Abbildung 31	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer GK-Ständerwand.....	66
Abbildung 32	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer Schalenwand.....	67
Abbildung 33	Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer Monoblockwand.....	68
Abbildung 34	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer aufgesetzten GK-Ständerwand bis zur leichten Unterdecke.....	72
Abbildung 35	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer gemauerten Wand und einem Doppelboden als Fußbodenkonstruktion.....	74
Abbildung 36	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer vom Rohfußboden bis zur Rohdecke gemauerten Wand.....	75

Abbildung 37	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer aufgesetzten umsetzbaren Systemwand .....	76
Abbildung 38	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines Doppelbodens und einer von Rohfußboden zur Rohdecke gemauerten nichttragenden Trennwand. ....	77
Abbildung 39	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines Hohlraumbodens und einer von Rohfußboden zur Rohdecke gemauerten nichttragenden Trennwand. ....	78
Abbildung 40	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines Hohlraumbodens und einer von Rohfußboden bis Rohdecke gemauerten Wand .....	79
Abbildung 41	Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines Hohlraumbodens und einer auf die Fußbodenkonstruktion aufgesetzten Systemwand.....	80
Abbildung 42	Skizze des Musterprojekts (Grundriss).....	84
Abbildung 43	Zuschläge in der Kalkulation des Musterprojekts bei einer Baumaßnahme im Bestand .....	86
Abbildung 44	Wesentliche Einflussfaktoren auf die Kosten bei Modernisierungs-, Renovierungs- und Sanierungsmaßnahmen .....	87
Abbildung 45	Typische Geschosshöhen bei Bürogebäuden mit verschiedenen Installationsmöglichkeiten.....	93
Abbildung 46	Möglichkeiten der Bestandsaufnahme eines Gebäudes .....	97
Abbildung 47	Mögliche Verfahren zur Bestandsaufnahme per EDV .....	100
Abbildung 48	Wesentliche Einflussfaktoren auf die Art und den Umfang einer Bestandsaufnahme .....	103
Abbildung 49	Möglicher Ablauf einer Bestandsaufnahme .....	104
Abbildung 50	Kosten für die Bestandsaufnahme eines Gebäudes.....	109
Abbildung 51	Ergebnis einer Umfrage zu Gründen für eine Überschreitung des Kostenrahmens bei Baumaßnahmen im Bestand.....	110
Abbildung 52	Mögliche Schutzvorkehrungen ausgewählter Bauteile .....	114

---

Abbildung 53	Nachtragshäufigkeit bei Baumaßnahmen im Bestand im Vergleich zu Neubaumaßnahmen .....	115
Abbildung 54	Gründe von Nachtragsforderungen bei Baumaßnahmen im Bestand bei Trockenbauunternehmen.....	117
Abbildung 55	Unternehmensbefragung zu vertraglichen Auflagen für Baumaßnahmen im Bestand bei laufender Nutzung .....	120
Abbildung 56	Zuschläge für Überstunden, Nachtarbeit, Sonn- und Feiertagsarbeit .....	121
Abbildung 57	Übliche Kolonnenstärken zur Erstellung von Trockenbaukonstruktionen .....	123
Abbildung 58	Minimal und maximal einsetzbare Kolonnenstärke bei verschiedenen Trockenbauarbeiten.....	124
Abbildung 59	Wesentliche Einflussfaktoren auf die Kosten einer Entkernung .....	127
Abbildung 60	Arbeitssystem nach REFA.....	130
Abbildung 61	Zeitdauern für den Rückbau einer Gipskartonständerwand des Systems 1.....	134
Abbildung 62	Aufwandswert Rückbau GK-Ständerwand System 1 .....	134
Abbildung 63	Rückbau einer Gipskartonständerwand des Systems 2.....	135
Abbildung 64	Zeitdauern für den Rückbau einer Gipskartonständerwand des Systems 2.....	136
Abbildung 65	Aufwandswert Rückbau GK-Ständerwand System 2 .....	137
Abbildung 66	Aufwandswert Rückbau von schwimmendem Estrich System 3 und 4...	140
Abbildung 67	Aufwandswert Rückbau von Verbundestrich System 5 und 6 .....	141
Abbildung 68	Entwicklung der Deponiegebühren einzelner Baureststoffe in verschiedenen Städten in €/t.....	145
Abbildung 69	Herkunft von Baustellenabfällen .....	146
Abbildung 70	Wesentliche Einflussfaktoren auf die Entsorgungskosten bei Entkernungsmaßnahmen.....	147
Abbildung 71	Zu prüfende Aspekte bei der Begehung vor Ort im Hinblick auf die Preisfindung von Baumaßnahmen im Bestand .....	150
Abbildung 72	Prinzipielle Darstellung zum Transport von Materialien beim Rückbau und neuem Ausbau .....	151

Abbildung 73	Alternative Geräte für den Horizontaltransport .....	154
Abbildung 74	Mögliche Beurteilungskriterien für den Einsatz bzw. die Auswahl einzelner Konstruktionen.....	159
Abbildung 75	Bau- und Rückbaukosten für verschiedene nichttragende Trennwände .....	161
Abbildung 76	Investitionskosten von Trennwandsystemen auf Basis der gewählten Parameter bei verschiedenen Betrachtungszeiträumen.....	165
Abbildung 77	Investitionskosten von Trennwandsystemen auf Basis der gewählten Parameter (diskontiert) .....	166
Abbildung 78	Gesamtbeurteilung nichttragender Trennwandsysteme.....	171
Abbildung 79	Gesamtbeurteilung verschiedener Fußbodenunterkonstruktionen .....	175
Abbildung 80	Prinzipieller Aufbau eines Estrichs im Verbund (Verbundestrich) .....	190
Abbildung 81	Prinzipieller Aufbau eines Estrichs mit Trennschicht und Dämmung (schwimmender Estrich) .....	191
Abbildung 82	Unterflurkanalsystem mit verschiedenen Einbauten .....	192
Abbildung 83	Prinzipieller Aufbau eines monolithischen Hohlraumbodens .....	193
Abbildung 84	Prinzipieller Aufbau eines mehrschichtigen Hohlraumbodens.....	193
Abbildung 85	Prinzipieller Aufbau eines Doppelbodens .....	194
Abbildung 86	Prinzipiskizzen mehrschaliger nichttragender Trennwandsysteme .....	196
Abbildung 87	Prinzipiskizze Monoblockwand.....	197
Abbildung 88	Montage und Prinzipiskizze einer Schalenwand .....	198

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AG	Auftraggeber
allg.	allgemein(e)
AN	Auftragnehmer
Aufl.	Auflage
AVA	Ausschreibung Vergabe Abrechnung
BA	Bestandsaufnahme
Bd.	Band
BE	Baustelleneinrichtung
BGF	Bruttogeschossfläche nach DIN 277
BGH	Bundesgerichtshof
BK	Bauwerkskosten
BOT	Built Operate Transfer
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BRI	Bruttorauminhalt nach DIN 277
BRTV	Bundesrahmentarifvertrag
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer Aided Facility Management
d.h.	das heißt
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DIN	Deutsche Industrie Norm
e.V.	eingetragener Verein
EAK	Europäischer Abfall-Katalog
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
etc.	et cetera
evtl.	eventuell

f.	folgende
geschl.	geschlossen
ggf.	gegebenenfalls
GK	Gipskarton
GK-Ständerwand	Gipskartonständerwand
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
Hrsg.	Herausgeber
i.A.	im Allgemeinen
i.d.F.	in der Fassung
i.d.R.	in der Regel
i.S.	im Sinne
II BV	zweite Berechnungsverordnung
inkl.	inklusive(e)
Kap.	Kapitel
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
Mat.	Material
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
Mod.	Modernisierung
ModEnG	Modernisierungs- und Energieeinsparungsgesetz
Mrd.	Milliarden
o.ä.	oder ähnliche(s)
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PC	Personal Computer
PCB	Polychlorierte Biphenyle
Rdn.	Randnummer
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation
SMA	Systematische Multimomentaufnahme
sog.	sogenannte
TGA	Technische Gebäudeausrüstung

TU-Darmstadt	Technische Universität Darmstadt
u.	und
u.a.	unter anderem
u.ä.	und ähnliche(s)
usw.	und so weiter
v.H.	von Hundert
versch.	verschiedene
Vgl.	Vergleich(e)
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen
WertR	Wertermittlungsrichtlinie
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
z.Z.	zur Zeit
zus.	zusätzlich(e)



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung der Arbeit

Erneuerungsmaßnahmen und die Substanzerhaltung von Gebäuden nehmen einen immer höheren Stellenwert in der Bauwirtschaft ein. Das Bauvolumen im Bestand hat in der Summe das Neubauvolumen in Gesamtdeutschland überholt.

Die Titelüberschrift einer Sonderbeilage der Zeitung „Die Welt“ lautet wie folgt:

**„Die Zukunft des Bauens liegt im Bestand**

**Ifo-Institut konstatiert eine Trendwende in der europäischen Bauindustrie“<sup>1</sup>**

Diesem großen Baumarktsegment wurde bislang in der Forschung wenig Rechnung getragen.

Während früher das klassische Beschäftigungsfeld von mittleren und großen Bauunternehmen vorwiegend beim Rohbau lag, sind diese heutzutage häufig als Generalunternehmer im Schlüsselfertigbau tätig. Der nächste Schritt ist die Projektentwicklung und das Betreiben von Immobilien, das viele Unternehmen mittlerweile als Produktmarktsegment anbieten.

Angesichts leerer Haushaltskassen wird die Finanzierung von öffentlichen Gebäuden durch private Investoren zunehmend wichtiger. Bau und Betrieb aus einer Hand, Build-Operate-Transfer (BOT), wird in Zukunft auch hierzulande eine Rolle spielen.

Zum Betrieb von Gebäuden zählt auch die Auseinandersetzung mit dem „Bauen im Bestand“ von Bürogebäuden. Hierbei stellen vor allem Bereiche, die häufigen Veränderungen unterliegen, eine baubetrieblich interessante Problemstellung dar. Hierzu zählt der raumbildende Ausbau von Bürogebäuden, der in dieser Arbeit näher untersucht wird.

---

<sup>1</sup> Schellenberg, Rolf-Alexander: Titel aus: Die Welt vom 23.09.2001.

Die Besonderheiten bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden und zusätzlich das starke Ineinandergreifen der am raumbildenden Ausbau beteiligten Gewerke, stellen in der Planung und Ausführung eine Problematik von erhöhter Komplexität dar.

Oftmals entstehen bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden im Vergleich zu Neubaumaßnahmen höhere Kosten und auch die Termineinhaltung ist häufig als schwierig einzustufen. Die Systematik und das Vorgehen bei der Vorbereitung, Planung und Durchführung sind in vielen Bereichen nicht vergleichbar mit denen einer Neubaumaßnahme. Auch die HOAI ist mit ihrem Leistungsbild auf den Neubau ausgerichtet und es liegen nur wenige Regelungen bezüglich des Bauens im Bestand vor. Einflussfaktoren auf die Kosten von Veränderungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden existieren bisher nur in unzureichender Form. Die Besonderheiten bei solchen Baumaßnahmen, die Einfluss auf die anfallenden Kosten haben, finden häufig in der Planung und Ausführung nur unzureichend oder keine Berücksichtigung.

Bei Bürogebäuden bleibt i.d.R. die Tragkonstruktion erhalten und der raumbildende Ausbau verändert sich. Aus diesem Grund liegt der Fokus der Betrachtung in dieser Arbeit beim raumbildenden Ausbau von Bürogebäuden und hier bei nichttragenden Trennwand- und Fußbodenunterkonstruktionen. An dieser Stelle will die vorliegende Arbeit ansetzen. Ihr Ziel ist es, zunächst baubetriebliche Belange des Erstellungsprozesses anhand von Detailanalysen des Bauablaufs zu erarbeiten. Die Interdependenzen zu angrenzenden Bauteilen<sup>2</sup> und Gewerken sollen bei der Betrachtung ebenfalls Berücksichtigung finden. Danach sollen Einflussfaktoren bei Baumaßnahmen im Bestand, die im Vergleich zu Neubaumaßnahmen kostenbeeinflussend sind, anhand der Erkenntnisse der Projektanalysen strukturiert dargelegt werden. Anhand dieser Einflussfaktoren soll der Anwender dieser Arbeit die Möglichkeit erhalten, auszuführende Projekte besser zu beurteilen. Maßgebende Einflüsse werden dabei vertiefend betrachtet.

---

<sup>2</sup> Ein Bauteil ist ein aus Baustoffen hergestelltes Teil, das dazu bestimmt ist, Bestandteil einer baulichen Anlage zu werden; Brüssel: Baubetrieb von A bis Z, 1998.

Des Weiteren sind für die verschiedenen Systeme Bewertungen wichtiger Kriterien für das „Bauen im Bestand“ vorzunehmen. Man soll damit eine Entscheidungsunterstützung durch die Beurteilung der einzelnen Systeme erhalten. Größen wie Baukosten, Einsetzbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Rückbau- und Entsorgungskosten und Flexibilität sollen beurteilt werden. Im Speziellen wird eine kostenmäßige Beurteilung bei Veränderungsmaßnahmen von verschiedenen nichttragenden Trennwandsystemen durchgeführt.

Wie bereits erwähnt, liegt die Betrachtung in dieser Arbeit schwerpunktmäßig bei Bürogebäuden, jedoch können die Ausführungen in vielen Teilen auch auf den Wohnungsbau übertragen werden.

Die hier beschriebenen Sachverhalte bilden den Ansatzpunkt der vorliegenden Arbeit. Eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit diesem Themenbereich liegt somit nahe und ist angebracht.

Eine Zielgruppe liegt auf Seiten der Auftragnehmer, die aufgrund der strukturierten Darstellung der Einflussgrößen sowie der Erarbeitung der Detailanalysen von Bauabläufen bei Baumaßnahmen im Bestand die Möglichkeit erhalten, die Unterschiede in der Planung, Kalkulation und Ausführung von Bauprojekten zu berücksichtigen.

Im Zuge der Neuausrichtung vieler Bauunternehmen, mit der Zielsetzung, eine Immobilie nicht nur bis zur Fertigstellung des Projekts zu betreuen, sondern auch Aufgaben beim Betrieb des Gebäudes mit zu übernehmen, ist eine ganzheitliche Betrachtung des Themenkomplexes unumgänglich. Ein wirtschaftliches Gesamtkonzept ist von großer Relevanz, weshalb eine isolierte Betrachtung nicht zielführend ist.

Die vorliegende Arbeit ist ebenfalls für Auftraggeber von Nutzen. Viele große Bauherren, wie zum Beispiel Versicherungen, Banken, staatliche Stellen, Kirchen oder Wohnungsgesellschaften verfügen über eigene Bauunterhaltungsabteilungen, die anstehende Modernisierungs-, Sanierungs-, Umbau- oder sonstige Maßnahmen des vorhandenen Gebäudebestands planen und durchführen. Der Auftraggeber erhält u.a. die Möglichkeit, anhand der systematischen Darstellung von Einflussfaktoren und der Bewertung der

betrachteten Systeme, die Kostensicherheit bei Baumaßnahmen im Bestand, zu erhöhen. Er kann die Erkenntnisse dieser Arbeit zum Beispiel als Hilfestellung für die Beurteilung anstehender Investitionsentscheidungen im Rahmen der Projektentwicklung einer Immobilie heranziehen.

## **1.2 Aufbau der Arbeit**

Die Arbeit setzt sich aus 9 Kapiteln zusammen. Im Rahmen des sich mit den Grundlagen befassenden Kapitels 2 werden zunächst die nötigen Begriffe definiert, um für die weitergehende Betrachtung eine einheitliche Basis zu schaffen. Anschließend wird auf die Datenermittlung für diese Arbeit näher eingegangen. Des Weiteren werden Bürogebäude, deren Neubauvolumen und allgemeine Entwicklungstrends von Bürogebäuden abgehandelt.

Um die Relevanz des betrachteten Themenkomplexes zu verdeutlichen, werden in Kapitel 3 die Entwicklungen des Bauvolumens im Bestand im Vergleich zum Neubauvolumen dargestellt. Ein weiterer wichtiger Bereich dieses Kapitels sind Untersuchungen zu Veränderungszyklen von Bürogebäuden bzw. des raumbildenden Ausbaus und einzelner Bauteile. Aussagen über die Einflüsse und die Häufigkeit von Veränderungen an bestehenden Gebäuden sind entscheidend, um die Signifikanz der untersuchten Bereiche zu unterstreichen. Weiterhin können diese Werte für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen im behandelten Themenkomplex herangezogen werden.

In Kapitel 4 werden die Bauwerkskosten von Bürogebäuden und deren Struktur anhand einer Datenauswertung abgewickelter Projekte dargelegt. Mit Hilfe dieser Auswertungen wird die Größenordnung des betrachteten Themenkomplexes aufgrund der vorhandenen Kostenstruktur erläutert.

Kapitel 5 behandelt zunächst allgemeine Grundlagen zur Ausbauproduktion und erläutert danach die einzelnen Bereiche des raumbildenden Ausbaus bei Bürogebäuden. Die hierbei getroffene Einteilung bildet das Fundament für die weitergehenden Betrachtungen und Untersuchungen.

Im folgenden Kapitel 6 werden Detailanalysen des Bauablaufs bei der Erstellung verschiedener Bauteile des raumbildenden Ausbaus durchgeführt. Die erarbeiteten Detailanalysen bieten die Möglichkeit, den Bauablauf bei der Erstellung der verschiedenen Fußboden- und Trennwandsysteme besser zu gestalten und zu koordinieren. Die weiterführende Betrachtung zeigt die verschiedenen Abhängigkeitsbeziehungen der verwendeten Systeme zu den beteiligten Gewerken auf.

Aufbauend auf den vorhergehenden Erkenntnissen, werden verschiedene Einflussfaktoren bei Baumaßnahmen im Bestand strukturiert dargelegt. Die erarbeitete Struktur kann für die Beurteilung der möglichen Einflüsse herangezogen werden. Maßgebende Faktoren werden dabei anhand verschiedener Projektanalysen und weiterer Untersuchungen vertiefend betrachtet.

In Kapitel 8 wird vom Verfasser eine Beurteilung der untersuchten nichttragenden Trennwand- und Fußbodenunterkonstruktionen hinsichtlich einzelner Kriterien, die für das „Bauen im Bestand“ von größerer Relevanz sind, vorgenommen. Bei der Beurteilung finden die bereits erarbeiteten Einflussfaktoren des vorangegangenen Kapitels Berücksichtigung. Es wird dem Leser anhand der Beurteilung und der Erläuterungen eine Entscheidungsunterstützung hinsichtlich der einzelnen Kriterien vorgestellt. Des Weiteren wird eine kostenmäßige Beurteilung verschiedener Trennwandsysteme bei Veränderungsmaßnahmen vorgenommen.

Kapitel 9 beinhaltet die Zusammenfassung und den Ausblick der Arbeit. Hier werden u.a. Ansatzpunkte für weiterführende baubetriebliche Forschungsthemen in diesem Themenfeld geliefert.



## 2 Grundlagen

### 2.1 Abgrenzung und inhaltliche Definition der Begriffe

Im Rahmen der Bearbeitung dieses Themenkomplexes wurde augenfällig, dass in der Literatur viele Begriffe auch von Fachleuten unterschiedlich verstanden und angewendet werden. Aus diesem Grund werden im Folgenden die wichtigsten Begriffe für diese Arbeit in alphabetischer Reihenfolge in ihrer Bedeutung erklärt.

#### **Abbruch**

Vollständiges oder teilweises Entfernen (Total- oder Teilabbruch) von Bauwerken, baulichen Anlagen oder deren Teile.<sup>3</sup> DIN 18007 „Abbrucharbeiten“ vom Mai 2000 verwendet nur den Begriff Abbruch.

#### **Bauen im Bestand**

Bauen im Bestand umfasst alle Baumaßnahmen an bereits bestehenden Bauwerken. Bei den Gebäuden kann es sich um Altbauten, aber auch um erst neu errichtete Gebäude handeln.

#### **Bauunterhaltung**

Die Bauunterhaltung umfasst alle Maßnahmen zur Wiederherstellung des Soll-Zustands von Gebäuden und den dazugehörigen Anlagen.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Gewiese Angela: Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, 1998.

<sup>4</sup> vgl.: DIN 18960, Baunutzungskosten von Hochbauten, Kostengruppe 6, 1976.

### **Entkernung**

Unter Entkernung ist der Rückbau des raumbildenden Ausbaus und der technischen Gebäudeausrüstung eines Bauobjekts zu verstehen. Es handelt sich hierbei um Teile oder Bauteile des Gebäudes, die keinen Einfluss auf die Standsicherheit des Bauobjekts haben. Ein Gebäude kann bis auf seine Tragkonstruktion bzw. Rohbaustruktur entkernt werden.

### **Instandhaltung**

„Instandhaltungen sind Maßnahmen zur Erhaltung des Soll-Zustands eines Objekts.“<sup>5</sup> Der Terminologieausschuss des deutschen Verbandes für Wohnungswesen und die zweite Berechnungsverordnung definieren den Begriff Instandhaltung wie folgt: „Erhaltung der Gebrauchsfähigkeit einer baulichen Anlage durch vorbeugende Maßnahmen zur Verhütung von baulichen oder sonstigen Mängeln und Schäden oder durch Beseitigung von Mängeln oder Schäden, die auf Abnutzung, Alterung und Witterungseinwirkung zurückzuführen sind.“<sup>6,7</sup> Diese Tätigkeiten sind nicht mietwirksam, was bedeutet, dass die anfallenden Kosten nicht auf den oder die Mieter umgelegt werden können.

### **Instandsetzung**

Instandsetzungen sind Maßnahmen zur Wiederherstellung des zum bestimmungsgemäßen Gebrauch geeigneten Zustands (Soll-Zustands) eines Objekts, soweit sie nicht unter Wiederaufbauten fallen oder durch Modernisierungen verursacht sind.<sup>8</sup>

### **Modernisierung**

Modernisierungen sind bauliche Maßnahmen zur nachhaltigen Erhöhung des Gebrauchswertes eines Objekts, soweit sie nicht unter Erweiterungsbauten, Umbauten oder Instandsetzungen fallen, jedoch einschließlich der durch diese Maßnahmen verursachten Instandsetzungen.<sup>9</sup> Modernisierung bedeutet immer eine Wertverbesserung. Der Begriff Modernisierung wird im Gesetz zur Förderung der Modernisierung von Wohnungen und

---

<sup>5</sup> HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure i.d.F. vom 04.03.1991; § 3.

<sup>6</sup> vgl.: Terminologieausschuss des Deutschen Verbandes für Wohnungswesen, GEWOS e.V., 1985.

<sup>7</sup> vgl.: Zweite Berechnungsverordnung (II BV) i.d.F. vom 05.04.1984.

<sup>8</sup> vgl.: HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure i.d.F. vom 04.03.1991; § 3.

<sup>9</sup> vgl.: HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure i.d.F. vom 04.03.1991; § 3.

Maßnahmen zur Einsparung von Heizenergie (Modernisierungs- und Energieeinsparungsgesetz – ModEnG vom 20.06.1980 (BGB I S. 701)) wie folgt beschrieben: „Verbesserung von Wohnungen durch bauliche Maßnahmen, die den Gebrauchswert der Wohnungen nachhaltig erhöhen oder die allgemeinen Wohnverhältnisse auf die Dauer verbessern.“ Die DIN 32736 „Gebäudemanagement“ definiert diesen Begriff wie folgt: Leistungen zur Verbesserung des Ist-Zustands von baulichen und technischen Anlagen mit dem Ziel, diese an den Stand der Technik anzupassen und die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen.

### **Rekonstruktion**

„Hierunter versteht man die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands eines Bauwerkes, eines Teiles davon, aber auch ganzer Gebäudekomplexe oder sogar Stadtgebiete.“<sup>10</sup>

### **Restaurierung**

„Der Begriff Restaurierung ist grundsätzlich im Zusammenhang mit historischen Bauten zu verstehen.“<sup>11</sup> Hierbei werden zum Beispiel Gebäude nach historischem Vorbild d.h. den alten Plänen in den ursprünglichen Soll-Zustand versetzt.

### **Revitalisierung**

„Gebräuchliche Bezeichnung für das Bestreben, einem von Veralterung betroffenen Gebäude eine neue materielle Funktion zu geben.“<sup>12</sup> Verwendung findet dieser Begriff derzeit überwiegend im Städtebau. Zielsetzung ist hierbei die Wiederbelebung von Stadtbereichen, Plätzen und Straßen. Seltener beschreibt dieser Ausdruck das Wiederbeleben von Gebäuden. Ungenutzte, leerstehende Bauwerke sollen technisch funktionell, konstruktiv und optisch rundum überholt und nutzbar gemacht werden.

---

<sup>10</sup> Stahr, M.: Praxiswissen Bausanierung, 1999.

<sup>11</sup> Stahr, M.: Praxiswissen Bausanierung, 1999.

<sup>12</sup> Kastner, R. H.: Gebäudesanierung, 1983.

## **Rückbau**

Unter Rückbau versteht man die Demontage in Umkehr zum Bauvorgang zur geordneten und entsorgungsgerechten Trennung von Bauteilen, Bauelementen und Baustoffen.<sup>13</sup> In der Baupraxis und in der Literatur wird der Begriff Rückbau oftmals gleichbedeutend mit dem Begriff Abbruch verwendet. Nach Meinung des Verfassers sollten die Begriffe differenziert betrachtet werden. Der Begriff Rückbau wird in DIN 18007 nicht näher behandelt und definiert.

## **Sanierung**

Sanierung ist ein übergeordneter Begriff, der die Tätigkeiten zur Wiederherstellung der Bausubstanz zusammenfasst. Sanieren aus dem lateinischen übersetzt bedeutet: „heilen, gesund machen, retten“. Die DIN 32736 „Gebäudemanagement“ definiert diesen Begriff wie folgt: Leistungen zur Wiederherstellung des Soll-Zustands von baulichen und technischen Anlagen, die nicht mehr den technischen, wirtschaftlichen und/oder ökologischen sowie gesetzlichen Anforderungen entsprechen. Diese Definition einer DIN-Norm aus dem Jahre 2000 widerspricht der vorherrschenden Meinung vieler Fachleute.

## **Schönheitsreparaturen**

Der Begriff Schönheitsreparaturen kann der Instandhaltung zugeordnet werden. Hierbei werden sichtbare Flächen erneuert, die nur im Ansehen Schaden genommen haben. Beispielhaft zählt hierzu das Tapezieren und Anstreichen von Wand und Decke, sowie das Streichen von Türen, Fensterrahmen und Heizkörpern im Innenbereich. Der Begriff findet bei Mietverträgen häufig Anwendung. Die Häufigkeit der Durchführung von Schönheitsreparaturen wird im Regelfall im Mietvertrag festgelegt.

---

<sup>13</sup> vgl.: Silbe, K.: Wirtschaftlichkeit kontrollierter Rückbauarbeiten, 1999.

## **Umbauten**

Umbauten sind Umgestaltungen eines vorhandenen Objekts mit wesentlichen Eingriffen in die Konstruktion oder den Bestand<sup>14</sup>. Hierzu können auch Anbauten oder bauliche Erweiterungen zählen. DIN 32736 definiert den Begriff Umbauten als Leistungen, die im Rahmen von Funktions- und Nutzungsänderungen von baulichen und technischen Anlagen erforderlich sind.

## **Umnutzung / Nutzungsänderung**

Hierunter versteht man die Zweckänderung von Gebäuden. Mit der Zweckänderung gehen bauliche Veränderungen einher, die statische und bauphysikalische Ansprüche, die sich aus der Umnutzung ableiten, gleichermaßen berücksichtigen müssen.<sup>15</sup>

## **2.2 Datenermittlung**

Zur Datenerhebung bediente sich der Verfasser verschiedener Verfahren. Es wurden Umfragen bei Unternehmen, Expertenbefragungen sowie Projektanalysen durchgeführt und ausgewertet. Anhand dieser Untersuchungen konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden. Die Ergebnisse der Datenerhebungen werden sukzessive in den entsprechenden Kapiteln dargestellt bzw. integriert. Mit diesen Ergebnissen können die zuvor angestellten Betrachtungen gefestigt werden.

### **2.2.1 Umfragen**

Zur Datenerhebung wurden unter anderem mehrere Umfragen bei Unternehmen durchgeführt. Zwei Umfragen wurden dabei in Form einer schriftlichen Fragebogenaktion und zwei weitere anhand von Telefonumfragen durchgeführt. In der Summe konnten so weit mehr als 100 Unternehmen befragt werden.

---

<sup>14</sup> HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure i.d.F. vom 04.03.1991; § 3.

<sup>15</sup> Arendt, K.: Altbausanierung Leitfadens zur Erhaltung und Modernisierung alter Häuser, 1993.

### **2.2.2 Expertenbefragungen**

Ein weiteres Instrument, um Erkenntnisse zu gewinnen, ist die sogenannte Expertenbefragung. Eine Expertenbefragung ist ein Verfahren zur Erhebung von Daten, welches in Situationen zur Anwendung kommt, in denen nur wenige oder vorwiegend qualitative Daten vorliegen.<sup>16</sup> Hierbei werden Gespräche mit Fachleuten bzw. Experten in den betrachteten Sachgebieten geführt. Die Ergebnisse dieser Gespräche bieten zwar keine allgemeingültig gesicherten Aussagen, doch können hierbei das Know-how und die langjährige Erfahrung des Gesprächspartners wichtige Informationen, Anregungen und Impulse für den betrachteten Sachverhalt liefern.

### **2.2.3 Projektanalysen**

Neben den Umfragen wurden weiterhin Projektanalysen zur Erhebung von Datenmaterial genutzt. Es wurden sechs Bauprojekte im Rhein-Main-Gebiet baubegleitend betreut und analysiert. Aufgrund datenrechtlicher Belange werden die Projekte nicht namentlich genannt. Weiterhin konnte auf die Datenbasis einer Immobilienfondsgesellschaft zurückgegriffen werden, welche zur Zeit knapp 100 Büroimmobilien im Bestand hat, wovon 43 zu näheren Untersuchungen herangezogen werden konnten.

## **2.3 Bürogebäude**

### **2.3.1 Allgemeines und Begriffe**

Der Begriff Bürogebäude stellt einen Oberbegriff dar. Eigengenutzte Bürogebäude werden als Verwaltungsgebäude bezeichnet. Diese werden i.d.R. für einen vorher bekannten Bedarf eines Unternehmens oder einer Behörde erstellt. Bei Mietbürohäusern oder Mischformen stehen während der Planungsphase je nach Marktlage die zukünftigen Mieter häufig noch

---

<sup>16</sup> vgl.: Gabler-Wirtschafts-Lexikon, 1993.

nicht oder nur teilweise fest. Die Anforderungen an die Flexibilität dieses Gebäudetyps sind aus diesem Grund höher einzustufen, da Nutzungsänderungen während der Gebäudebewirtschaftung häufiger zu erwarten sind. Mischformen sind nicht genau zu definieren. Darunter fallen alle Bürogebäude, die nicht eindeutig Verwaltungsgebäuden oder Mietbürogebäuden zuzuordnen sind.

In Abbildung 1 werden Bürogebäude nach ihrer Nutzungsart in verschiedene Bereiche unterteilt, um die im Weiteren verwendeten Begriffe sauber abzugrenzen.

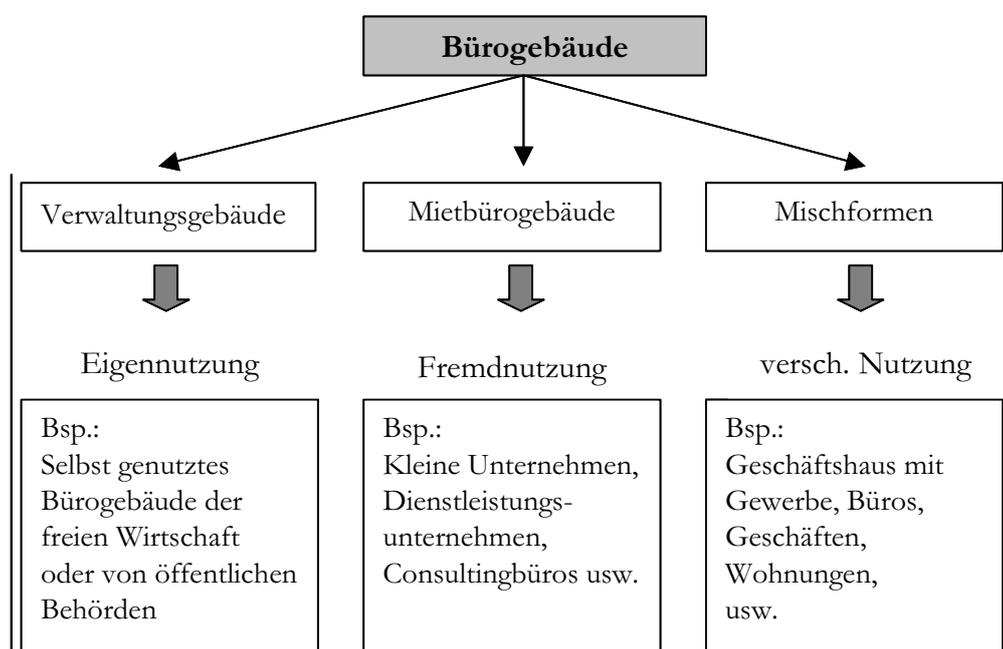


Abbildung 1 Einteilung von Bürogebäuden nach der Nutzungsart<sup>17</sup>

### 2.3.2 Neubau von Bürogebäuden

Das nachfolgende Säulendiagramm, das auf Datenbasis des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden beruht, zeigt die Neubautätigkeit für den Bereich Bürogebäude. Es kann dem Diagramm entnommen werden, dass nach einem Tief im Jahre 1986 das Neubauvolumen bis 1993 in den alten Bundesländern stark angestiegen und danach wieder gefallen ist.

<sup>17</sup> vgl.: Gottschalk: Verwaltungsbauten, 1994.

Aufgrund von Überkapazitäten und damit verbundenen hohen Leerstandsrate bei Bürogebäuden sank in den letzten Jahren das Neubauvolumen in den alten Bundesländern.

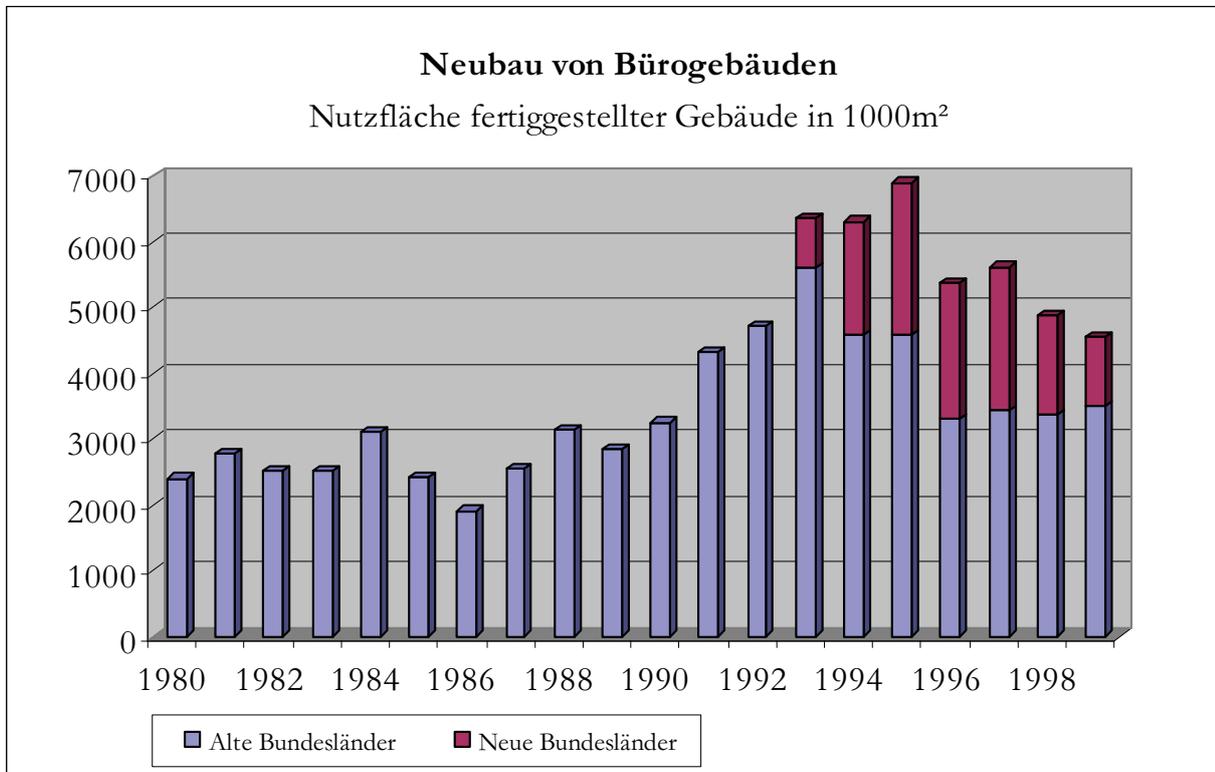


Abbildung 2 Neubau von Bürogebäuden in Deutschland<sup>18</sup>

Ab dem Jahr 1993 fanden die neuen Bundesländer in der Statistik Berücksichtigung. Bezogen auf Gesamtdeutschland ist der höchste Stand des Neubauvolumens 1995 zu verzeichnen. Unter anderem durch steuerliche Anreize, wie die „Sonderabschreibung Ost“ getragen, kam es in den neuen Bundesländern zu einem enormen Anstieg des Bauvolumens. Anhand der hohen Leerstandsrate in den neuen Bundesländern bei Bürogebäuden bleibt festzuhalten, dass am Bedarf vorbei produziert wurde. Von 1997 bis heute ist das Neubauvolumen in den neuen Bundesländern in dieser Bausparte gesunken.

<sup>18</sup> Datenbasis: Statistisches Bundesamt.

Derzeit zeichnet sich insbesondere in den Ballungszentren der alten Bundesländer ein deutlicher Rückgang der Leerstandsquoten ab. In einzelnen Großstädten wie München, Frankfurt oder Stuttgart ist zur Zeit sogar ein Aufschwung im Marktsegment Büroimmobilien zu erkennen. Neueste Zahlen über die Entwicklung der Leerstandsquoten bei Bürogebäuden bestätigen diese Aussage. In Frankfurt am Main lag zum Beispiel die Leerstandsrate bei Bürogebäuden 1998 bei 8,0%. Ende 2000 lag diese hingegen schon bei 1,9%. Eine ähnliche Entwicklung ist in vielen anderen Ballungszentren der alten Bundesländer anhand der Statistik zu erkennen.<sup>19</sup>

Eine weitere sehr interessante Aussage könnte die Kenntnis über die Altersstruktur von Bürogebäuden in der Bundesrepublik Deutschland herbeiführen. Allerdings liegt kein statistisches Datenmaterial in diesem Bereich vor.

## **2.4 Trends für zukünftige Entwicklungen**

Da im Rahmen dieser Arbeit schwerpunktmäßig die Veränderungen des raumbildenden Ausbaus an bestehenden Gebäuden untersucht werden, sollten der Trend für die Eigenschaften zukünftiger Gebäude bzw. deren Entwicklung betrachtet werden. Die Kenntnis über die sich verändernden Anforderungen an Bürogebäude sind wichtig für zukünftig durchzuführende Veränderungen von Büroimmobilien.

Aus einem Forschungsbericht von 1997 lassen sich unter anderem folgende grundsätzliche Trends für zukünftig geforderte Eigenschaften von Gebäuden erkennen.

---

<sup>19</sup> vgl.: Ignaz Walter, Skript, Jahresauftaktpressekonferenz 2001.

<b>Aus grundsätzlichen Trends lassen sich u.a. folgende geforderte Eigenschaften an zukünftige Gebäude ableiten:</b>
Realisation langlebiger Grundkonstruktionen von Gebäuden, die mehrere Erneuerungszyklen und Nutzungsänderungen überdauern. Die Grundkonstruktion sollte über Lastreserven verfügen.
Es wird „Untersysteme“ geben, die während der Gebäudelebensdauer mehrmals erneuert werden. Diese Komponenten sollten einfach austauschbar und in die Baustoffkreisläufe integrierbar sein. Die Konstruktionen sollten leicht voneinander trennbar und aus geringer Materialvielfalt sowie aus wiederverwendbaren Baustoffen sein.
Die technischen Systeme sind besser nachrüst- und erneuerbar. Über weitgehend zugängliche Schächte oder Leerrohre werden die Leitungsnetze geführt, bzw. es können frei zugängliche Systeme ausgebildet werden.
Integrierte Bewirtschaftungskonzepte sollen langfristig geringe Betriebskosten sicherstellen.
Die Gestaltung der Gebäude wird zunehmend energetische Aspekte und Anforderungen an die Flexibilität und Austauschbarkeit verschiedener Nutzungen im Innenbereich berücksichtigen.

Abbildung 3 Grundsätzliche Entwicklungstrends für zukünftige Gebäude<sup>20</sup>

Die genannten Trends zeigen deutlich die zukünftigen Anforderungen an Gebäude auf. Nach Betrachtung des beschriebenen Sachverhaltes ergibt sich die Schlussfolgerung, dass die Tragstruktur eines Gebäudes über die gesamte Nutzungszeit im Regelfall erhalten bleibt, aber die technische Gebäudeausrüstung die Fassade und der raumbildende Ausbau häufiger verändert werden. Aufgrund der oben genannten Entwicklungstrends verändern sich die Anforderungen an Gebäude insofern, dass diese flexibel hinsichtlich Veränderungen im Innenbereich sein sollen. Um dieses Ziel zu erreichen, können die Gebäude zum

<sup>20</sup> vgl.: Gebäude von Morgen, Forschungsbericht, 1997.

Beispiel mit Lastreserven der Tragkonstruktion, zusätzlichen Leerrohren und Schächten, flexiblen Trennwand- und Fußbodensystemen usw. ausgerüstet werden.

Diese erläuterten Entwicklungstrends können als Hilfestellung für die Planung von Veränderungsmaßnahmen herangezogen werden.



### 3 Baumarkt „Bauen im Bestand“

#### 3.1 Anteil des Baumarkts „Bauen im Bestand“ am gesamten Baumarkt

Die bisher getroffenen Aussagen bezüglich des Baumarkts „Bauen im Bestand“ werden im folgenden mit Hilfe statistischer Untersuchungen belegt. Da das verfügbare statistische Datenmaterial nicht sehr umfangreich ist, war es erforderlich eine Umfrage bei Trockenbauunternehmen durchzuführen, um die getroffenen Aussagen weiter zu festigen. Im Rahmen der Umfrage wurden Trockenbauunternehmen befragt, da diese einen Großteil der hier betrachteten Maßnahmen durchführen.

##### 3.1.1 Verteilung des Bauvolumens in Westeuropa

Eine 1997 von Euroconstruct und dem ifo-Institut veröffentlichte Studie beschreibt die gesamten Anteile der Bereiche am Bauvolumen in Westeuropa.

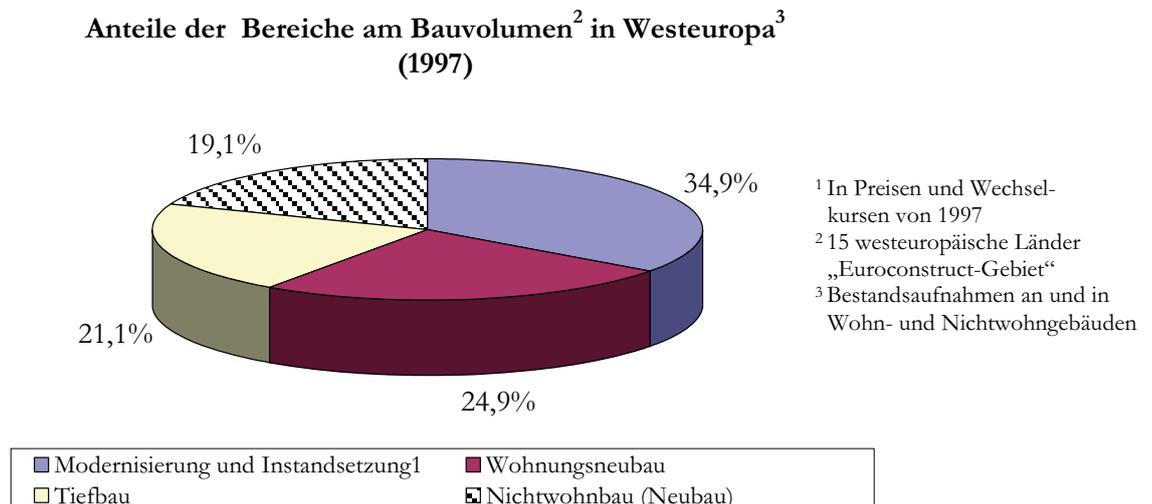


Abbildung 4 Anteile der Bereiche am Bauvolumen in Westeuropauropa<sup>21</sup>

Als wesentliches Ergebnis dieser Statistik ist festzuhalten, dass Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen mit über einem Drittel des Bauvolumens den größten Anteil

innehaben. Nach Ansicht von Euroconstruct sind die in den letzten Jahren stark aufgestockten Gebäudebestände und die nunmehr erforderlichen Erhaltungsleistungen und Maßnahmen zur Verbesserung des Standards hierfür verantwortlich. In der Statistik finden 15 westeuropäische Länder Berücksichtigung. Den größten Anteil am Bauvolumens hatten mit 73% die Länder Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien und Spanien.

### 3.1.2 Entwicklung des Neubauvolumens und des Bauvolumens im Bestand

Eine Erhebung des Instituts für Wirtschaftsforschung, welche Zahlenmaterial eines Zeitraums von 1970 bis einschließlich 2000 darstellt, bestätigt die bisherigen tendenziellen Aussagen des Verfassers und schafft eine fundierte Ausgangsbasis für weitergehende Betrachtungen der gesamten Arbeit.

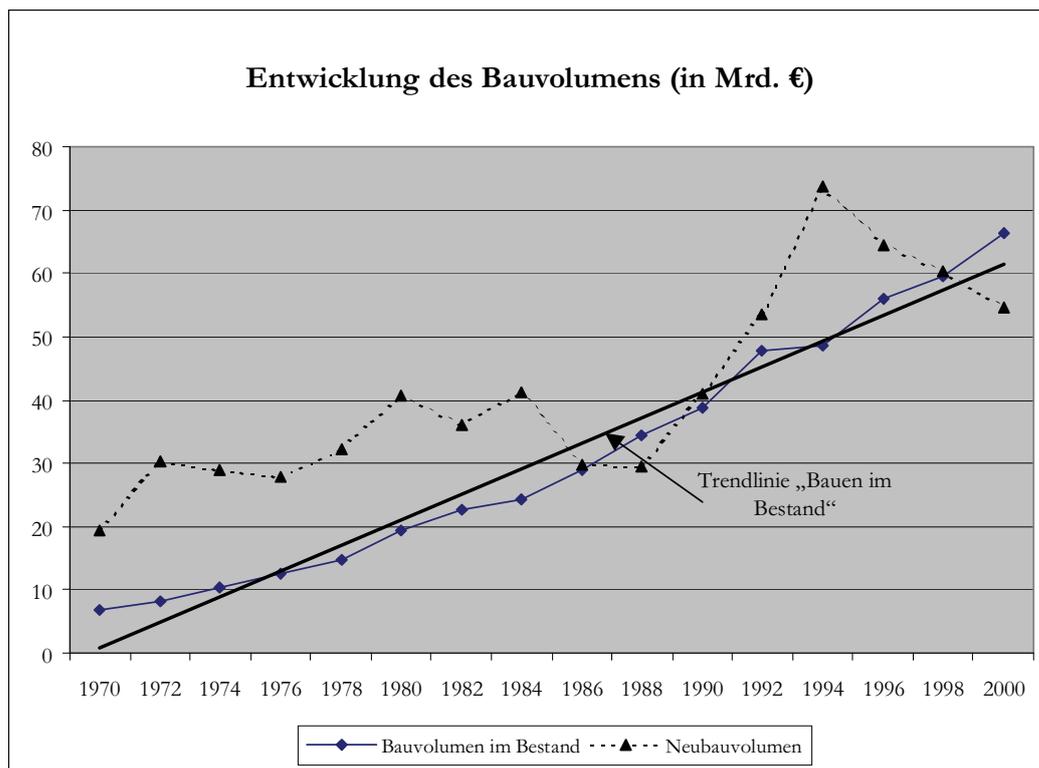


Abbildung 5 Entwicklung des Neubauvolumens und des Bauvolumens im Bestand für die Bundesrepublik Deutschland<sup>22</sup>

<sup>21</sup> Euroconstruct bzw. ifo Institut für Wirtschaftsforschung; in ifo Schnelldienst 4/99.

<sup>22</sup> „sto“ Handbuch Altbaumod./Modernisierung, 2000, Datenquelle: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.

Das Bauvolumen „Bauen im Bestand“ stieg von 1970 bis 2000 kontinuierlich an. Es ist eine stetige Entwicklung erkennbar. Das Neubauvolumen hingegen unterlag sehr starken Schwankungen. Auffällig ist hierbei der starke Einbruch von 1984 bis 1988 und der extrem starke Anstieg von 1988 bis 1994. Ab 1994 bis 2000 ist wieder ein Einbruch zu verzeichnen. Als Hauptgrund für den starken Anstieg ab 1990 ist die Wiedervereinigung der BRD und der ehemaligen DDR und die damit verbundene verstärkte Bautätigkeit zu nennen.

Bei einem Vergleich der beiden Datenreihen ist zu erkennen, dass im Jahr 2000 das Bauvolumen im Bestand einen größeren Anteil als das gesamte Neubauvolumen am Bauvolumen ausmachte. Diese belegte Aussage bleibt als Ergebnis festzuhalten. Zur Datenbasis der Zahlenwerte des Bauvolumens im Bestand in Abbildung 5 ist anzumerken, dass hierzu nur wenig statistisch abgesichertes Datenmaterial vorliegt. Die Größenordnung und die jährliche Entwicklung ist anhand einer Differenzrechnung vom Institut für Wirtschaftsforschung entwickelt worden. Eine Studie des ifo-Instituts von 1999 bestätigt die in Abbildung 5 dargestellte Entwicklung des Bauvolumens im Bestand. Als Gründe für die starke Zunahme in diesem Bereich sind die immens hohen Bestände an Wohn- und Nutzflächen zu sehen, die bei Investoren verstärkt in das Blickfeld geraten. Ein „Outsourcing“ von Immobilienbeständen, ein hoher Druck zur rationellen Nutzung und die Anpassung an sich verändernde Nutzungsanforderungen führen zu werterhöhenden bzw. investiven Baumaßnahmen zur substanzsichernden Erhaltung und Modernisierung.<sup>23</sup>

Zur Bestimmung des Trends zur Entwicklung des Anteils „Bauen im Bestand“ wurde im Januar 2000 weiterhin eine Umfrage bei Trockenbauunternehmen durchgeführt. Es wurden Trockenbauunternehmen befragt, da diese ein großes Spektrum an Leistungen des raumbildenden Ausbaus anbieten und somit gut geeignet hierzu herangezogen werden können. Die Trockenbauunternehmen wurden u.a. zur Entwicklung des Anteils „Bauen im Bestand“ am Umsatz in den Jahren von 1994 bis 1999 befragt.

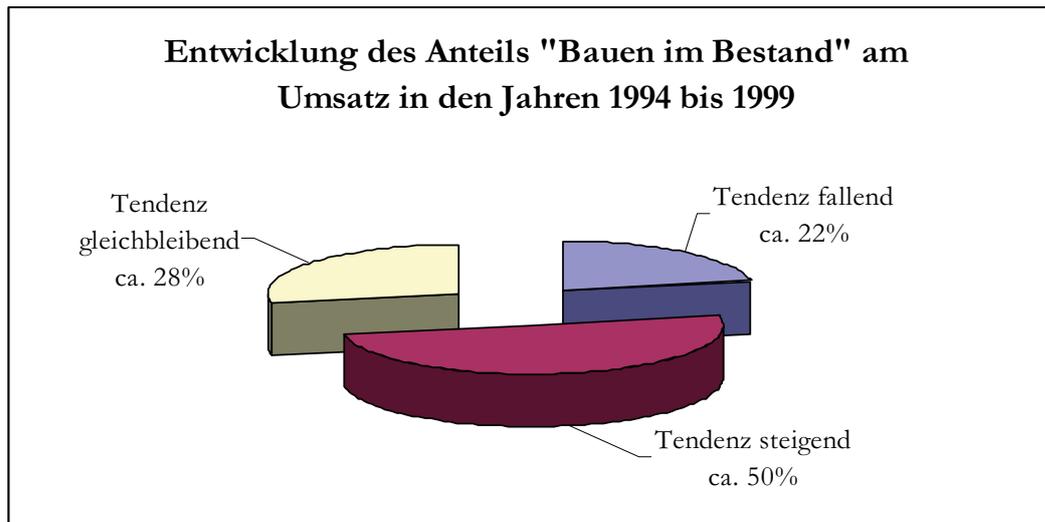


Abbildung 6 Ergebnis einer Umfrage bei Trockenbauunternehmen

Als Ergebnis ist der Trend festzustellen, dass 50% der Befragten eine steigende Tendenz in den letzten fünf Jahren bzgl. des Umsatzes in diesem Bereich feststellen konnten. Nur 22% der befragten Unternehmen stellten eine fallende Tendenz fest. Dieses Ergebnis deckt sich mit den vorher dargelegten Untersuchungen.

### 3.2 Lebensdauer und Veränderungszyklen von Bürogebäuden

Der Begriff der Lebensdauer muss für eine detaillierte Beurteilung differenziert betrachtet werden. Er kann in die drei Bereiche:

- Technische Lebensdauer
- Wirtschaftliche Lebensdauer
- Tatsächliche Lebensdauer

unterteilt werden.

<sup>23</sup> vgl.: Studie des ifo-Instituts: „Bau bleibt Bremse des Konjunkturaufschwungs in Deutschland“, 1999.

### **Technische Lebensdauer**

Die technische Lebensdauer bezeichnet die Zeitspanne zwischen der Errichtung und Abbruch eines Bauteils oder Bauwerks. Bei der Betrachtung muss Berücksichtigung finden, dass einzelne Komponenten eines Bauwerkes unterschiedliche Lebensdauern aufweisen und damit die Gesamtlebensdauer durch Austausch oder Instandsetzung einzelner Komponenten verlängert werden kann. Die technische Lebensdauer stellt eine Obergrenze dar. Sie ist abhängig von der Pflege, Nutzung und Wartung des Bauteils. Die technische Lebensdauer ist länger als die sogenannte wirtschaftliche Lebensdauer.

### **Wirtschaftliche Lebensdauer**

Die wirtschaftliche Lebensdauer beschreibt den Zeitpunkt, an dem die Gesamtkosten eines Bauteils oder eines Bauwerkes ein Minimum aufweisen. Die wirtschaftliche Lebensdauer kann anhand betriebswirtschaftlicher Berechnungsverfahren aller anfallenden Kosten für den projektspezifischen Fall ermittelt werden.

### **Tatsächliche Lebensdauer**

Die tatsächliche Lebensdauer beschreibt den in der Praxis tatsächlichen Zeitraum, wie lange ein Bauteil oder eine Immobilie genutzt wird. Bei den in dieser Arbeit vorrangig behandelten Bauteilen des raumbildenden Ausbaus stellt diese Lebensdauer eine wichtige Größe dar. Die tatsächliche Lebensdauer wird sehr stark von denen im noch folgenden Kapitel 3.2.4 beschriebenen Einflussfaktoren auf Veränderungszyklen beeinflusst.

#### **3.2.1 Technische Lebensdauer von Bürogebäuden**

Für die technische Lebensdauer von Wohn- und Verwaltungsgebäuden liegt nach den Wertermittlungsrichtlinien (WertR 91) des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau bei normaler städtischer Ausführung ein Richtwert von 100 Jahren vor. Bei einfacher Ausführung liegt dieser Wert zwischen 80 und 100 Jahren. Bei monumentaler und städtischer Ausführung wird ein Wert von 100 bis 120 Jahren angegeben. Diese Werte sollten nach Meinung des Verfassers differenzierter betrachtet werden. Eine Unter-

scheidung von Wohn- und Bürogebäuden ist anzuraten, denn die Lebensdauern dieser Gebäudetypen sind in der Regel unterschiedlich lang. Weiterhin können diese Werte für Bürogebäude als sehr hoch beurteilt werden.

### **3.2.2 Tatsächliche Lebensdauer von Bürogebäuden**

Eine für die Praxis relevantere Größe ist die tatsächliche Lebensdauer einzelner Bauteile bzw. des Gebäudes selbst. Leider ist das vorhandene Datenmaterial für dieses Themenfeld sehr lückenhaft. Nach Expertengesprächen des Verfassers und aus der Literatur konnten als Richtwert für Bürogebäude eine tatsächliche Lebensdauer von im Mittel 50 bis 60 Jahren isoliert werden. Dieser Wert liegt weit unter der technischen Lebensdauer von Bürogebäuden.

Untersuchungen zu Veränderungszyklen von Bürogebäuden und ausgewählter Bauteile wurden vom Verfasser durchgeführt und werden in den nachfolgenden Kapiteln noch näher behandelt.

### **3.2.3 Veränderungszyklen und Modernisierungshäufigkeit**

Wie in Kapitel 3.1 dargelegt, ist das Marktvolumen im Bereich „Bauen im Bestand“ sehr hoch. Es drängt sich nun die Frage auf, warum dieser Bereich ein solches Marktvolumen besitzt. Ein Grund hierfür sind die Veränderungszyklen des raumbildenden Ausbaus und der technischen Gebäudeausrüstung.

Ein Zitat aus einem Forschungsbericht lautet:

„Gebäude werden zukünftig häufiger verändert und neuen Nutzungen oder technischen Entwicklungen angepasst. Die Veränderbarkeit von Gebäuden wird deshalb auch in der Planung stärker an Gewicht gewinnen“.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Kornadt: Gebäude von Morgen, 1997.

Dieses Zitat beschreibt sehr treffend die derzeitige Entwicklung. Neben der Aussage zur Veränderungshäufigkeit wird weiterhin die Veränderbarkeit von Gebäuden und deren Einfluss auf die Planung erwähnt, was in einem der folgenden Kapitel dieser Arbeit noch näher beleuchtet wird.

Welche Faktoren auf Veränderungszyklen Einfluss nehmen und wie häufig es zu Veränderungen bei bestehenden Gebäuden kommt, wurden bisher nicht ermittelt. Daher dienen die in den nachfolgenden Kapiteln dargelegten Untersuchungen des Verfassers einer weiteren Präzisierung des Sachverhalts.

### 3.2.4 Einflussfaktoren auf die Veränderungszyklen

Es gibt mannigfaltige Gründe, weshalb es zu baulichen Veränderungen in einem Gebäude kommen kann. Einige Gründe für bauliche Veränderungen bei Bürogebäuden werden in Abbildung 7 aufgelistet.

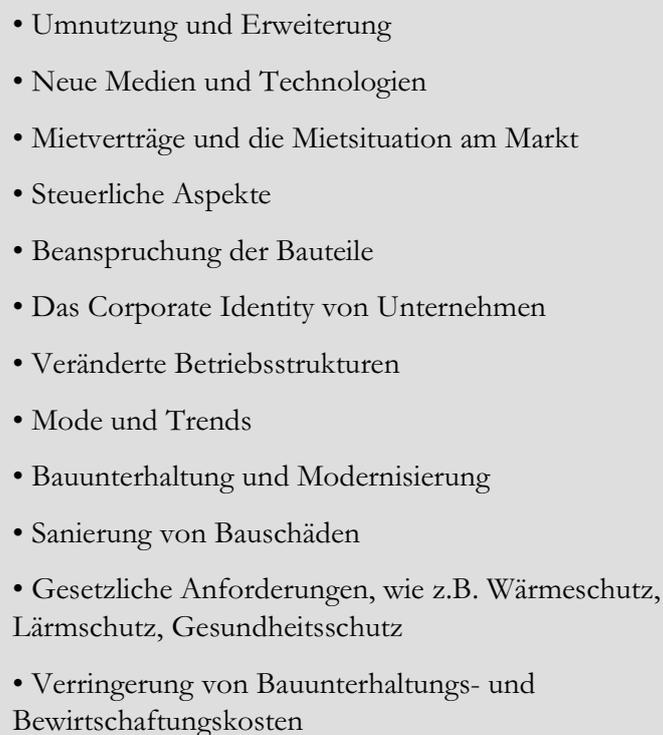
- 
- Umnutzung und Erweiterung
  - Neue Medien und Technologien
  - Mietverträge und die Mietsituation am Markt
  - Steuerliche Aspekte
  - Beanspruchung der Bauteile
  - Das Corporate Identity von Unternehmen
  - Veränderte Betriebsstrukturen
  - Mode und Trends
  - Bauunterhaltung und Modernisierung
  - Sanierung von Bauschäden
  - Gesetzliche Anforderungen, wie z.B. Wärmeschutz, Lärmschutz, Gesundheitsschutz
  - Verringerung von Bauunterhaltungs- und Bewirtschaftungskosten

Abbildung 7 Einflussfaktoren auf Veränderungszyklen

Es wird deutlich, dass nicht nur das Alter einzelner Bauteile oder z.B. ein Bauschaden Gründe für eine Veränderung des raumbildenden Ausbaus und der technischen Gebäudeausrüstung sein können. Teilweise kommt es auch vor dem Erstbezug zu größeren Veränderungen des Gebäudes, um z.B. Mieterwünschen zu entsprechen. Beobachtungen in der Baupraxis belegen diese Aussage. Die technische Lebensdauer von Bauteilen beeinflusst also nur zum Teil die Veränderungszyklen.

### 3.2.5 Zeitliche Dimension von Veränderungszyklen verschiedener Bauteile

Die zeitliche Dimension der Veränderbarkeit einzelner Bauteile einer Immobilie spielt weiterhin eine wichtige Rolle. Grundsätzlich ist es sinnvoll die verschiedenen Bauteile aufgrund ihrer Struktur, in unterschiedliche Intervalle von Veränderungszyklen einzuteilen. Als Einteilung werden dauerhafte, langfristige, mittelfristige und sehr kurzfristige Intervalle gewählt.

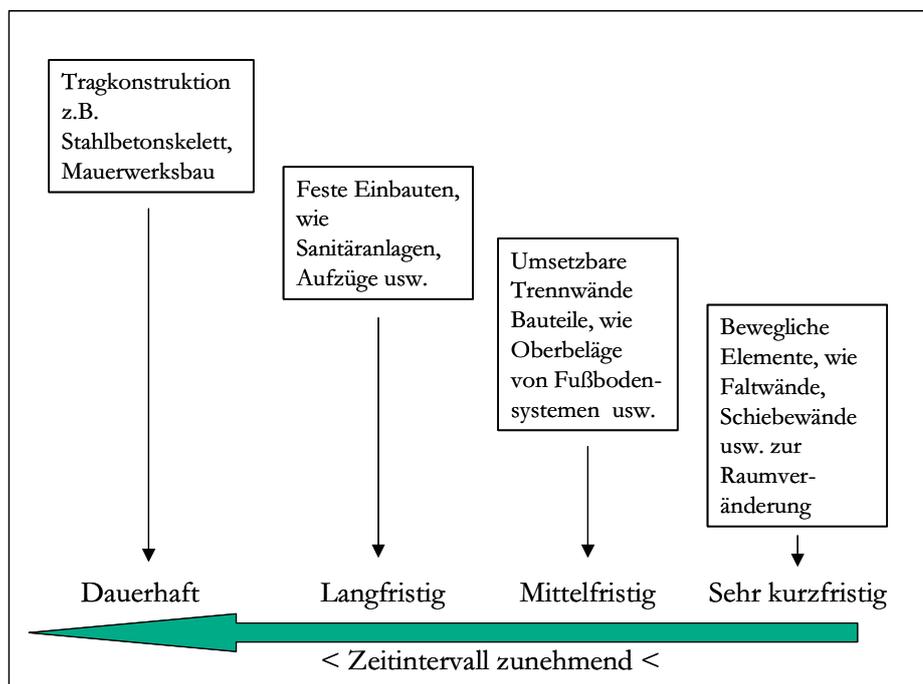


Abbildung 8 Schema zur Differenzierung von Bauteilen und möglichen Veränderungen<sup>25</sup>

<sup>25</sup> vgl.: Pahl; Varrentrapp: Flex Space, 1998.

Als dauerhaft kann man die Tragstruktur eines Gebäudes einteilen, da diese über einen langen Zeitraum erhalten bleibt. Unter langfristigen Zyklen können Veränderungen des Gebäudes verstanden werden, bei denen es zu größeren Eingriffen an der Immobilie kommt. Beispielhaft sind hier Sanierungen, oder Umnutzungen zu nennen. Unter mittelfristigen Zyklen sind bei Bürogebäuden Veränderungen der Raumstruktur, das bedeutet zum Beispiel ein Umsetzen von Trennwänden, Anlegen von Wänden oder Veränderungen des Fußbodenbelags zu verstehen. Des Weiteren gibt es noch sehr kurzfristige Zyklen, bei denen zum Beispiel eine Änderung der Raumaufteilung aufgrund der flexibel gestalteten Ausstattung ohne zusätzliche Baumaßnahmen möglich ist und sofort durchgeführt werden kann. Hierunter sind u.a. bewegliche Trennwände oder Schiebewände zu verstehen, die je nach Anforderung mehrfach geändert werden können.

### **3.2.6 Lebensdauer einzelner Bauteile des raumbildenden Ausbaus**

Bisher ist der Themenbereich der Lebensdauer verschiedener Bauteile und Konstruktionen des raumbildenden Ausbaus noch sehr wenig untersucht worden. Allgemein ist zur Lebensdauer einzelner Bauteile zu sagen, dass die Werte kritisch zu beurteilen sind, da diese im Einzelfall stark voneinander abweichen können. Die Lebensdauer kann nur ein Anhaltswert sein, der gewissen Schwankungen unterliegt. Die Untersuchungen zu Veränderungszyklen bieten jedoch einen sehr guten Anhaltswert, der für eine Beurteilung herangezogen werden kann. Die vielfältigen Gründe für Veränderungen, die einen entscheidenden Einfluss auf die Lebensdauer haben, sind bereits in Kapitel 3.2.4 aufgeführt worden.

Anhaltswerte für die Lebensdauer einzelner Bauteile sind teilweise in den Wertermittlungsrichtlinien 1991 (WertR 91) des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau in Anlage 5 enthalten. Werte aus der weiteren Literatur basieren in der Regel auf diesen Angaben. Das zu diesem Themenfeld verfügbare Datenmaterial ist sehr lückenhaft. Neben diesen Anhaltswerten, die die Lebensdauer einzelner Bauteile und Materialien eher aus der Sicht einer technischen Lebensdauer beurteilen, sind Anhaltswerte für die

tatsächliche Lebensdauer einzelner Bauteile, die auch die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Einflussfaktoren berücksichtigen, sehr sinnvoll. Mit einem Durchschnittswert für die Veränderungszyklen einzelner Bauteile bei Bürogebäuden, könnte z.B. ein Immobilienfond eine Unterstützung für die Ermittlung von erforderlichen Rückstellungen oder für Investitionsentscheidungen erhalten. Nävy<sup>26</sup> hat Veränderungszyklen von Bauwerken veröffentlicht. Die Datengrundlage ist aus Sicht des Verfassers nicht ausreichend ausgeprägt. Daher wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Umfrage<sup>27</sup> zu Veränderungszyklen und Modernisierungshäufigkeit von Bürogebäuden durchgeführt. Befragt wurden dabei Bauabteilungen von Banken, Versicherungen und öffentlichen Verwaltungen. Die Umfrage erfolgte telefonisch. Das Hauptziel der Umfrage war es, Aussagen bezüglich Veränderungszyklen, Gründe für Veränderungen und durchschnittliche Lebensdauern ausgewählter Bauteile des raumbildenden Ausbaus zu erhalten. Anhand des erhobenen Datenmaterials von 20 befragten Unternehmen wurde als Intervall für die Renovierung von Büroräumen ein durchschnittlicher Wert von 11,8 Jahre ermittelt. Die Standardabweichung ( $\sigma$ ) des Wertes liegt bei 4,6 Jahren. Dieser Zahlenwert ist als Anhaltswert zu bewerten, der im Einzelfall variieren kann. Der Wert beschreibt nicht das durchschnittliche Intervall für eine komplette Entkernung des Gebäudes einschließlich größerer Veränderungen der TGA, sondern die Renovierung von Büroräumen, wie z.B. nichttragende Trennwände versetzen, Wände tapezieren und/oder streichen, neue Verkabelungen verlegen usw. Als Hauptgründe für die Veränderungen wurden neue Technologien, veränderte Betriebsstrukturen, Umnutzungen (hier verstanden im Zusammenhang mit veränderter Büronutzung) und Mieterwechsel genannt. Weniger häufige Nennungen waren die Erweiterung des Unternehmens, Modetrends und das Alter des raumbildenden Ausbaus. Es fiel auf, dass das Alter des raumbildenden Ausbaus nur eine untergeordnete Rolle als Grund für Modernisierungsmaßnahmen darstellt. Insofern stellt die technisch mögliche Lebensdauer der einzelnen Bauteile oder Materialien des raumbildenden Ausbaus und der TGA nach Meinung des Verfassers bei Bürogebäuden nur einen, aber nicht immer den entscheidenden Grund für Veränderungsmaßnahmen dar. Diese Erkenntnis deckt sich mit der vorher getroffenen Aussage, dass nicht das Alter der

---

<sup>26</sup> Nävy, J: Facility Management, 1998.

<sup>27</sup> Schubkegel; Ebner: Lebensdauern von Materialien im Ausbaubereich, 1998.

verschiedenen Bauteile oder Materialien des raumbildenden Ausbaus die entscheidende Größe für Erneuerungsmaßnahmen ist, sondern dass gerade im gewerblichen Bereich andere Gründe für Veränderungsmaßnahmen relevant sind.

Für kleinere Renovierungsmaßnahmen wurden folgende durchschnittliche Werte ermittelt, welche in Abbildung 9 dargestellt sind.

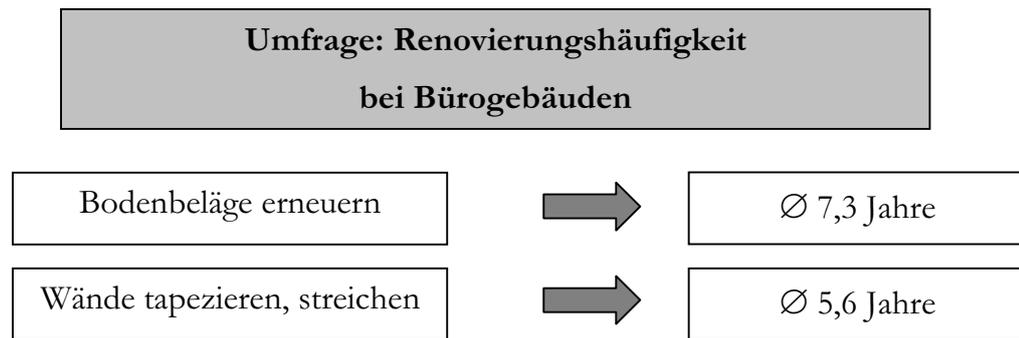


Abbildung 9 Renovierungshäufigkeit einzelner Bereiche des raumbildenden Ausbaus

Die Standardabweichung ( $\sigma$ ) der ermittelten Werte lag bei Bodenbeläge erneuern bei 4,9 und bei Wände tapezieren und streichen bei 2,2 Jahren.

Eine weitere Untersuchung<sup>28</sup> am Gebäudebestand einer großen deutschen Immobilienfondsgesellschaft mit knapp 100 Bürogebäuden kam unter anderem zu dem Ergebnis, dass fast bei jedem Mieterwechsel der Bodenbelag und die Wandoberflächen erneuert werden, auch wenn diese noch in sehr gutem Zustand sind. Dabei kommt es nach Expertenbefragungen häufig zu Veränderungen der Raumaufteilung. Eine Einflussgröße hierfür ist die Vertragsstruktur von Gewerbemietverträgen. Diese Verträge werden im Normalfall als Zeitmietverträge über einen Zeitraum von fünf Jahren abgeschlossen. Weiterhin besteht für die Zeit danach i.d.R. noch eine Verlängerungsoption auf insgesamt 10 Jahre. Es bleibt somit festzuhalten, dass bei Fremdvermietung von Immobilien aufgrund von Mieter-

<sup>28</sup> Zeller: Untersuchungen zur Modernisierungshäufigkeit am Beispiel einer Fondsgesellschaft, Diplomarbeit, 2001.

wechseln, unabhängig vom Zustand, sehr häufig mindestens der Bodenbelag und die Wandoberflächen erneuert werden. Weiterhin kommt es dabei oftmals zu Veränderungen der Raumaufteilung und weiterer Modernisierungsmaßnahmen aufgrund der gestellten Anforderungen des neuen Nutzers. Drohen mögliche Leerstände bei Bürogebäuden, werden teilweise Veränderungen am raumbildenden Ausbau und der TGA durchgeführt, um die Vermietbarkeit der Immobilie zu erhöhen. Diese Ergebnisse konnten aus einer Expertenbefragung erarbeitet werden.

Es ist signifikant aufgefallen, dass die Vertragsstruktur der gewerblichen Mietverträge und Mieterwechsel entscheidenden Einfluss auf Veränderungsmaßnahmen haben. Weiterhin kommt es während der Dauer des Mietvertrages bei vermieteten Büroräumen selten zu größeren Modernisierungsmaßnahmen, es sei denn es treten Schäden oder Mängel auf. Der Abschluss von neuen Mietverträgen ist sehr häufig der Auslöser für umfangreiche Veränderungsmaßnahmen, um den Ansprüchen des Nutzers gerecht zu werden.

### **3.2.7 Veränderungszyklen von Bürogebäuden am Beispiel des Gebäudebestands eines Immobilienfonds**

Am Beispiel des Gebäudebestands einer Immobilienfondsgesellschaft wurde in 2001 eine Studie zu Veränderungszyklen von Bürogebäuden durchgeführt. Als Datenbasis für diese Studie wurden alle Büroimmobilien der Gesellschaft der Baujahre von 1970 bis 1995 berücksichtigt. Ältere Bürogebäude, die sich auch im Bestand der Gesellschaft befinden, wurden nicht berücksichtigt, da hier der Datenbestand zum Teil lückenhaft war. Viele ältere Gebäude wurden zugekauft, weshalb hier keine detaillierten Angaben über frühere Veränderungen an den Gebäuden vorhanden waren. In der Summe konnten somit noch 43 Objekte als Datenbasis für diese Studie herangezogen werden. Die Studie wurde in Zusammenarbeit mit der Fondsgesellschaft durchgeführt. Zur Datenerhebung wurde ein Fragebogen entwickelt, welcher in verschiedene Bereiche untergliedert worden ist. Ein Teilbereich hiervon ist die Bestimmung des vorhandenen raumbildenden Ausbaus der einzelnen Gebäude und einzelner Veränderungszyklen. Ein weiterer Bereich ist die

Erfassung der vorhandenen technischen Gebäudeausrüstung, deren Alter und eine vorzunehmende Zustandsbewertung der verschiedenen Bauteile. Neben dieser Datenerhebung standen zur weiteren Beurteilung die vorhandene Bestandsdokumentation der einzelnen Immobilien zur Verfügung. Ein weiterer Punkt, der untersucht wurde, war die Fragestellung nach größeren Modernisierungsmaßnahmen der Bürogebäude und in welchen Intervallen diese im Mittel durchgeführt wurden. In der Auswertung wurden Modernisierungsmaßnahmen größeren Umfangs an Bürogebäuden berücksichtigt. Kleinere und partielle Maßnahmen, wie z.B. Renovierungen einzelner Räume und das Einbringen eines neuen Bodenbelags, wurden in dieser Auswertung nicht beachtet. Das folgende Diagramm zeigt die verschiedenen Baujahre der Gebäude und den Prozentsatz der Büroimmobilien, die schon in größerem Umfang modernisiert worden sind.

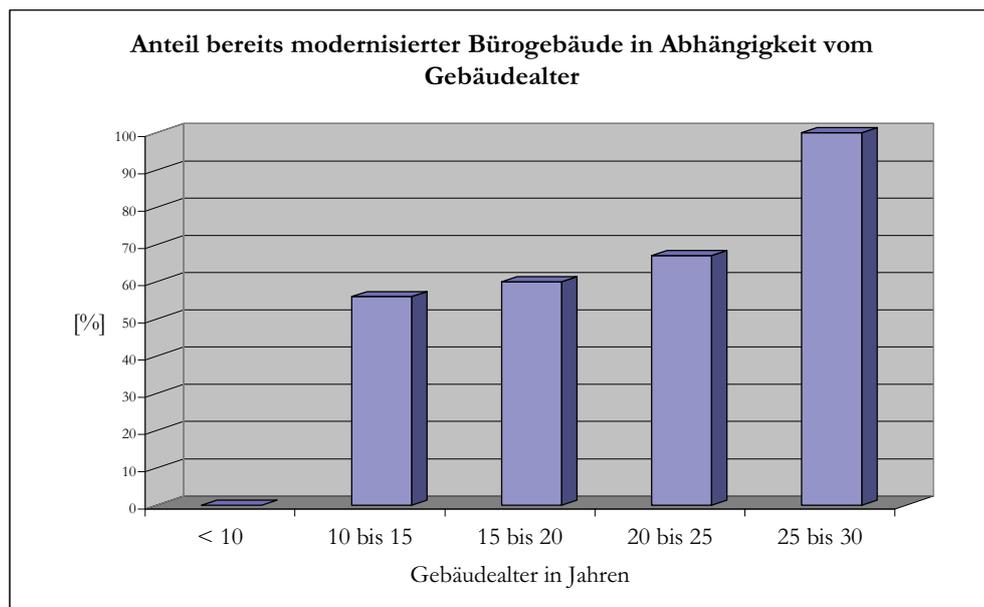


Abbildung 10 Anteil bereits modernisierter Bürogebäude mit einem Verkehrswert über 5 Mio. € der Baujahre 1970 bis 1995<sup>29</sup>

Das Diagramm lässt erkennen, dass nach 10 bis 15 Jahren bereits 50 Prozent der Bürogebäude großflächig im Bereich des raumbildenden Ausbaus und der TGA modernisiert

<sup>29</sup> Datenbasis: Gebäudebestand einer Immobilienfondsgesellschaft.

worden sind. Im Gebäudealter zwischen 20 und 25 Jahren sind bereits fast 70 Prozent der Gebäude modernisiert worden. Im Gebäudealter zwischen 25 und 30 Jahren sind 100 Prozent der Büroimmobilien in größerem Umfang modernisiert worden.

### 3.3 Substanzverlust bzw. Werteverzehr von Gebäuden

Während der Lebensdauer einer Immobilie kommt es zu einem Substanzverlust bzw. zu einem Werteverzehr. Auch bei der Besten Instandhaltung und Modernisierung wird ein Gebäude eines Tages seinem Schicksal verfallen und abbruchreif sein, denn die einzelnen Bauteile an sich haben nur eine bestimmte Lebensdauer. Ein großer Werteverzehr kommt gerade bei Bürogebäuden aufgrund der ständig steigenden neuen technischen Anforderungen und der Abnutzung zum Tragen.

Der Werteverzehr eines Gebäudes wurde bisher von mehreren Autoren in Form von Funktionen erarbeitet.

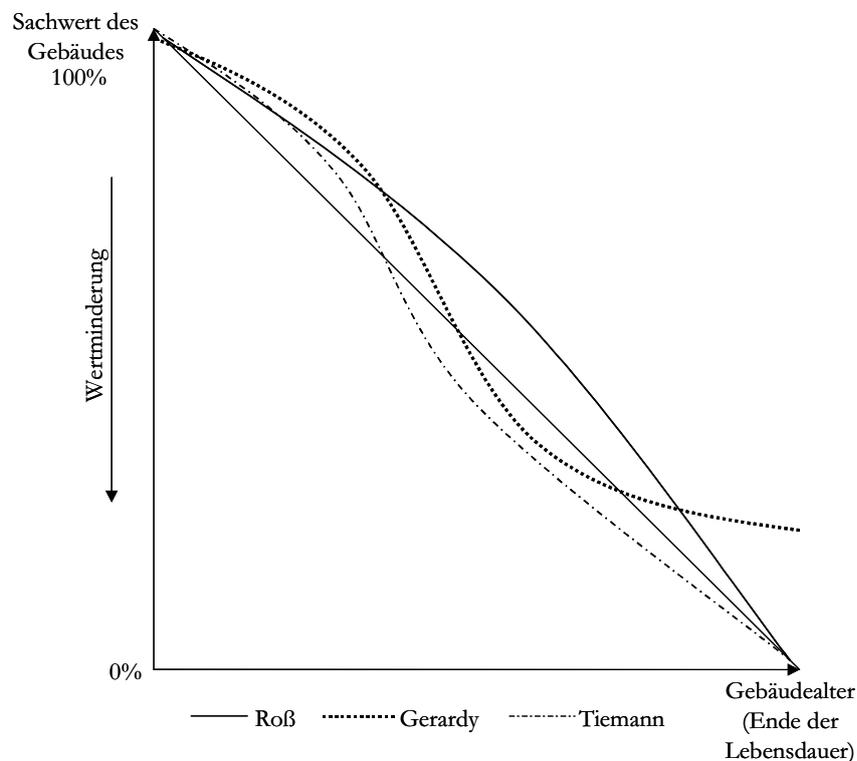


Abbildung 11 Vergleichende Darstellung verschiedener Funktionen zur Ermittlung der Wertminderung eines Bauwerks

Die erste Wertminderungstabelle erarbeitete Roß. Diese basiert auf theoretischen Überlegungen. Thiemann entwickelte eine Kurve, die auf Kaufpreisauswertungen beruht. Er ermittelte eine s- förmige Kurve, die sich anfangs der Roß'schen Kurve anschmiegt, dann unter lineare Wertminderung absinkt und am Ende der angenommenen Lebensdauer der Immobilie bei null endet. Gerardy ermittelte eine ähnliche Kurve, wie Thiemann. Im Gegensatz zu Thiemann stellte er jedoch fest, dass die Bauwerke nach Ablauf der angenommenen Lebensdauer noch einen gewissen Restwert aufweisen. Die höchste Wertminderung nimmt er mit 84% an. Für die weitere Betrachtung wird die Kurve von Gerardy herangezogen, da diese am ehesten der Realität entspricht und anhand von Untersuchungen belegt werden konnte.

Der Sachwert<sup>30</sup> eines Bürogebäudes verändert sich während der Nutzungszeit, denn das Gebäude unterliegt einer Wertminderung. Diese wird allerdings unterbrochen durch die baulichen Veränderungen an der Immobilie in Form von größeren Renovierungen, Modernisierungen und Sanierungen. Die beschriebenen Maßnahmen führen zweifellos zu einer Steigerung des Sachwerts des Gebäudes. Die nachfolgende Abbildung beschreibt qualitativ die Erhöhung des Sachwerts eines Bauwerks. Eine gezielte bauliche Verbesserung und Anpassung der Immobilie kann den Werteverzehr für eine gewisse Zeit unterbrechen und die Lebensdauer verlängern.

---

<sup>30</sup> Unter Sachwert wird im Rahmen dieser Arbeit der Wert des Gebäudes und seiner sonstigen baulichen Anlagen verstanden.

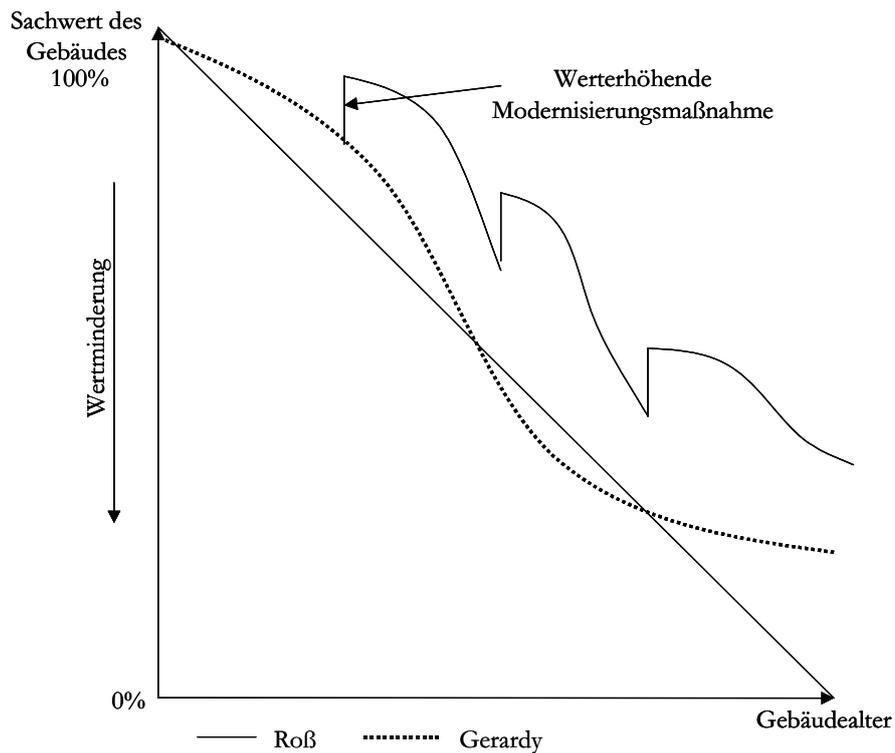


Abbildung 12 Erhöhung des Sachwerts und Verlängerung der Lebensdauer eines Bauwerks durch gezielte Modernisierungsmaßnahmen

Nach der Erstellung des Gebäudes beginnt der Werteverzehr des Gebäudes respektive des Sachwerts. Bis zur ersten größeren Veränderung sinkt der Sachwert ab. Aufgrund der Maßnahme wird der Sachwert wieder erhöht. Abhängig von Gebäudetyp und Nutzung wiederholen sich die werterhöhenden Maßnahmen in unterschiedlichen Abständen. Eine untere Qualitätsgrenze bzw. Standard der Immobilie, der individuell festzulegen ist, sollte über die gesamte Lebensdauer gewährleistet sein.

### 3.4 Zusammenfassung und weiterführende Betrachtung

Anhand der statistischen Auswertungen ist deutlich zu erkennen, welche Bedeutung und Größenordnung der betrachtete Bereich am Baumarkt einnimmt. Das Bauvolumen an

bestehenden Gebäuden hat sich mittlerweile zu einem wichtigen Marktsegment am Baumarkt entwickelt.

Die durchgeführten Untersuchungen zu Veränderungszyklen und Modernisierungshäufigkeit belegen die zuvor angestellten theoretischen Überlegungen zu diesem Themenfeld. Die erarbeiteten Gründe für Veränderungen des raumbildenden Ausbaus fallen eindeutig aus und belegen weiterhin die Aussagen des Verfassers.

Im Nachfolgenden werden die Bauwerkskosten von Bürogebäuden untersucht, um Erkenntnisse über die kostenmäßige Größenordnung des raumbildenden Ausbaus, zu erhalten.



## 4 Bauwerkskosten von Bürogebäuden

### 4.1 Allgemeines

Die Bauwerkskosten beim Neubau von Bürogebäuden können in die Bereiche Rohbau, Gebäudehülle, raumbildender Ausbau und technische Gebäudeausrüstung unterteilt werden. Um die Relevanz des betrachteten Sachverhalts dieser Arbeit zu unterstreichen, wurde der Fragestellung nachgegangen, in welcher Größenordnung der Anteil des raumbildenden Ausbaus und der TGA an den Bauwerkskosten von Bürogebäuden liegt.

### 4.2 Gliederung der Bauwerkskosten

Es wurden die Bauwerkskosten für den Neubau von insgesamt 38 Bürogebäuden, eingeteilt in mittlerer und gehobener Standard ausgewertet. Bei den Bürogebäuden mittleren Standards wurden 14 abgewickelte Projekte und bei den Gebäuden des gehobenen Standards 24 abgewickelte Projekte ausgewertet.

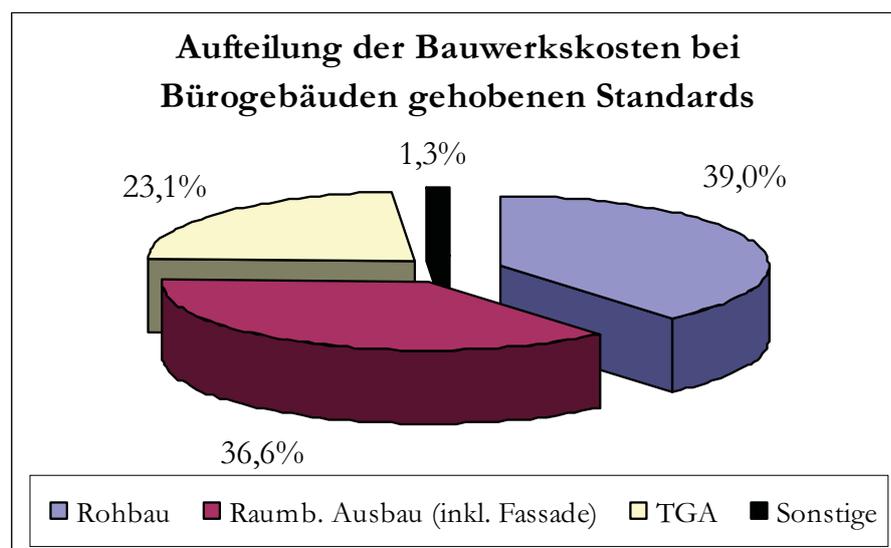


Abbildung 13 Auswertung von 24 abgewickelten Neubauprojekten gehobenen Standards

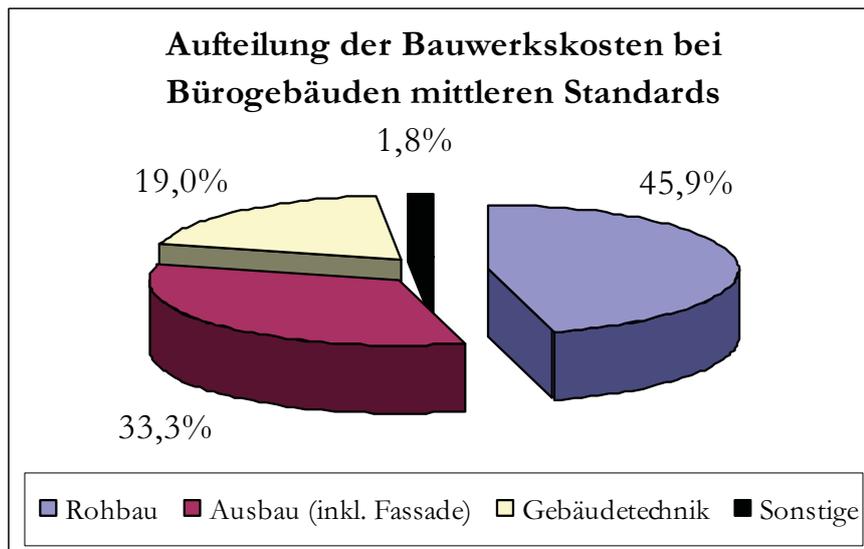


Abbildung 14 Auswertung von 14 abgewickelten Neubauprojekten mittleren Standards

Die Daten der Auswertung basieren auf Informationen der Deutschen Architektenkammern GmbH. Die Zuordnung der Kosten wurde nach den Leistungsbereichen der DIN 276 und deren Kostengliederung vorgenommen.

Abbildungen 13 und 14 zeigen, dass der Anteil des raumbildenden Ausbaus und der technischen Gebäudeausrüstung zusammen im Mittel über 50% der Bauwerkskosten einnimmt. Weiterhin kann man feststellen, dass der Anteil des raumbildenden Ausbaus und der TGA an den Bauwerkskosten mit einem höheren ausgeführten Standard, steigt. Das Ergebnis der durchgeführten Datenauswertung fällt nicht so eindeutig aus, wie erwartet. Vor der Auswertung der Daten wurde erwartet, dass der prozentuale Anteil des Rohbaus noch geringer als das ermittelte Ergebnis ist. Trotzdem ist der Anteil, den der raumbildende Ausbau und die technische Gebäudeausrüstung einnehmen, im Verhältnis zum Rohbau als hoch zu betrachten.

Eine ähnliche Aufteilung der Bauwerkskosten nimmt auch Motzko vor, was Abbildung 15 zeigt.

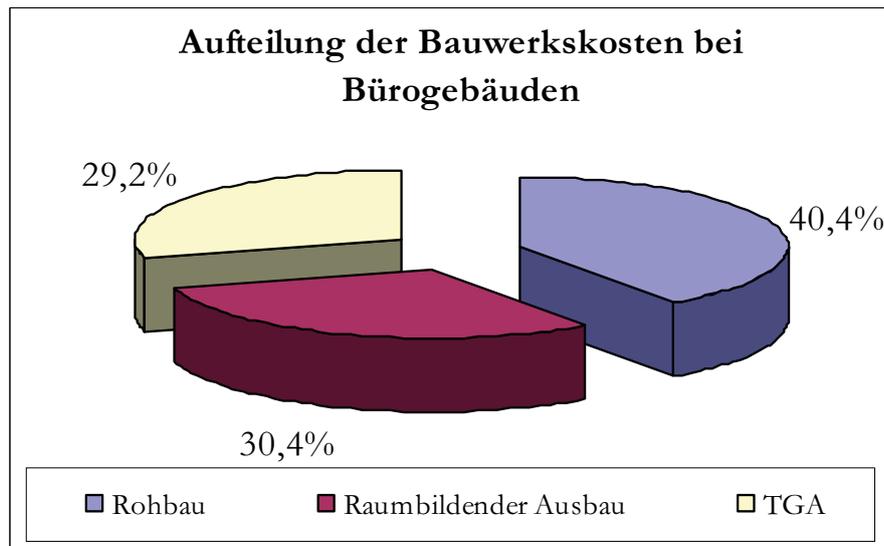


Abbildung 15 Aufteilung der Bauwerkskosten bei Bürogebäuden<sup>31</sup>

Es ist festzustellen, dass der raumbildende Ausbau und die TGA einen erheblichen Anteil an den Bauwerkskosten des Neubaus bei Bürogebäuden einnehmen. Berücksichtigt man die Ergebnisse der Veränderungszyklen aus Kapitel 3.2.3, so kann man feststellen, dass, über die Lebensdauer bzw. mehrerer Veränderungszyklen betrachtet der Anteil der Kosten des raumbildenden Ausbaus und der TGA im Verhältnis zum Rohbau des Gebäudes ein Vielfaches beträgt. Es wird deutlich, welchen hohen Stellenwert die technische Gebäudeausrüstung und der raumbildende Ausbau über einen längeren Zeitraum betrachtet, an den gesamten Bauwerkskosten von Bürogebäuden haben. Der Rohbau bzw. die Tragstruktur, die im Normalfall über die Nutzungsdauer des Gebäudes erhalten bleibt oder nur geringfügig verändert wird, macht, über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes betrachtet nur einen geringen Teil der anfallenden Kosten aus.

<sup>31</sup> Motzko, C.: Skriptum Schlüsselfertigbau I, Institut für Baubetrieb, 2000.

### 4.3 Zusammenfassung und weitergehende Betrachtung

In diesem Kapitel konnten anhand der Untersuchungen zu den Bauwerkskosten von Bürogebäuden dargelegt werden, dass der in dieser Arbeit betrachtete raumbildende Ausbau ca. zwischen 30 und 37%, u.a. abhängig vom Ausstattungsstandard an den Bauwerkskosten ausmacht. Betrachtet man die anfallenden Bauwerkskosten über den gesamten Lebenszyklus einer Büroimmobilie, so wird bei den erarbeiteten Veränderungszyklen sehr deutlich, dass die Kosten des raumbildenden Ausbaus und der TGA im Vergleich zum Rohbau hohe Kosten verursachen.

Eine weitergehende Betrachtung neben den Bauwerkskosten eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus ist die zusätzliche Berücksichtigung der Nutzungskosten im Hochbau nach DIN 18960 oder nach DIN 32736 Gebäudemanagement. Im Rahmen dieser Arbeit, die in erster Linie die baubetrieblichen Aspekte berücksichtigt, wird der Bereich der Nutzungskosten nicht untersucht. DIN 18960 betrachtet vorrangig die laufenden Kosten, wie Verwaltung, Steuern und die Betriebskosten eines Gebäudes. Lediglich die unter Punkt 6. Bauunterhaltungskosten zusammengefassten Maßnahmen der DIN 18960 beinhalten unter anderem Maßnahmen wie Schönheitsreparaturen, z.B. Veränderungen von Fußbodenbelägen, Anlegen von Wänden usw. Darunter fallen jedoch keine größeren Veränderungsmaßnahmen am Gebäude. Die Kosten für die Herstellung, den Umbau, bauliche Veränderungen oder die Beseitigung von Gebäuden werden den Kosten von Hochbauten nach DIN 276 zugeordnet. DIN 32736 Gebäudemanagement ist in vielen Bereichen umfangreicher als DIN 18960. Sie beinhaltet die Gesamtheit aller Leistungen, die zum Betreiben und Bewirtschaften von Immobilien nötig sind. Der Anwendungsbereich dieser Norm dient dem einheitlichen Sprachgebrauch, der Definition von Begriffen und der Strukturierung von Leistungen des Gebäudemanagements. Es ist allerdings nicht die Aufgabe dieser DIN, Systeme zu erläutern oder zu definieren, wer die aufgeführten Leistungen zu erbringen hat.<sup>32</sup> DIN 32736 gliedert ihre Leistungsbereiche grundsätzlich in 3 Säulen auf.

---

<sup>32</sup> vgl.: DIN 32736 Gebäudemanagement, 2000.

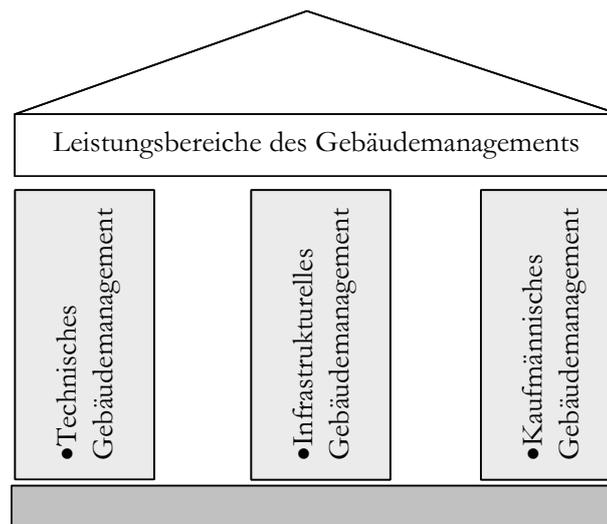


Abbildung 16 Leistungsbereiche des Gebäudemanagements nach DIN 32736

In der neuen DIN aus dem Jahr 2000 werden auch die baulichen Maßnahmen an einem Gebäude berücksichtigt. Die DIN Gebäudemanagement unterscheidet sich z.B. dadurch von DIN 18960, dass Modernisierungen und Umbauten hierin enthalten sind. Generell ist als Fazit festzuhalten, dass DIN 32736 wesentlich mehr Leistungen umfasst, als DIN 18960.

Fließen die Aspekte in den vorangegangenen Abschnitten mit ein, so wird sehr schnell deutlich, dass eine isolierte Betrachtung der reinen Bauwerkskosten eines Gebäudeeigentümers, der eine Immobilie aktiv über einen längeren Zeitpunkt bewirtschaften möchte, nicht zielführend sein kann. Die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Teilbereich des raumbildenden Ausbaus von Bürogebäuden in dieser Arbeit soll einen Beitrag aus baubetrieblicher Sichtweise zu diesem Themenkomplex liefern. Die in den noch folgenden Kapiteln angestellten Untersuchungen und Ergebnisse können für die ganzheitliche Betrachtung einer aktiven Immobilienbewirtschaftung nach der neuen DIN Eingang finden.

Der Bereich der Baunutzungskosten stellt ein interessantes Feld dar, welches für die Beurteilung von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus, viele Möglichkeiten für weitergehende wissenschaftliche Untersuchungen bietet.



## **5 Raumbildender Ausbau von Bürogebäuden**

### **5.1 Grundlagen**

Für die Herstellung von Bürogebäuden wird zunächst eine Einordnung und Abgrenzung der Begriffe Rohbau, Gebäudehülle, TGA und raumbildender Ausbau vorgenommen.

In den folgenden Kapiteln werden weiterhin grundlegende Klassifizierungen und Beschreibungen von Konstruktionsprinzipien ausgewählter Bereiche erarbeitet und dargestellt, die für die weiteren Betrachtungen von Bedeutung sind. Die Einteilung wird so vorgenommen, dass diese für eine weitere baubetriebliche Betrachtung herangezogen werden kann. Die riesige Produktvielfalt im Bereich des raumbildenden Ausbaus kann und soll nicht dargestellt werden. Doch wird die Einordnung so getroffen, dass marktübliche und gängige Systeme Berücksichtigung finden. Wichtige Sonderkonstruktionen und alternative Ausführungsvarianten für den betrachteten Bereich werden an entsprechender Stelle dieser Arbeit angesprochen.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt bei den nichttragenden Trennwand- und Fußbodensystemen, die später, aus baubetrieblicher Sichtweise näher analysiert werden. Auf den Bereich der leichten Deckenbekleidungen und Unterdecken wird nur kurz eingegangen, da diese für die weiteren Betrachtungen nicht von wesentlicher Bedeutung sind.

#### **5.1.1 Einordnung und Abgrenzung der Begriffe**

Begriffe Rohbau, Gebäudehülle, raumbildender Ausbau und technische Gebäudeausrüstung werden in der Literatur und im Sprachgebrauch teilweise für verschiedene

Begriffsinhalte verwendet. Es gibt derzeit keine einheitliche Abgrenzung und Definition der Begriffe.

Die HOAI definiert in § 3, Nr.7 für den raumbildenden Ausbau folgende Begriffsbestimmungen: „Raumbildende Ausbauten sind die innere Gestaltung oder Erstellung von Innenräumen ohne wesentliche Eingriffe in den Bestand oder Konstruktion.“<sup>33</sup> Raumbildende Ausbauten können dabei bei Neubaumaßnahmen und bei Modernisierungsmaßnahmen anfallen. Diese Definition ist allerdings zu allgemein, um die einzelnen Bereiche bei der Herstellung eines Gebäudes genau zu beschreiben.

Für die Herstellung eines Bürogebäudes bietet sich die Einteilung in die Gruppen Rohbau, Gebäudehülle, raumbildender Ausbau und Technische Gebäudeausrüstung an. Eine ähnliche Einteilung schlagen auch Motzko<sup>34</sup> und Racky<sup>35</sup> vor. Der Vorteil dieser Einteilung liegt darin, konstruktions- und bauablaufbedingte Zusammenhänge bei der Herstellung besser erfassen zu können.<sup>36</sup>

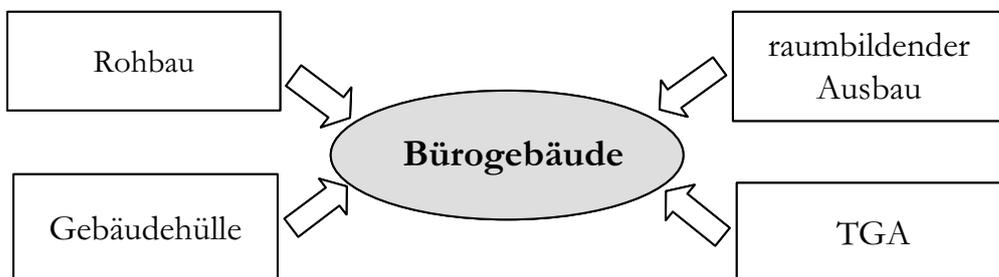


Abbildung 17 Einteilung der Gebäudeherstellung in vier Gruppen

Der Bereich der Gebäudehülle wird auch häufig dem raumbildenden Ausbau zugeordnet. Die Gebäudehülle wird in dieser Arbeit nicht weitergehend betrachtet, da sich das Hauptaugenmerk der Betrachtung auf den raumbildenden Ausbau insbesondere auf

<sup>33</sup> HOAI Honorarordnung für Architekten und Ingenieure i.d.F. vom 04.03.1991; § 3.

<sup>34</sup> vgl.: Motzko C.: Skriptum, Schlüsselfertigbau I, Institut für Baubetrieb, 2000.

<sup>35</sup> vgl.: Racky P.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform, 1997.

<sup>36</sup> Klärner; Schwörer: Qualitätssicherung im Schlüsselfertigen Bauen, 1992.

Fußboden- und nichttragende Trennwandsysteme richtet. Die Gebäudehülle wird als vorhandener Bestandteil des Gebäudes für die weiterführenden Betrachtungen ähnlich der vorhandenen Tragstruktur vorausgesetzt und nicht näher untersucht. Für weiterführende baubetriebliche Untersuchungen zum Themenkomplex der Gebäudehülle wird auf Bubenik<sup>37</sup> verwiesen. Der Rohbau und die TGA finden in den Bereichen, in denen diese maßgebenden Einfluss auf die Auswahl und den Bauablauf der betrachteten Bauteile des raumbildenden Ausbaus haben Berücksichtigung.

### 5.1.2 Wesentliche Gewerke des raumbildenden Ausbaus

In Kapitel 5.1.1 wurden die Bauarbeiten für die Herstellung eines Bürogebäudes in vier Gruppen eingeteilt. Zum raumbildenden Ausbau gehören folgende Gewerke:

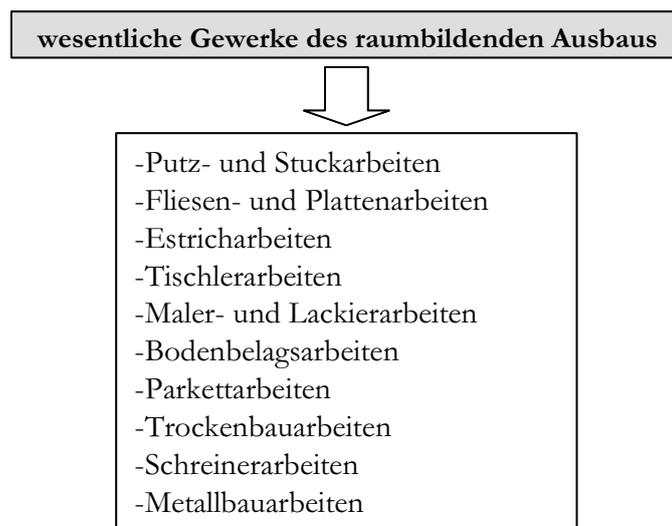


Abbildung 18 Wesentliche Gewerke des raumbildenden Ausbaus

Wie die Abbildung zeigt, sind dem raumbildenden Ausbau viele unterschiedliche Gewerke zuzuordnen, die bei Veränderungsmaßnahmen auf einer Baustelle zu koordinieren sind.

---

<sup>37</sup> Bubenik, A.: Die Fassade und ihr Einfluss auf die schlüsselfertige Bauausführung, 2001

### 5.1.3 Grundlagen der Ausbauproduktion

Im Vergleich zu den Rohbauarbeiten weisen die Ausbauarbeiten eine Vielzahl von Teilvorgängen auf. Hierdurch müssen bei der Ausbauproduktion eine Vielzahl von Einzelprozessen miteinander kombiniert bzw. aufeinander abgestimmt werden.<sup>38</sup>

Allgemein ist der raumbildende Ausbau geprägt durch eine stark lohnintensive und handwerkliche Struktur. Beim Bau moderner Bürogebäude ist derzeit eine ständig steigende Komplexität zu verzeichnen. Die zunehmende Komplexität resultiert aus den sich weiterentwickelten technischen Neuerungen und der Forderung der Nutzer bzw. des Bauherren, diese in das Gebäude zu integrieren.

Bei der Ausbauproduktion von Bürogebäuden ist eine Vielzahl von verschiedenen Gewerken tätig. Für die Planung und Ausführung im Ausbaubereich müssen diese Gewerke so koordiniert und abgestimmt werden, dass ein nahtloses Ineinandergreifen ermöglicht wird.

## 5.2 Fußbodenunterkonstruktionen

An Fußbodenunterkonstruktionen können die unterschiedlichsten Anforderungen gestellt werden. Je nach Anforderungsprofil des Bauherrn bzw. Nutzers gibt es mannigfaltige Möglichkeiten Fußbodenunterkonstruktionen auszuführen. Gründe für die Auswahl der einen oder anderen Fußbodenunterkonstruktion können sein: die Flexibilität, die Kosten, die Bauzeit, die Anforderungen der Nutzer, der Schallschutz, der Wärmeschutz, die Geschosshöhe und weitere.

Die folgende Darstellung und Beschreibung der verschiedenen Fußbodenunterkonstruktionen dient als Basis und Vereinheitlichung der Begrifflichkeiten für die späteren

---

<sup>38</sup> vgl.: Bauer: Baubetrieb 1, 1992.

Betrachtungen. Für weiterführende Ausführungen im Bereich der Fußbodensysteme wird auf Mayer<sup>39</sup> verwiesen.

Bei Bürogebäuden finden häufig folgende Fußbodenunterkonstruktionen Anwendung:

- Estrich mit Trittschalldämmung
- Estrich mit Trittschalldämmung und Kabelkanälen (Unterflurkanalsystem)
- Hohlraumboden monolithisch/mehrschichtig
- Doppelboden

Es gibt noch weitere Fußbodenunterkonstruktionen, die allerdings bei Bürogebäuden selten, oder gar nicht zum Einsatz kommen und daher nicht näher behandelt werden.

In Anlage I werden die betrachteten Fußbodenkonstruktionen näher dargestellt und erläutert, da dies die Grundlage für die noch folgenden Untersuchungen der Detailanalysen des Bauablaufs bildet und somit unumgänglich ist.

### 5.3 Nichttragende Trennwände

Diese Art von Wandsystemen wird in DIN 4103 behandelt. Die Funktion dieser Trennwände ist primär die Raumabgrenzung, denn diese Wände werden nicht bei der Lastabtragung oder bei der Aussteifung von Gebäuden berücksichtigt. Funktionen dieser Wände können neben der Raumteilung, auch Schall-, Feuchte-, Brand- und Wärmeschutz sein. Die Standsicherheit dieser Wände wird durch den Anschluss an angrenzende Bauteile gewährleistet.<sup>40</sup>

Nachfolgende Abbildung stellt eine Einteilung der verschiedenen nichttragenden inneren Trennwandsysteme dar:

---

<sup>39</sup> Mayer. D.: Entscheidungshilfe für die Beurteilung von Fußbodensystemen im Hochbau, 2000.

<sup>40</sup> vgl.: Mittag M.: Baukonstruktionslehre, 2000.

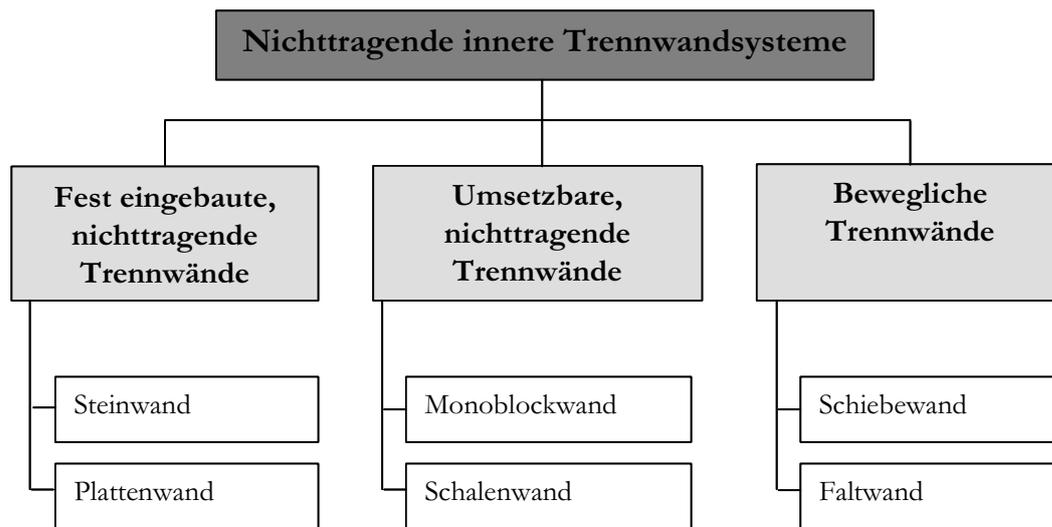


Abbildung 19 Einteilung nichttragender innerer Trennwandsysteme<sup>41</sup>

Analog zu den Fußbodenunterkonstruktionen werden die einzelnen Systeme in Anlage II dieser Arbeit erläutert.

## 5.4 Leichte Deckenbekleidungen und Unterdecken

Deckenbekleidungen sind an einer Unterkonstruktion unmittelbar am tragenden Bauteil befestigt. Unterdecken hingegen werden an einer, am tragenden Bauteil befestigten abgehängten Unterkonstruktion angebracht.

Bei Bürogebäuden kommen sehr häufig leichte Unterdecken mit einem maximalen Flächengewicht von  $50 \text{ kg/m}^2$  zur Ausführung. Diese Systeme dienen vor allem der Verkleidung von Installationen in den Gebäuden. Weiterhin wird in die Unterdecke vielfach die Raumbeleuchtung integriert. Abbildung 20 zeigt ein mögliches Konstruktionsprinzip einer leichten Unterdecke.

---

<sup>41</sup> vgl.: Frick; Knöll; Weinbrenner: Baukonstruktionslehre Teil 1 und 2, 1997.

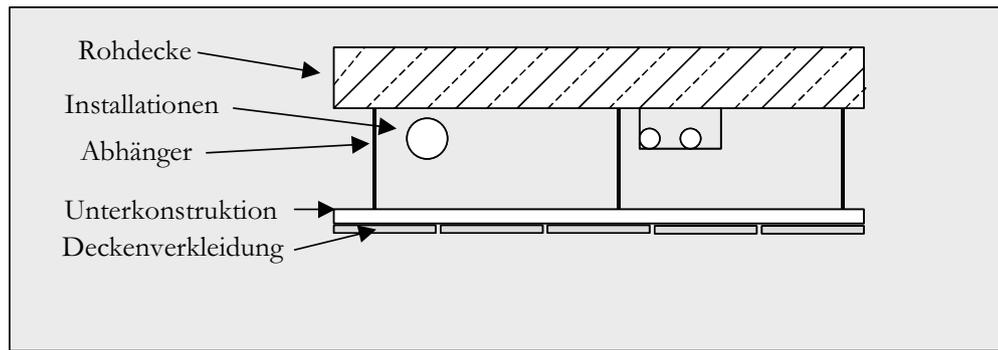


Abbildung 20 Prinzipskizze einer leichten Unterdecke

Die Deckenbekleidungen spielen bei Veränderungsmaßnahmen keine große Rolle. Bei Bürogebäuden, bei denen im Regelfall leichte Unterdecken zur Ausführung kommen, können diese bei Veränderungen der Raumaufteilung relativ einfach angepasst werden. Bei der in einem späteren Kapitel behandelten Anordnungsbeziehungen bzw. der Detailanalyse des Bauablaufs werden leichte Unterdecken und deren Eingliederung in den Bauablauf relevant und auch vom Verfasser berücksichtigt.

Dem Umfang der Arbeit entsprechend wird für die weiterführende Betrachtung der verschiedenen Systeme des raumbildenden Ausbaus auf das Schrifttum verwiesen.

## 5.5 Zusammenfassende Darstellung

In diesem Kapitel konnte die Basis für die weiterführenden Betrachtungen der einzelnen Bereiche gelegt werden. Die verschiedenen Systeme wurden kurz vorgestellt. In den Anlagen I und II werden die einzelnen Systeme, deren Aufbau und mögliche Materialien noch vertiefend erläutert. Neben der Kenntnis des Aufbaus und der Materialien eines Bauteils ist eine detaillierte Kenntnis des Bauablaufs zur Erstellung und die Interaktion zu anderen Bauteilen und Gewerken sehr bedeutsam. Detailanalysen des Bauablaufs ausgewählter Systeme von Fußbodenunterkonstruktionen und nichttragenden Trennwandsystemen sind Gegenstand des nachfolgenden Kapitels.



## **6 Detailanalyse des Bauablaufs ausgewählter Systeme des raumbildenden Ausbaus**

### **6.1 Grundlagen**

Die Betrachtung der einzelnen Bereiche des raumbildenden Ausbaus zur Tragstruktur des Bauwerks und darüber hinaus zum detaillierten Bauablauf ist eine Problemstellung erheblicher Komplexität. Die Kenntnis, Strukturierung und Berücksichtigung dieser Abhängigkeitsbeziehungen ist für eine koordinierte und reibungslose Abwicklung gerade bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden von elementarer Bedeutung. Nur durch die Kenntnis der einzelnen Bauabläufe bei der Erstellung der verschiedenen Bauteile kann ein zielgerichtetes Handeln z.B. bei der Koordinierung der jeweiligen Gewerke auf der Baustelle möglich werden.

Kommt es zu Veränderungen an bereits bestehenden Gebäuden aufgrund von Modernisierungs-, Renovierungs- oder Sanierungsmaßnahmen, so kann es je nach Randbedingungen des Projekts zu Abweichungen des baubetrieblich optimalen Bauablauf kommen. Umso wichtiger ist nun das Detailwissen über die einzelnen Erstellungsphasen, damit geänderte Randbedingungen in einen baubetrieblich sinnvollen Bauablauf integriert werden können. Nur so ist es demjenigen, der die Leistung zu erbringen hat, möglich, gezielt auf die geänderten Randbedingungen zu reagieren und dies in der Planung und der Ausführung zu beachten.

Aufgrund verschiedener Vergabeformen kann es zu unterschiedlichen Aufgabenumfängen und Risikoverteilungen für den AG und den AN kommen. In dieser Arbeit werden diesbezüglich keine weitergehenden Betrachtungen angestellt, da es nach Meinung des Verfassers durch die verschiedenen Vergabeformen in technischer Hinsicht eher zu einer Risikoverschiebung zwischen AG und AN kommt, aber die technische Problematik des Erstellungsprozesses der zu betrachtenden Bauteile davon unberührt bleiben. Der

Koordinierungsaufwand kann durch die Auswahl einer geeigneten Vergabeform optimiert werden. Weiterhin können Unternehmen gewerkeübergreifend bestimmte Bauteile als schlüsselfertige Leistung am Markt anbieten, was zu Synergieeffekten bei dem Erstellungsprozess führen kann. Es bleibt jedoch abschließend festzuhalten, dass die technische Problematik bei der Erstellung erhalten bleibt. Aus diesem Grund werden in den folgenden Kapiteln die Detailanalysen des Bauablaufs von nichttragenden Trennwandsystemen und Fußbodenunterkonstruktionen näher dargestellt und erläutert.

## **6.2 Abhängigkeitsbeziehungen der Ausbauprozesse**

Ein elementarer Themenkomplex für Baumaßnahmen im Bestand sind die Abhängigkeitsbeziehungen respektive die Anordnungsbeziehungen bei der Erstellung der einzelnen Bauteile des raumbildenden Ausbaus insbesondere von nichttragenden Trennwand- und Fußbodensystemen.

Grundsätzlich lassen sich Abhängigkeitsbeziehungen in technologische und kapazitative Abhängigkeiten unterteilen.

### **6.2.1 Technologische Abhängigkeitsbeziehungen**

Unter technologischen Abhängigkeitsbeziehungen versteht man aus der Herstellungstechnik resultierende Vorgaben, Wartezeiten oder Zwänge bei der Erstellung von Bauteilen. Des Weiteren werden nach Nagel<sup>42</sup> Abhängigkeitsbeziehungen in zwingende und zweckmäßige Abhängigkeitsbeziehungen unterteilt. Unter zwingenden Abhängigkeitsbeziehungen sind Beziehungen zu verstehen, welche unbedingt zur Herstellung einzuhalten sind. Es werden somit größtenteils technologische Beziehungen beschrieben. Beispielhaft sei hier die Trocknungszeit des Estrichs, bevor der einzubringende Bodenbelag verlegt werden kann aufgeführt. Bei Maler- und Tapezierarbeiten ist die Fertigstellung der

---

<sup>42</sup> Nagel; Götting; Hänel; Wagner: Ausbauprozesse, 1990.

Rauhfaser tapete zu nennen, damit danach der Maler die tapezierte Wand anlegen kann. Zweckmäßige Abhängigkeitsbeziehungen sind solche, die nicht unbedingt eine Voraussetzung für das Ende oder den Beginn einer Tätigkeit sind, aber durchaus einen optimierten und/-oder wirtschaftlichen Vorteil beim Bauablauf und dessen Einhaltung erreichen. Ein Beispiel hierfür ist das Bestreben im raumbildenden Ausbau „schmutzige“ Tätigkeiten vor „sauberen“ Tätigkeiten durchzuführen, um so zusätzliche Verschmutzungen und eventuelle Beschädigungen zu vermeiden.

### **6.2.2 Kapazitative Abhängigkeitsbeziehungen**

Kapazitative Abhängigkeitsbeziehungen sind Bedingungen, die zum Beispiel aufgrund der Menge der eingesetzten Geräte oder des eingesetzten Personals entstehen. Als ein Beispiel aus der Baupraxis ist die Leistung der eingesetzten Estrichmaschine zu nennen. Ein weiteres Beispiel ist das eingesetzte Personal als begrenzender Faktor für die Erstellung eines Bauteils.

## **6.3 Bauablaufvarianten verschiedener Ausbaukonstruktionen**

Der Bauablauf verschiedener Bauteile des raumbildenden Ausbaus bei Bürogebäuden hängt sehr stark von den zu erstellenden Systemen ab. In den folgenden Kapiteln wird für verschiedene Systeme ein möglicher Ablauf der Ausbaurbeiten in Form von Ablaufdiagrammen dargestellt. Die Ablaufdiagramme wurden im Rahmen einer Vertieferarbeit<sup>43</sup> vom Verfasser entwickelt und von erfahrenen Bauleitern anhand von Expertenbefragungen überprüft und weiter optimiert.

Die Ablaufdiagramme bieten dem Bauleiter bzw. Planer eine Hilfestellung für die Planung, Koordinierung und Abwicklung von raumbildenden Ausbauten bei Bürogebäuden. Gerade

---

<sup>43</sup> Klingenberger; Ebner: Planung und Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen bei Bürogebäuden, Vertieferarbeit, 2000.

bei Bürogebäuden kommt es, wie schon in Kapitel 3.2.3 näher ausgeführt, während der Nutzungszeit häufig zu Veränderungen der Raumaufteilung oder zu Modernisierungen, weshalb dieser Bereich von großer Relevanz ist. Bei Baumaßnahmen im Bestand, mit teilweise laufender Nutzung und oftmals vertraglich festgelegten engen Terminvorgaben ist die Kenntnis möglicher Bauabläufe wichtig für eine systematische Planung und Durchführung einer Veränderungsmaßnahme. Vor der praktischen Anwendung sind die entwickelten Ablaufdiagramme auf die speziellen Randbedingungen des jeweiligen Projekts abzustimmen und zu überprüfen. In den Ablaufdiagrammen sind für den Bauablauf wichtige Tätigkeiten aufgeführt. Kleinere Nebentätigkeiten werden nicht gesondert aufgeführt.

In den Kapiteln 6.3.1 und 6.3.2 werden die Herstellungsprozesse verschiedener Systeme dargestellt, wobei diese hier noch losgelöst von Abhängigkeitsbeziehungen zu anderen angrenzenden Bauteilen des raumbildenden Ausbaus dargestellt werden. Auch die Einflüsse der TGA finden hier noch keine Berücksichtigung. Die Interdependenzen zu anderen Gewerken werden in später folgenden Kapiteln noch vertiefend betrachtet.

### **6.3.1 Detailanalyse des Bauablaufs zur Erstellung von Fußbodensystemen**

Die einzelnen Arbeitsschritte für die Erstellung der verschiedenen Fußbodensysteme und die technologischen Abhängigkeitsbeziehungen werden in den folgenden Unterkapiteln dargestellt. Kleinere Tätigkeiten zur Erstellung werden idealisierend vernachlässigt, da diese auch keinen maßgebenden Einfluss auf die Koordinierung der einzelnen Kolonnen oder Gewerke und die Abhängigkeitsbeziehungen haben.

### 6.3.1.1 Schwimmender Estrich mit geschlossenem Unterflurkanalsystem

Für die Erstellung von Estrichkonstruktionen wird exemplarisch ein schwimmender Estrich mit geschlossenem Unterflurkanalsystem vorgestellt und erläutert. Bei anderen Estrichkonstruktionen, wie zum Beispiel einem Verbundestrich oder einem Estrich auf Trennschicht, die vorher beschrieben worden sind, ist der Ablauf analog zu dem hier vorgestellten System auszuführen. Hierbei fallen lediglich einige Arbeitsschritte weg, weshalb diese Systeme nicht explizit dargestellt werden. Folgende Arbeitsschritte werden zur Erstellung nötig.

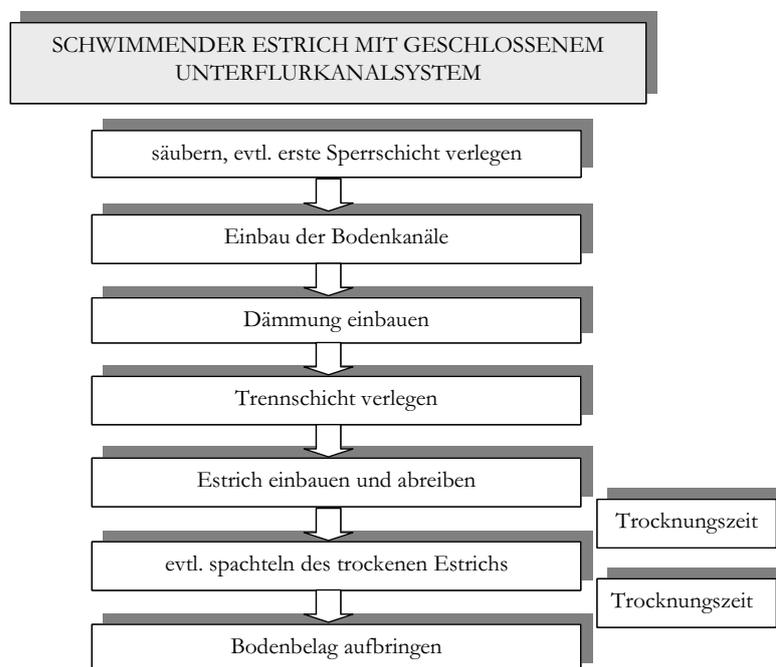


Abbildung 21 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung von schwimmendem Estrich mit Unterflurkanalsystem

Nach dem Säubern des Rohfußbodens können die Bodenkanäle verlegt werden. Für den Arbeitsablauf ist es sinnvoll, danach die Dämmung einzubringen. Je nach Anforderung ist vor dem Einbau der Bodenkanäle noch eine Sperrschicht einzubauen. Danach kann die Trennschicht aufgebracht und anschließend der Estrich eingebaut und abgerieben werden.

Zu der Trocknungszeit des eingebrachten Estrichs ist zu bemerken, dass diese von verschiedenen Faktoren abhängig ist. Vor dem Verlegen eines Fußbodenoberbelags darf je nach Bodenbelag ein maximaler Feuchtegehalt des Estrichs nicht überschritten werden. Zur Bestimmung des Feuchtegehalts eines Estrichs gibt es verschiedene Verfahren. Zu den Trocknungszeiten (begehbar, belastbar und belagsreif) der verschiedenen Estricharten und zu möglichen Verfahren zur Bestimmung des Feuchtegehalts eines Estrichs wird auf Motzko<sup>44</sup> verwiesen.

### 6.3.1.2 Monolithischer Hohlraumboden

Nachfolgend sind die Arbeitsschritte zur Erstellung eines monolithischen Hohlraumbodens dargestellt.

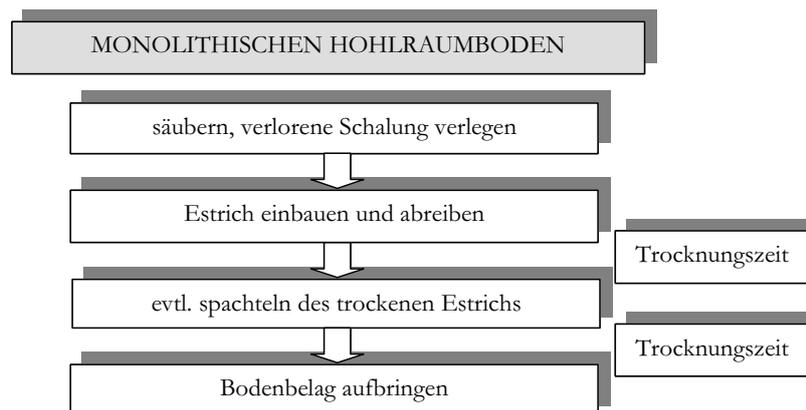


Abbildung 22 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung eines monolithischen Hohlraumbodens

Nach dem Säubern werden die Schalungselemente verlegt, welche in den Fugen mit speziellem Klebeband oder Überlappungen abgedichtet werden. Danach kann der Estrich eingebaut werden. Das weitere Vorgehen ist analog zu dem vorher dargestellten System.

<sup>44</sup> Motzko C.: Skriptum, Schlüsselfertigbau I, 2000.

### 6.3.1.3 Mehrschichtiger Hohlraumboden

Nachfolgend sind die Arbeitsschritte zur Erstellung eines mehrschichtigen Hohlraumbodens dargestellt.

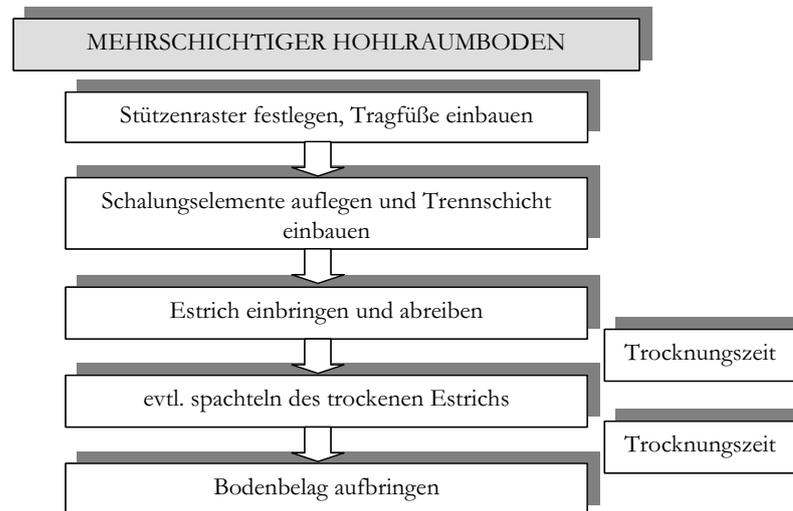


Abbildung 23 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung eines mehrschichtigen Hohlraumbodens

Bei diesem Fußbodensystem werden nach dem Festlegen des Stützenrasters die Tragfüße eingebaut. Danach können die Schalungselemente und danach die Trennschicht eingebracht werden. Im Anschluss daran kann der Estrich eingebaut werden.

Zu den Ausführungsvarianten des mehrschichtigen Hohlraumbodens ist ergänzend anzumerken, dass es neben der dargestellten Variante mit einem Estrich auch eine selten zur Ausführung kommende Variante mit Trockenestrich gibt. Eine Trennschicht ist hier i.d.R. nicht erforderlich.

### 6.3.1.4 Doppelboden

Nachfolgend sind die Arbeitsschritte zur Erstellung eines Doppelbodens dargestellt.

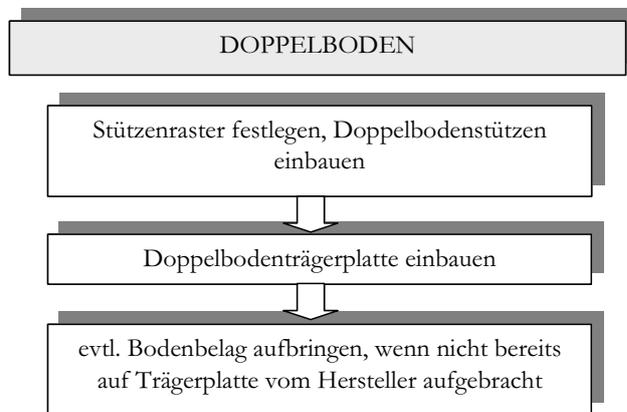


Abbildung 24 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung eines Doppelbodens

Analog zum mehrschichtigen Hohlraumboden werden nach dem Festlegen des Stützenrasters die Tragfüße aufgestellt. Danach können die Doppelbodenträgerplatten aufgelegt werden. Bei den Doppelbodenträgerplatten werden zwei verschiedene Systeme unterschieden. Zum einen gibt es die Möglichkeit, dass auf den Platten bereits der Fußbodenoberbelag aufgebracht ist und zum anderen gibt es Systeme bei denen dieser erst nachträglich verlegt wird. Eine technologisch bedingte Wartezeit wie bei einem Estrich ist hier im Bauablauf nicht zu berücksichtigen.

### **6.3.2 Detailanalyse des Bauablaufs zur Erstellung von nichttragenden Trennwandsystemen**

#### **6.3.2.1 Allgemeines**

In den folgenden Unterkapiteln werden für die in Kapitel 5.3 dargestellten nichttragenden Trennwandsysteme erarbeitete Detailanalysen des Bauablaufs dargestellt. Nebentätigkeiten zur Erstellung werden auch hier idealisierend vernachlässigt, wenn diese keinen maßgebenden Einfluss auf die Koordinierung und die Abhängigkeitsbeziehungen haben.

Die einzelnen Trennwandsysteme unterscheiden sich in ihrem Herstellungsprozess teilweise enorm. Einige Trennwandsysteme sind bei der Herstellung charakteristisch geprägt durch eine handwerkliche Herstellung und andere wiederum durch industriell vorgefertigte Elemente, die nur noch kurze Montagezeiten auf der Baustelle verursachen.

Vor der eigentlichen Detailanalyse des Bauablaufs müssen noch einige Unterscheidungen bei der konstruktiven Herstellung von Trennwandsystemen definiert werden, da diese großen Einfluss auf mögliche Bauablaufvarianten haben. Mögliche Ablaufvarianten lassen sich von den geometrischen Beziehungen zwischen Trennwand, Fußbodenunterkonstruktion und Decke ableiten.

### 6.3.2.2 Geometrische Beziehungen einer nichttragenden Trennwand zur Decke

In Abbildung 25 sind die verschiedenen Ausführungsvarianten einer Trennwand zur Decke dargestellt. Die unterschiedlichen geometrischen Beziehungen resultieren aus nutzungs-technischen, bauphysikalischen, gestalterischen oder wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

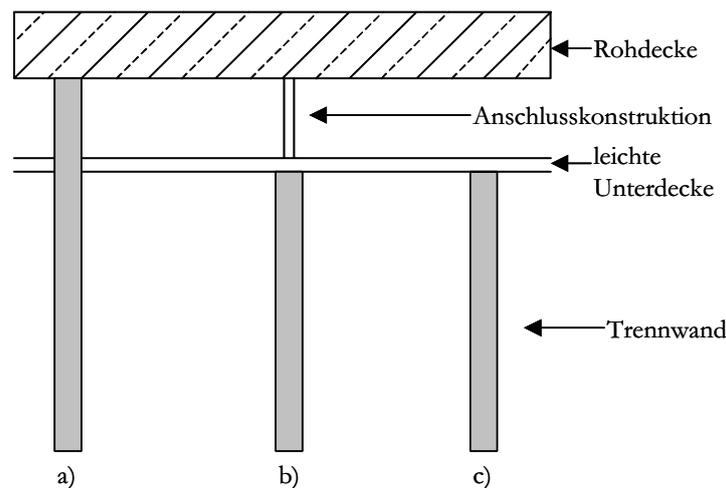


Abbildung 25 Geometrische Beziehungen zwischen nichttragender Trennwand und der Deckenkonstruktion

Bei Variante a) wird die Trennwand bis zur Rohdecke geführt, was großen Einfluss auf die Reihenfolge der Bauarbeiten hat. Es ist festzuhalten, dass zuerst die Trennwand erstellt werden muss, bevor der Anschluss der leichten Unterdecke an die Trennwand erfolgen kann. Variante b) stellt eine Trennwand dar, die bis zur Unterdecke reicht und nur an einigen Bereichen zur Stabilität an der Rohdecke zusätzlich befestigt wird. Die Variante c) stellt eine Trennwand dar, die nur bis zur leichten Unterdecke geführt wird, weshalb hier die Unterdecke zumindest im Anschlussbereich der Wand vor der Trennwand fertiggestellt sein sollte. Zu der Reihenfolge bzw. den technologischen Abhängigkeitsbeziehungen der auszuführenden Arbeiten tritt hervor, dass neben der Konstruktionsvariante auch das eingesetzte Material einen Einfluss auf diese hat. Allgemeingültig kann festgehalten werden, dass anpassbare Elemente nach nicht anpassbaren Elementen erstellt werden sollten. Weiterhin gilt der Grundsatz, dass Trockenbauarbeiten nach Nassarbeiten auszuführen

sind. Unter Nassarbeiten sind hierbei z.B. das Einbringen von Estrich, das Verputzen von Wänden und das Mauern von Wänden zu verstehen.

Variante b) und c) weisen den Vorteil auf, dass bei durchzuführenden Installationen in der leichten Unterdecke leichter durchzuführen sind. Als nachteilig sind allerdings der Schallschutz und der Brandschutz zu bewerten.

### 6.3.2.3 Geometrische Beziehungen einer nichttragenden Trennwand zur Fußbodenunterkonstruktion

Analog zu dem vorangegangenen Kapitel werden nachfolgend diesem mögliche geometrische Beziehungen der nichttragenden Trennwände zu den Fußbodenunterkonstruktionen dargestellt.

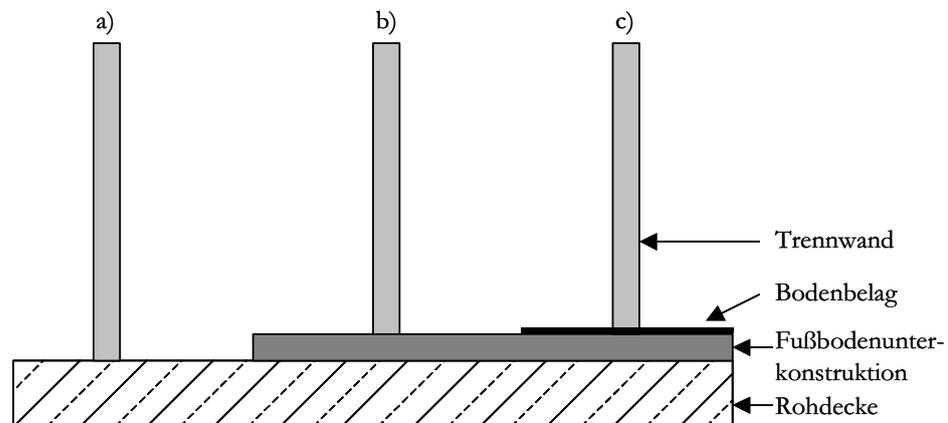


Abbildung 26 Geometrische Beziehungen zwischen nichttragender Trennwand und der Fußbodenunterkonstruktion

Bei Variante a) wird die Trennwand direkt auf der Rohdecke hergestellt. Die nachfolgende Tätigkeit ist hier das Einbringen des Estrichs. Variante b) in Abbildung 26 beschreibt eine Trennwand, die auf den bereits fertiggestellten Estrich bzw. die Fußbodenunterkonstruktion erstellt wird. Die nachfolgende Tätigkeit ist hier das Aufbringen des Bodenbelags. Bei Variante c) handelt es sich um eine Konstruktion bei der die Trennwand erst nach dem Einbringen des Bodenbelags eingebaut wird. Nicht alle Trennwandsysteme

sind für diese Variante einsetzbar. Die Reihenfolge der auszuführenden Arbeiten lässt sich von den auszuführenden Varianten ableiten.

Im folgenden Kapitel werden bei Bürogebäuden häufig vorgefundene Konstruktionsvarianten für den Anschluss Trennwand-Decke und Trennwand-Fußbodensystem und deren Einsatzbereich dargelegt und erläutert.

#### 6.3.2.4 Konstruktionsprinzipien von Trennwandsystemen im Zusammenspiel mit der Decken- und Fußbodenunterkonstruktion

Aufgrund bauphysikalischer Bestimmungen lassen sich grundsätzlich drei verschiedene Varianten bei der Ausführung von nichttragenden Trennwandsystemen im Zusammenspiel mit dem Decken- und Fußbodensystem einteilen. Die Ausführungsart richtet sich hierbei im Wesentlichen danach, ob es sich bei der Trennwand um eine Bürotrenn-, Flurtrenn- oder eine Brandwand handelt. Die Brandwand hat die höchsten Anforderungen, danach kommt die Flurtrennwand. An eine Bürotrennwand werden die geringsten Anforderungen gestellt. Näheres zu den Anforderungen an die einzelnen Bereiche sind den Bauordnungen der Länder und den Standardwerken zur Bauausführung zu entnehmen.

Die drei prinzipiellen Ausführungsvarianten werden nachfolgend beschrieben.

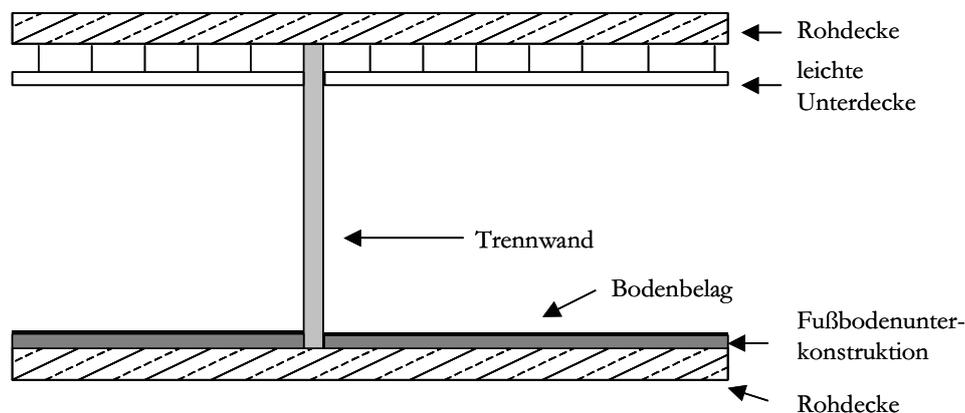


Abbildung 27 Trennwand von Rohdecke zu Rohdecke geführt

Bei der in Abbildung 27 dargestellten Ausführungsvariante wird die Trennwand von Rohfußboden bis zur Rohdecke durchgeführt. Der Vorteil liegt hierbei beim Brand- und Schallschutz. Problematisch gestaltet sich bei dieser Variante die Leitungsverlegung in der Fußboden- und Deckenkonstruktion. Bei Brandschutzwänden lassen sich erforderliche Durchführungen nur mit großem technischen und finanziellen Aufwand ausführen. Bei der Betrachtung des Bauablaufs ist in dieser Ausführungsvariante die Erstellung der nichttragenden Trennwand zuerst auszuführen. Bei Veränderungsmaßnahmen der Raumaufteilung ist die Ausführungsvariante in Abbildung 27 als nachteilig zu bewerten, da bei einem reinen Versetzen der Wand zusätzlich größere Maßnahmen an der leichten Unterdecke und dem Fußbodensystem durchzuführen sind.

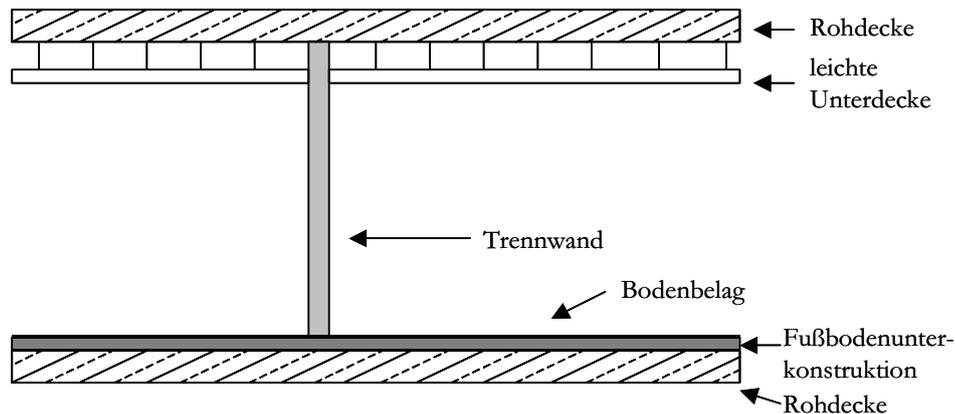


Abbildung 28 Trennwand von Fußbodensystem bis zur Rohdecke geführt

Die in Abbildung 28 dargestellte Ausführungsvariante findet häufig bei Flurtrennwänden Anwendung. Bei der Integration in den Bauablauf ist diese Variante der nichttragenden Trennwand nach der Erstellung der Fußbodenunterkonstruktion auszuführen. Installationen in der Fußbodenkonstruktion können hier relativ einfach im Installationsraum eingebracht werden. Im Bereich der leichten Unterdecke müssen bei Leitungsdurchführungen je nach Anforderung Brandschutzklappen vorgesehen werden.

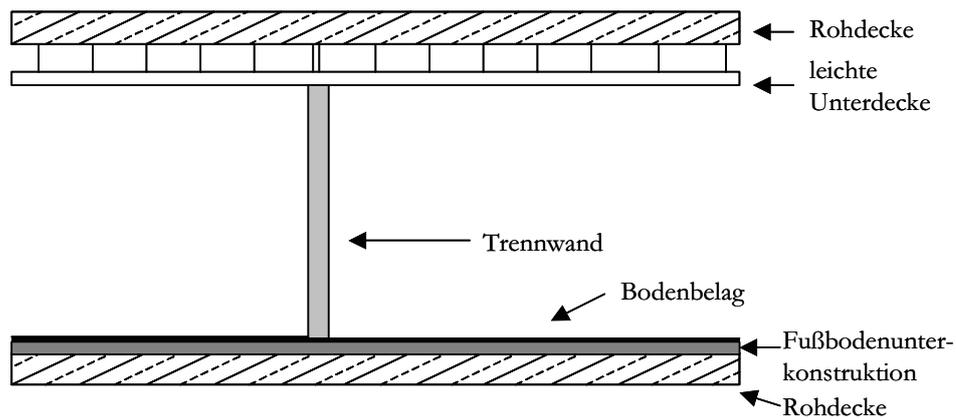


Abbildung 29 Trennwand von Fußbodensystem bis zur Unterdecke geführt

In Abbildung 29 ist die Ausführungsvariante der Trennwand von Fußbodensystem bis zur leichten Unterdecke dargestellt. Sie kommt häufig bei Bürotrennwänden zur Anwendung. Installationen können hierbei gut im Installationsraum des Fußbodensystems integriert werden. Bei der Deckenkonstruktion kann das Wandsystem bis zur Decke geführt werden oder bis zur Deckenkonstruktion, wobei dann eventuell eine Sprinkleranlage zu installieren ist. Bei der Abfolge der Erstellung sollte zuerst die Unterdecke und das Fußbodensystem und im Anschluss daran die nichttragende Trennwand eingebaut werden. Bezüglich der Schallübertragung ist bei dieser Ausführungsvariante zu beachten, dass je nach Anforderungen Schallschutzmaßnahmen wie z.B. Schallschotts notwendig werden können.

Nach eingehender Untersuchung des Sachverhalts bleibt festzuhalten, dass aufgrund der gestellten Anforderungen verschiedene Ausführungsvarianten des raumbildenden Ausbaus möglich werden. Bei der Erstellung der einzelnen Ausführungsvarianten sind weiterhin zu bedenken, dass teilweise verschiedene Bauabläufe möglich sind, da viele Abhängigkeitsbeziehungen nicht zwingend, sondern zweckmäßig sind. Die drei erläuterten Varianten können großen Einfluss auf den möglichen Bauablauf der einzelnen Bauteile des raumbildenden Ausbaus nehmen.

Im folgenden werden detailliert die einzelnen Arbeitsschritte und Tätigkeiten bei der Erstellung verschiedener nichttragenden Trennwandsysteme dargestellt.

### 6.3.2.5 Gemauerte Trennwand

Nachfolgend sind die Arbeitsschritte zur Erstellung einer gemauerten und verputzten Wand dargestellt.

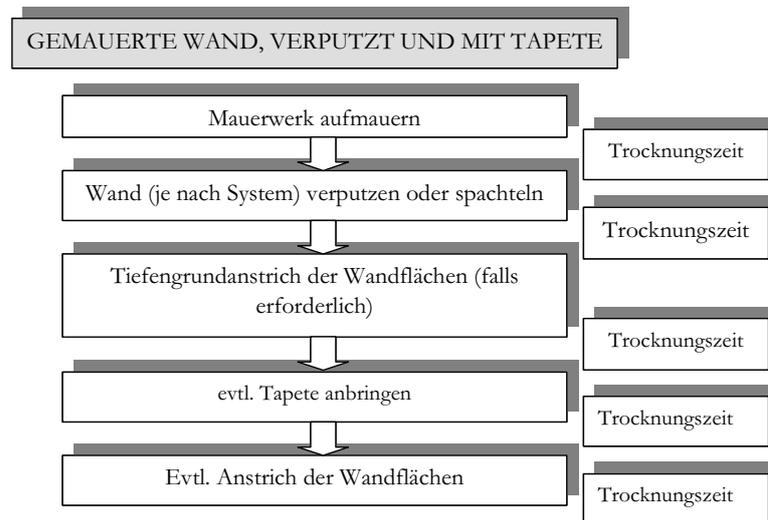


Abbildung 30 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer gemauerten Trennwand

Der dargestellte Bauablauf dieser handwerklich zu erstellenden Trennwandkonstruktion ist selbsterklärend. Nach dem Anreißen des Wandverlaufs kann die Trennwand je nach System und Material im Mörtelbett oder geklebt aufgemauert werden. Danach muss die Wand wiederum je nach System gespachtelt oder verputzt werden. Eine Ausführung als Sichtmauerwerk ist je nach Material weiterhin möglich. Nach dem Glattrich der Fugen ist diese Ausführungsvariante bereits fertig erstellt und die weiteren Tätigkeiten in Abbildung 30 entfallen.

### 6.3.2.6 Aufgesetzte Ständerwand mit Beplankung

Nachfolgend sind die Arbeitsschritte zur Erstellung einer Ständerwand dargestellt.

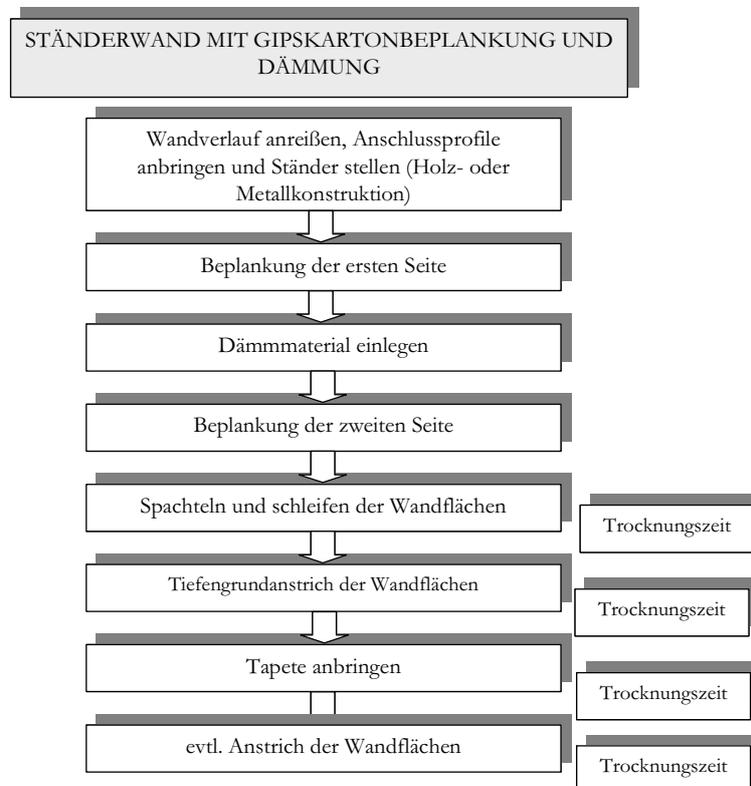


Abbildung 31 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer GK-Ständerwand

Bei diesem bei Bürogebäuden sehr häufig zur Ausführung kommenden System, wird zuerst eine Unterkonstruktion meist aus Metall eingebaut. Hierzu werden zuerst an Wand und Decke sog. UW-Anschlussprofile mit einseitig klebender Anschlussdichtung versehen angebracht. Anschließend werden sog. CW-Ständerprofile eingebaut. Die Beplankung der ersten Seite mit GK-Platten kann erfolgen. Danach kann je nach gestellten Anforderungen eine Dämmung eingebracht werden. Die zweite Wandseite kann nun wiederum ein- oder zweilagig beplankt werden. Das Verspachteln der Plattenstöße schließt sich daran an. Nun können Tapezier- und eventuelle Malerarbeiten folgen.

### 6.3.2.7 Schalenwand

Nachfolgend sind die Arbeitsschritte zur Erstellung einer Schalenwand dargestellt.

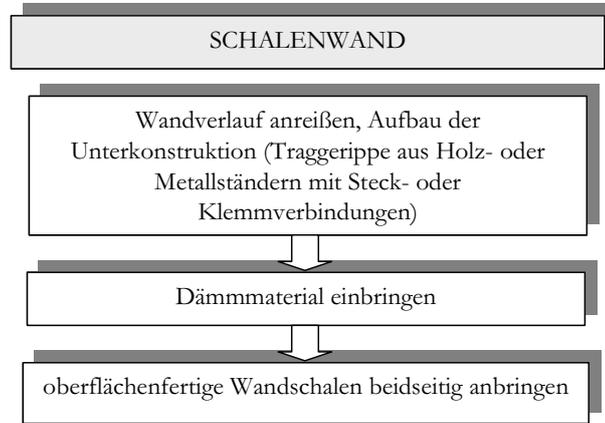


Abbildung 32 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer Schalenwand

Diese Wandsysteme, die industriell vorgefertigt werden, müssen abhängig vom System, auf der Baustelle nur noch zusammengefügt werden. Bei der Schalenwand ist hierzu zuerst die Unterkonstruktion mittels i.d.R. Steck- und Klemmverbindungen aufzubauen und dann kann eine eventuell erforderliche Dämmung eingebracht werden. Danach können die bereits oberflächenfertig hergestellten Wandschalen angebracht werden. Je nach System sind zusätzlich kleinere Restarbeiten in Form von z.B. Abdeckleisten auszuführen.

### 6.3.2.8 Monoblockwand

Nachfolgend sind die Arbeitsschritte zur Erstellung einer Monoblock dargestellt.

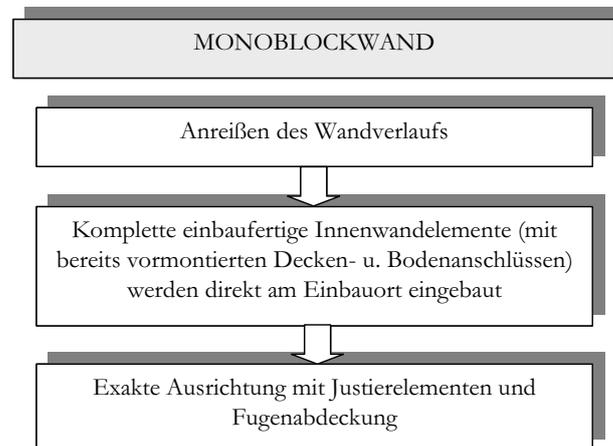


Abbildung 33 Vereinfachte Darstellung des Arbeitsablaufs zur Erstellung einer Monoblockwand

Die Monoblockwand unterscheidet sich von der oben beschriebenen Schalenwand dadurch, dass nach dem Anreißen des Wandverlaufs eine bereits komplett einbaufertige Wand aufgebaut wird. Nach dem Aufbau ist nur noch eine genaue Ausrichtung der Wand und eventuell kleine Restarbeiten erforderlich.

## 6.4 Detailanalysen des Bauablaufs beim Einbau ausgewählter Konstruktionen des raumbildenden Ausbaus

In diesem Kapitel werden exemplarisch Detailanalysen des Bauablaufs des raumbildenden Ausbaus unter Berücksichtigung der benachbarten involvierten Gewerke dargestellt und erläutert. Bei dieser Betrachtung werden vor allem die Interdependenzen bei der Erstellung der einzelnen Bauteile des raumbildenden Ausbaus untereinander anhand häufig ausgeführter Bauteilkombination erläutert. Es werden die Anordnungsbeziehungen einer

leichten Unterdecke, nichttragender Trennwandsysteme und Fußbodenunterkonstruktionen untersucht.

Bei Erneuerungsmaßnahmen kann aufgrund der Randbedingungen ein baubetrieblich sinnvoller Bauablauf teilweise nicht eingehalten werden. Es sind alternative Ablaufvarianten zu überlegen. Mit der Kenntnis der Abhängigkeitsbeziehungen können systematisch alternative Ausführungsmöglichkeiten erarbeitet werden.

Für die Untersuchung werden auf Grundlage von Expertenbefragungen folgende, in der Baupraxis für Bürogebäude häufig ausgeführte Konstruktionen des raumbildenden Ausbaus herangezogen:

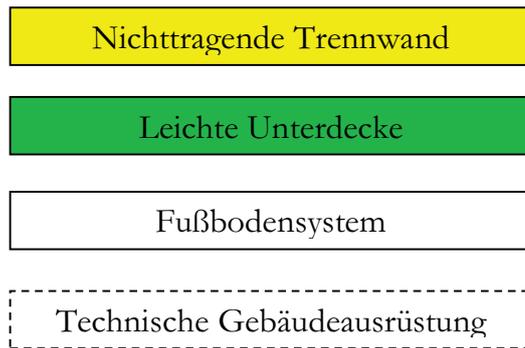
- Hohlraumboden
- Doppelboden
- Gemauerte Trennwand
- Aufgesetzte Ständerwand
- Umsetzbare Systemwand

Das Vorgehen beim Einbau dieser Konstruktionen ohne Berücksichtigung der Interdependenzen mit anderen Bauteilen wurde bereits in den Kapiteln 6.3.1 und 6.3.2 erläutert. Als äußerst schwierig gestaltet sich der Bauablauf, wenn die verschiedenen Bauteile bei der Erstellung miteinander in Wechselwirkung treten. Je nach einzubauendem System ergeben sich verschiedene Abhängigkeiten der einzelnen Gewerke, die koordiniert werden müssen. Der Einfluss der technischen Gebäudeausrüstung wird bei dem behandelten Themenkomplex ebenfalls berücksichtigt. Die technische Gebäudeausrüstung wird, in Rohmontage und Endmontage untergliedert, da diese Unterteilung in der Baupraxis bei der Terminplanung durchaus häufig ist. Unter der Rohmontage ist zum Beispiel bei der Stromversorgung die Verlegung der elektrischen Leitungen zu verstehen. Unter Endmontage sind hierbei die Tätigkeiten zu verstehen, die den Abschluss der Arbeiten darstellen. Bezogen auf die Stromversorgung in einem Büroraum können hierunter zum Beispiel die Fertigstellung und der Anschluss der Elektroleitungen an Elektranten verstanden werden.

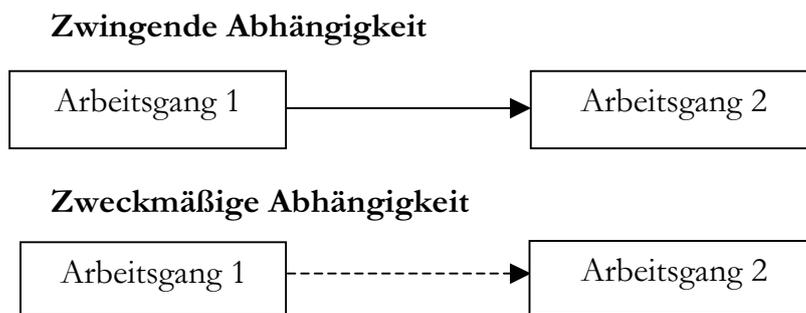
Die Detailanalysen des Bauablaufs werden anhand eines definierten Musterbüros durchgeführt. Bei dem Beispiel handelt es sich um ein Bürogebäude, welches aus einer Tragkonstruktion in Stahlbetonskelettbauweise besteht. Es wird davon ausgegangen, dass das Gebäude bereits komplett entkernt wurde und wieder neu ausgebaut werden soll. Als Raumstruktur sind einzelne Zellenbüros vorgesehen. Das Büro ist mit einer leichten Unterdecke ausgestattet. Für das zu betrachtende Beispielbüro sind als TGA eine Sprinkleranlage, eine Lüftungsanlage, eine Heizanlage und Elektroleitungen in Wand und Boden sowie Nachrichten- und Fernmeldetechnik im Boden vorgesehen.

Zur graphischen Darstellung der Interdependenzen werden detaillierte Ablaufdiagramme erstellt, welche das Vorgehen bei der Erstellung eines Bauteils des raumbildenden Ausbaus unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten mit den anderen Bauteilen des raumbildenden Ausbaus und der definierten technischen Gebäudeausrüstung beschreiben.

Bei den Detailanalysen des Bauablaufs sind auf der linken Seite der Diagramme jeweils die Arbeitsschritte des untersuchten Bauteils angeordnet, während rechts die einzelnen Arbeitsgänge für die Erstellung der anderen Bauteile des raumbildenden Ausbaus sowie der TGA platziert sind. Des Weiteren wurde für die Arbeitsgänge zum Einbau des raumbildenden Ausbaus und der technischen Gebäudeausrüstung folgende farbliche Unterscheidung gewählt:



Bei der Darstellung in den erstellten Diagrammen werden die Abhängigkeitsbeziehungen der Arbeitsgänge in zwingende und zweckmäßige unterteilt, deren Darstellung wie folgt festgelegt worden ist:



Die Abbildungen 34 bis 41 zeigen häufig ausgeführte Varianten.

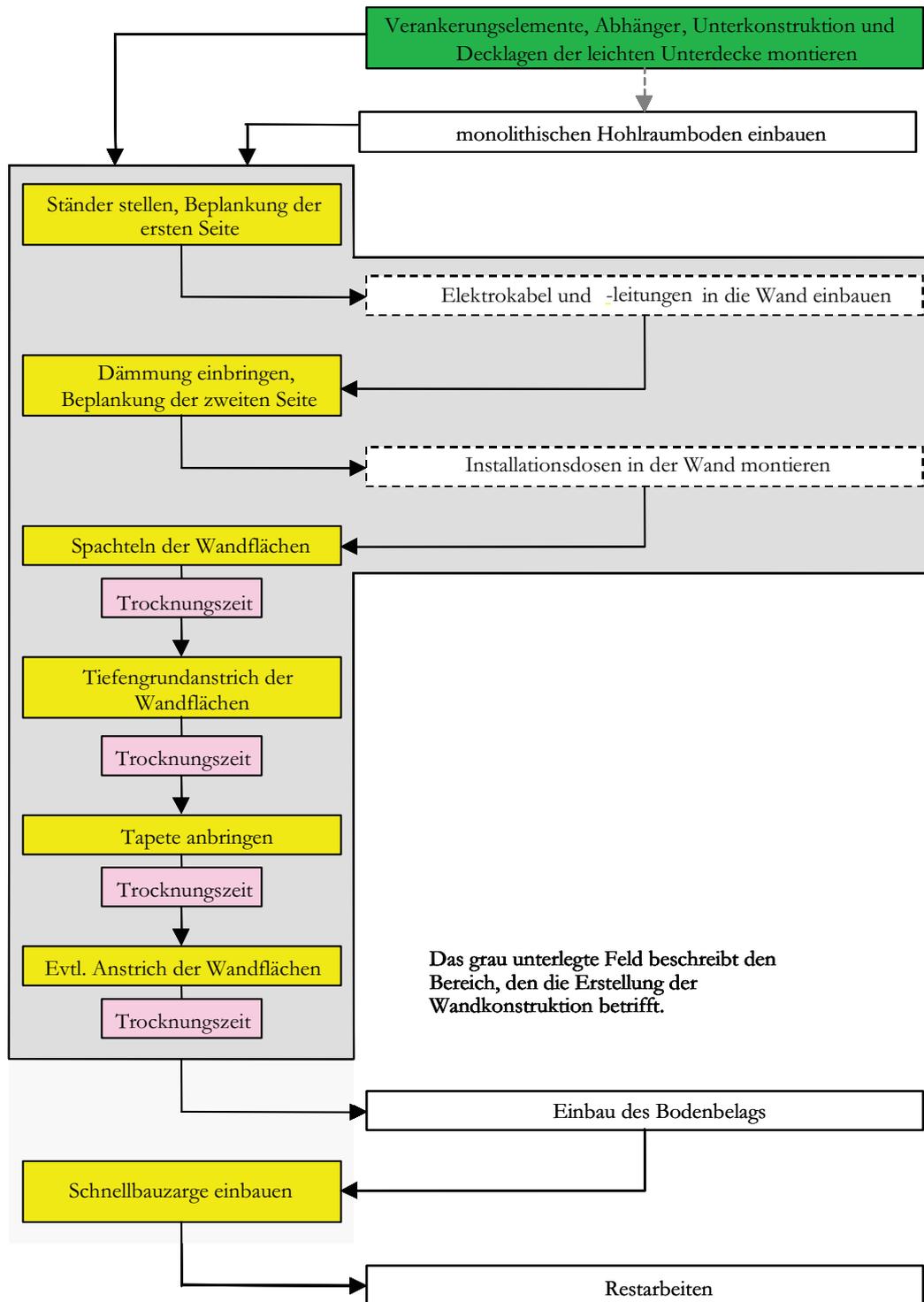


Abbildung 34 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer auf die Fußbodenunterkonstruktion eines Hohlraumbodens aufgesetzten **GK-Ständerwand** bis zur leichten Unterdecke

Der erste Arbeitsgang zur Errichtung einer Gipskartonständerwand ist das Stellen der Ständer bzw. der Unterkonstruktion mit anschließender Beplankung der ersten Seite. Daran schließen sich je nach Bedarf Installationen in der Wand an. Somit ist die Voraussetzung zum Einlegen der Wärmedämmung und zur Beplankung der zweiten Seite geschaffen. Sind die Wände geschlossen, können z.B. Lichtschalter und Steckdosen montiert werden. Danach wird die Bekleidung und Beschichtung der Wand vorgenommen. Dazu werden die Wandflächen gespachtelt und mit einem Tiefengrunderstrich versehen. Die eventuell aufzubringende Tapete wird geklebt und anschließend können die Wandflächen bei Bedarf gestrichen werden. Zu beachten ist nach jedem dieser Arbeitsgänge die erforderliche Trocknungszeit. Ist die Bekleidung und Beschichtung der Wand abgeschlossen, kann der Bodenbelag eingebracht und danach die Schnellbauzarge eingebaut sowie das Türblatt eingehängt werden. Am Markt gibt es verschiedene Türsysteme, die auch einen anderen Bauablauf bedingen können. Abschließend können Restarbeiten, wie z.B. Türblatt einbauen, Fußbodenleisten anbringen usw. ausgeführt werden.

Die Abhängigkeitsbeziehungen beim Einbau einer aufgesetzten Ständerwand bis zur leichten Unterdecke und einem Hohlraumboden und der TGA sind der Abbildung 34 zu entnehmen. Der Einbau der Gipskartonständerwand bedingt zwei Voraussetzungen. Es muss sowohl die Unterdecke, als auch die monolithische Hohlraumbodenkonstruktion komplett eingebaut sein. Dies ist in der Konstruktionsart der Ständerwand begründet, die auf die Fußbodenunterkonstruktion aufgesetzt wird und in diesem Beispiel nur bis zur Unterdecke reicht.

Der vorgeschlagene Arbeitsablauf gilt für das betrachtete Beispiel und ist im Einzelfall den speziellen Baustellenrandbedingungen anzupassen. Es folgen noch weitere Ablaufdiagramme, welche der Anwender als Werkzeug für die Planung und Ausführung verwenden kann. Die Koordinierung der einzelnen Gewerke und der Bauablauf können hiermit optimiert werden. Dem Umfang der Arbeit entsprechend wird auf eine detaillierte Erläuterung der nachfolgenden Ablaufdiagramme verzichtet. Anwendung können die Ablaufdiagramme bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden, aber auch bei Ausbauarbeiten an neu zu erstellenden Bürogebäuden finden.

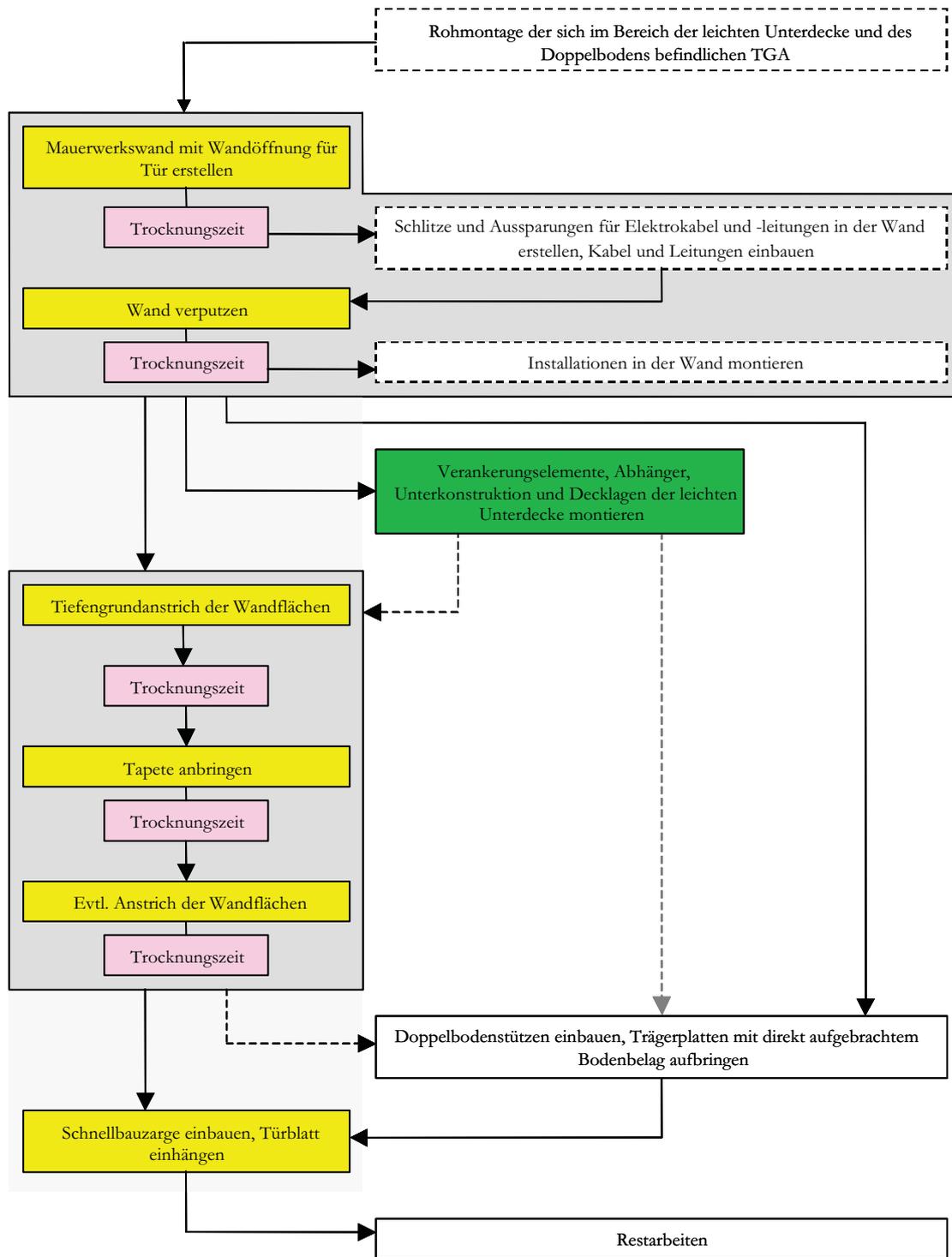


Abbildung 35 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer vom Rohfußboden bis zur Rohdecke **gemauerten Wand** mit einer leichten Unterdecke als Deckenkonstruktion und einem Doppelboden als Fußbodenkonstruktion.

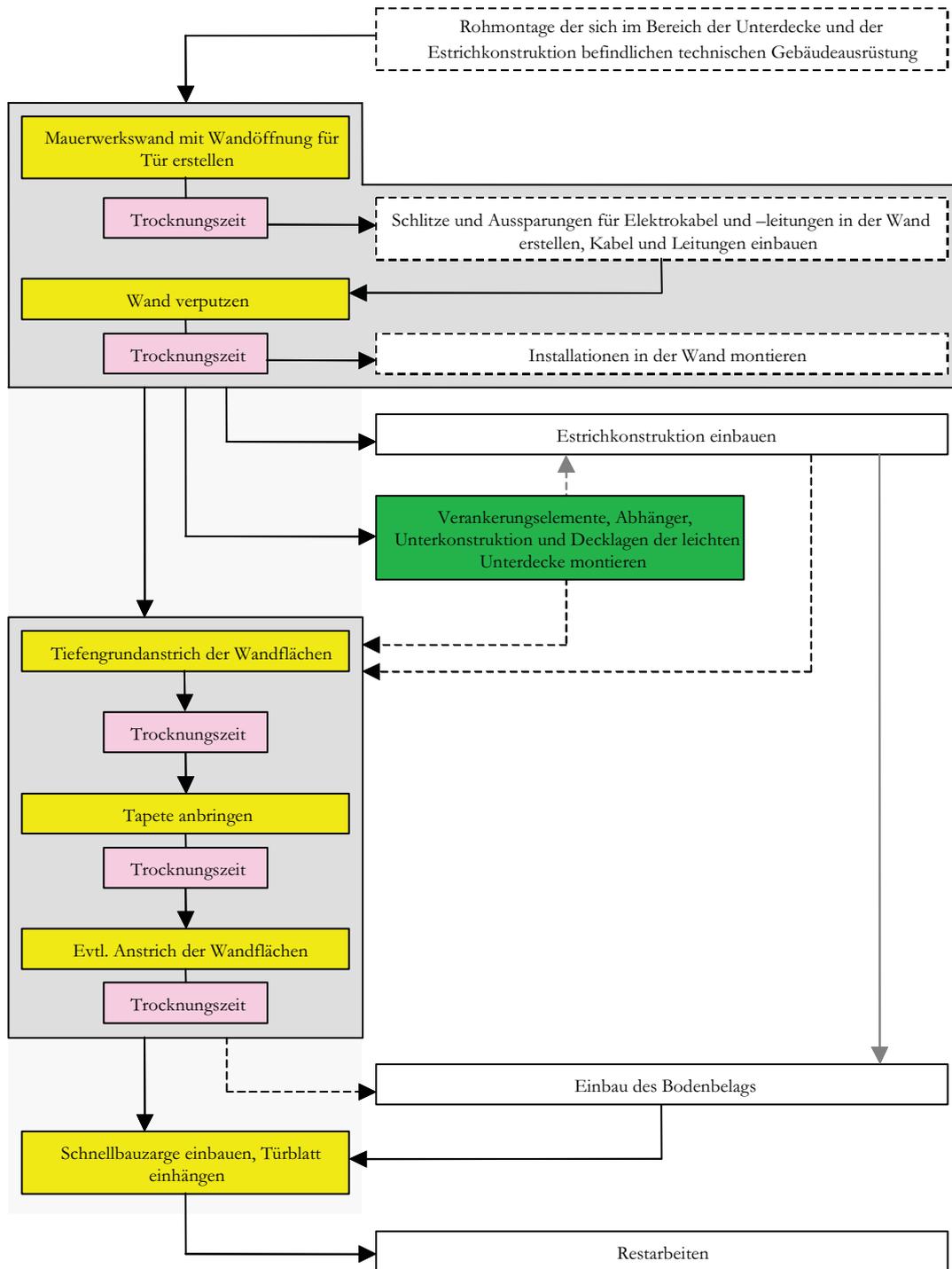
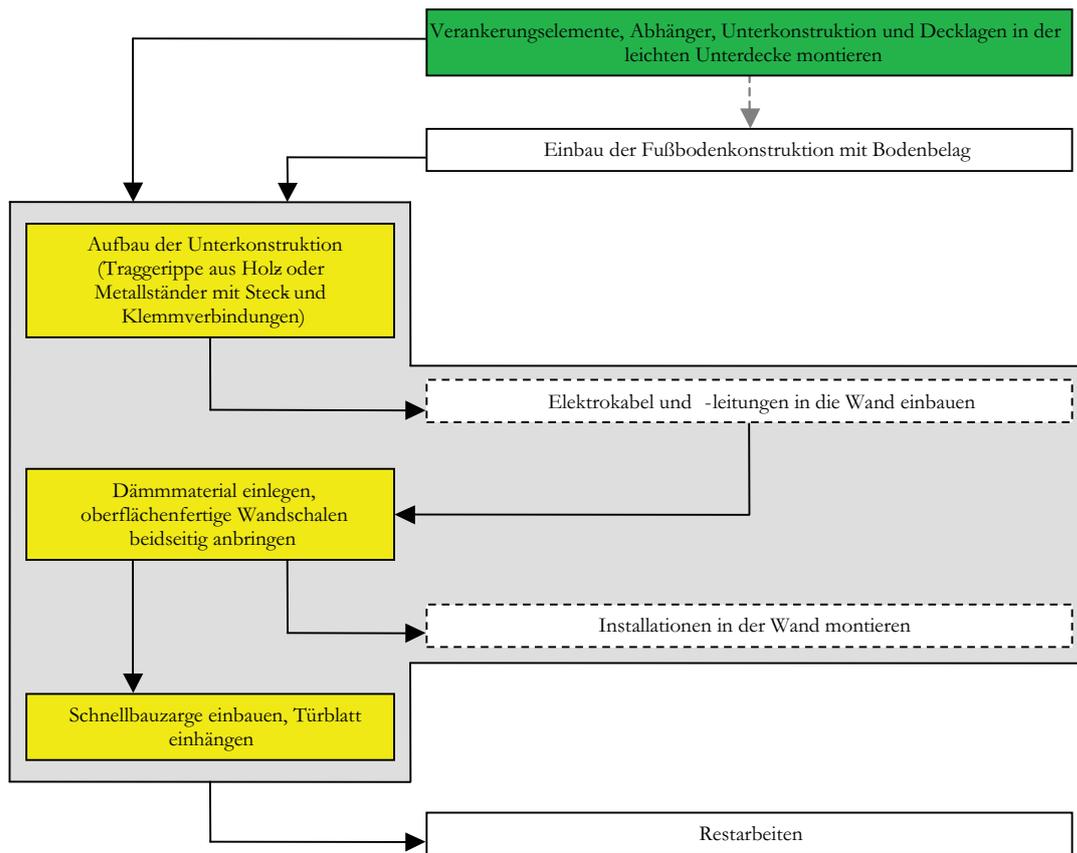


Abbildung 36 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer vom Rohfußboden bis zur Rohdecke **gemauerten Wand** mit einer leichten Unterdecke als Deckenkonstruktion und einem Hohlraumboden oder einem Unterflurkanalsystem als Fußbodenkonstruktion.

*Variante Schalenwand*



*Variante Monoblockwand*

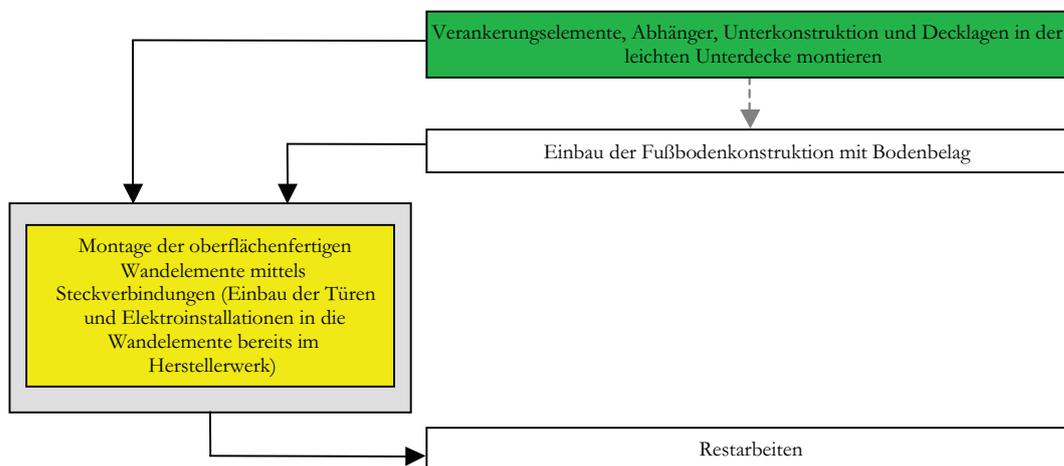


Abbildung 37 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen einer auf die Fußbodenkonstruktion aufgesetzten **umsetzbaren Systemwand** mit einer leichten Unterdecke als Deckenkonstruktion. Als Fußbodenkonstruktion können hier ein Doppelboden, ein Hohlraumboden oder eine Estrichkonstruktion zur Ausführung kommen.

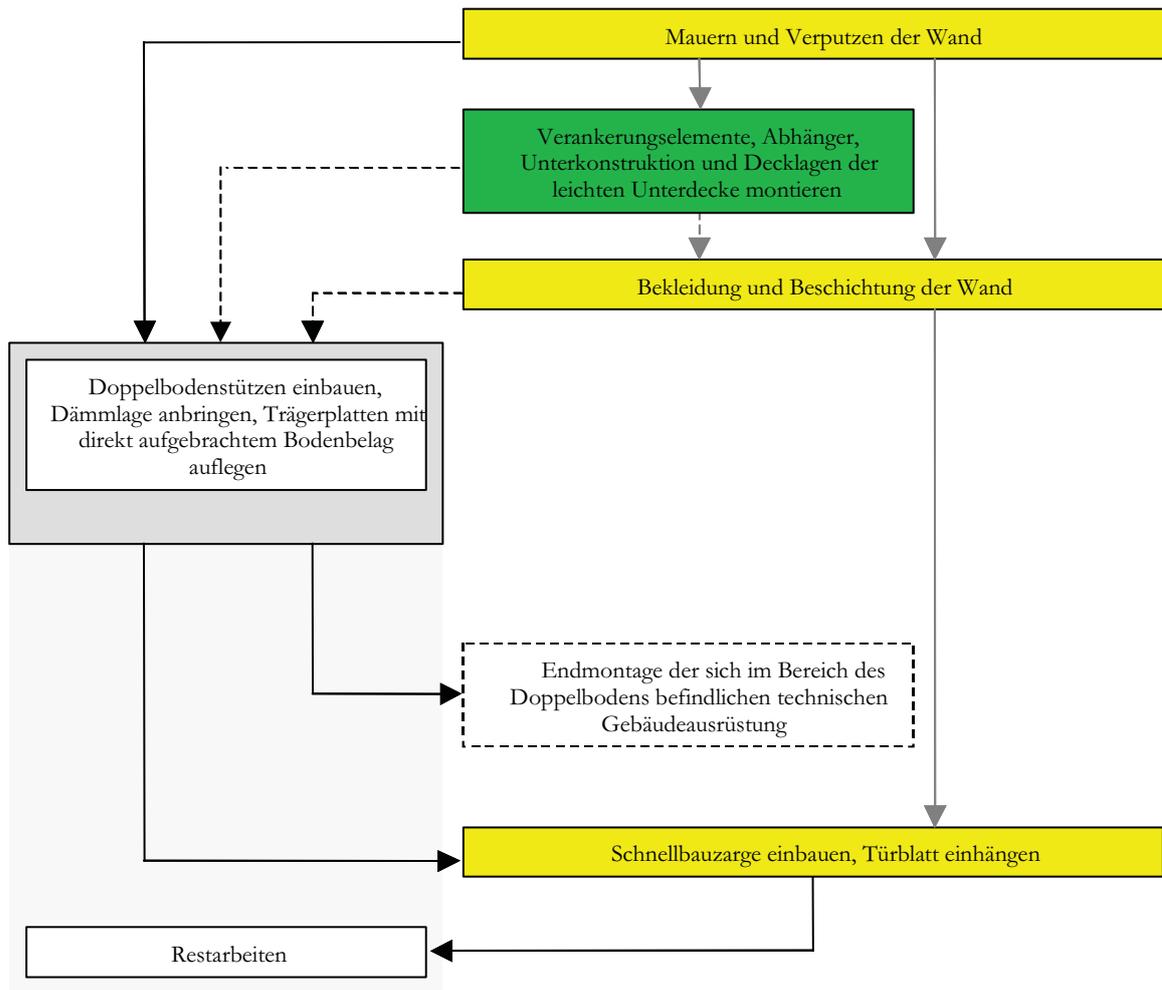


Abbildung 38 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines **Doppelbodens** mit einer Unterdecke als Deckenkonstruktion und einer von Rohfußboden zur Rohdecke gemauerten nichttragenden Trennwand.

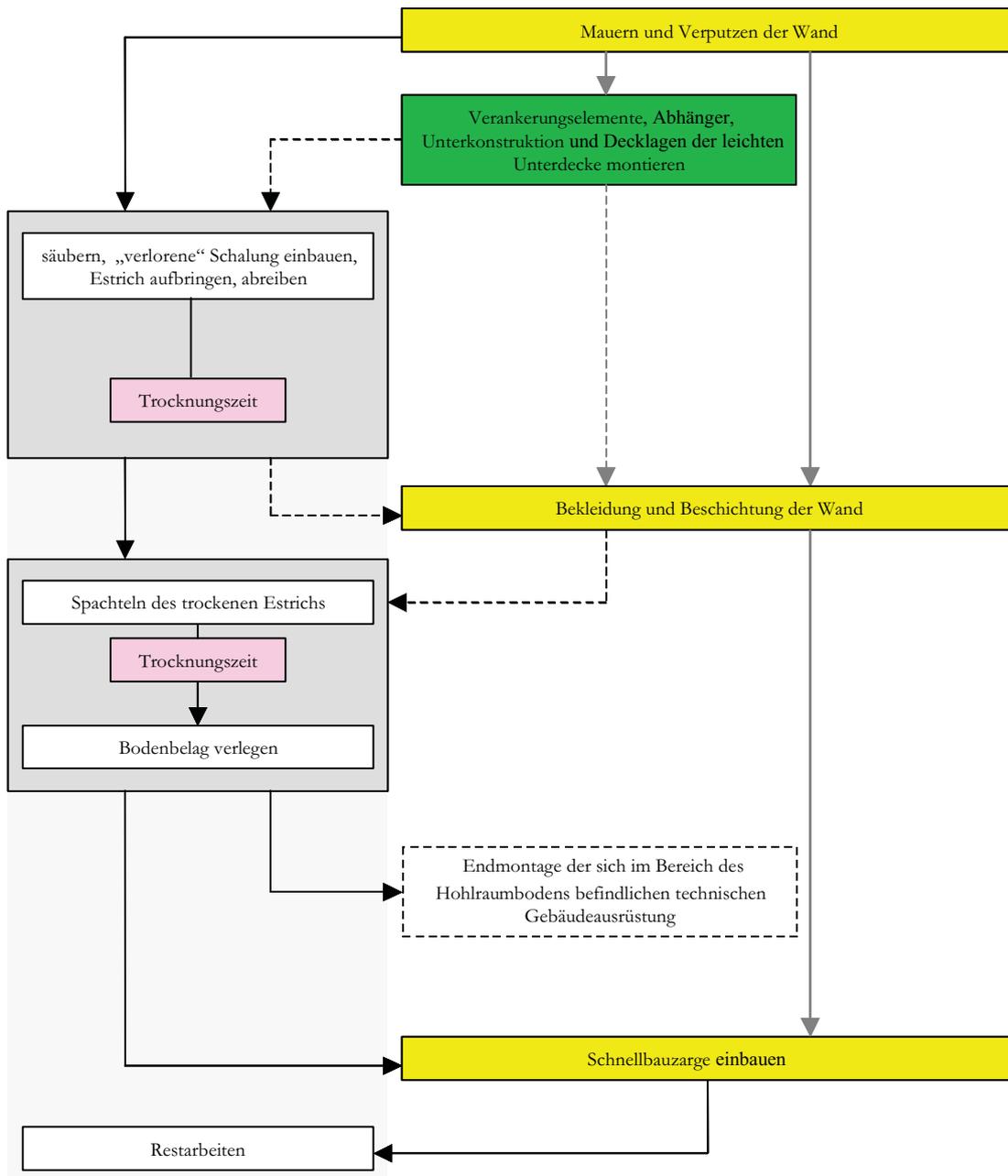


Abbildung 39 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines **Hohlraum-bodens** mit einer Unterdecke als Deckenkonstruktion und einer von Rohfußboden zur Rohdecke gemauerten nichttragenden Trennwand.

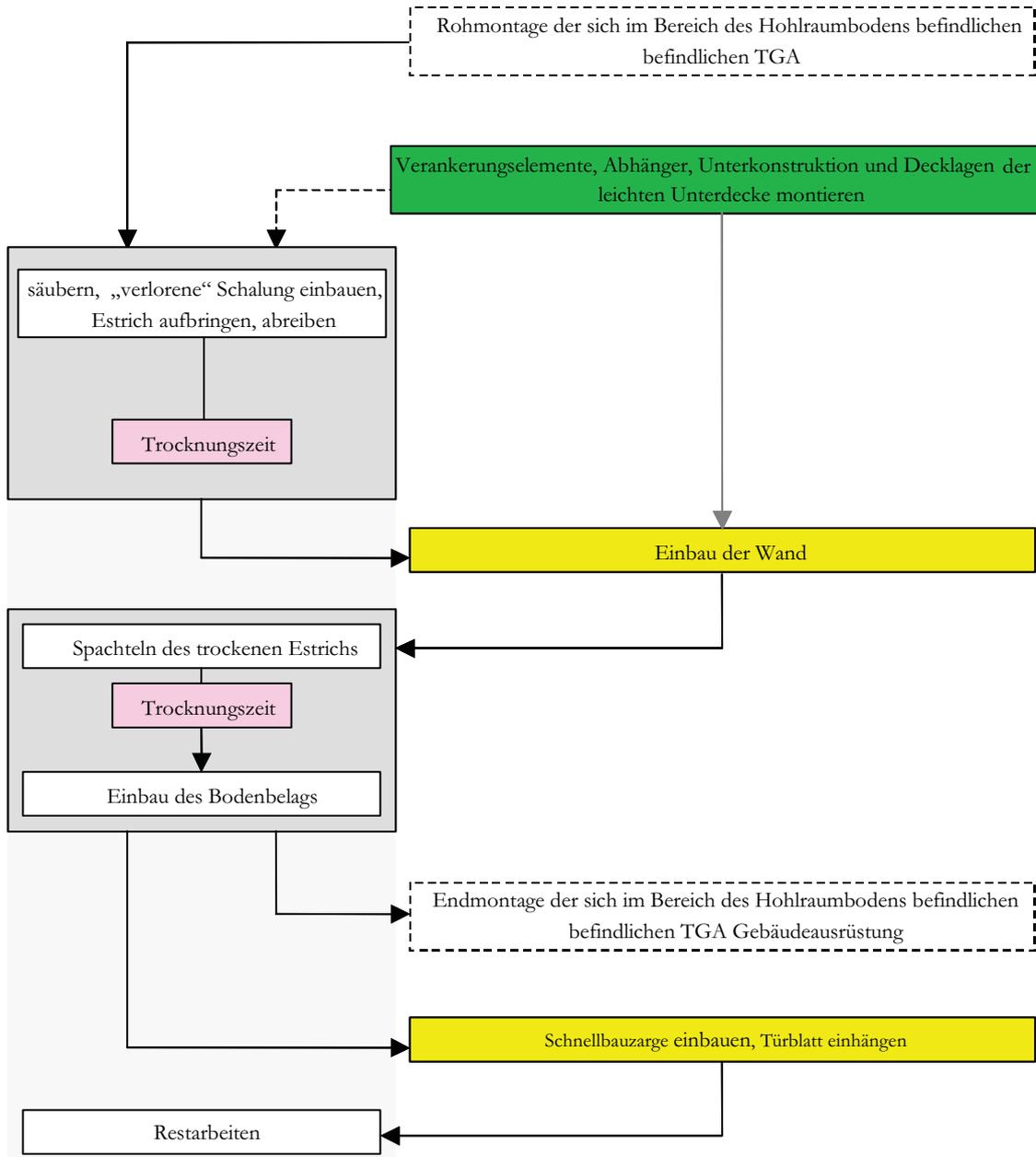


Abbildung 40 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines **Hohlraumbodens** mit einer Unterdecke als Deckenkonstruktion und einer auf die Fußbodenkonstruktion aufgesetzten GK-Ständerwand.

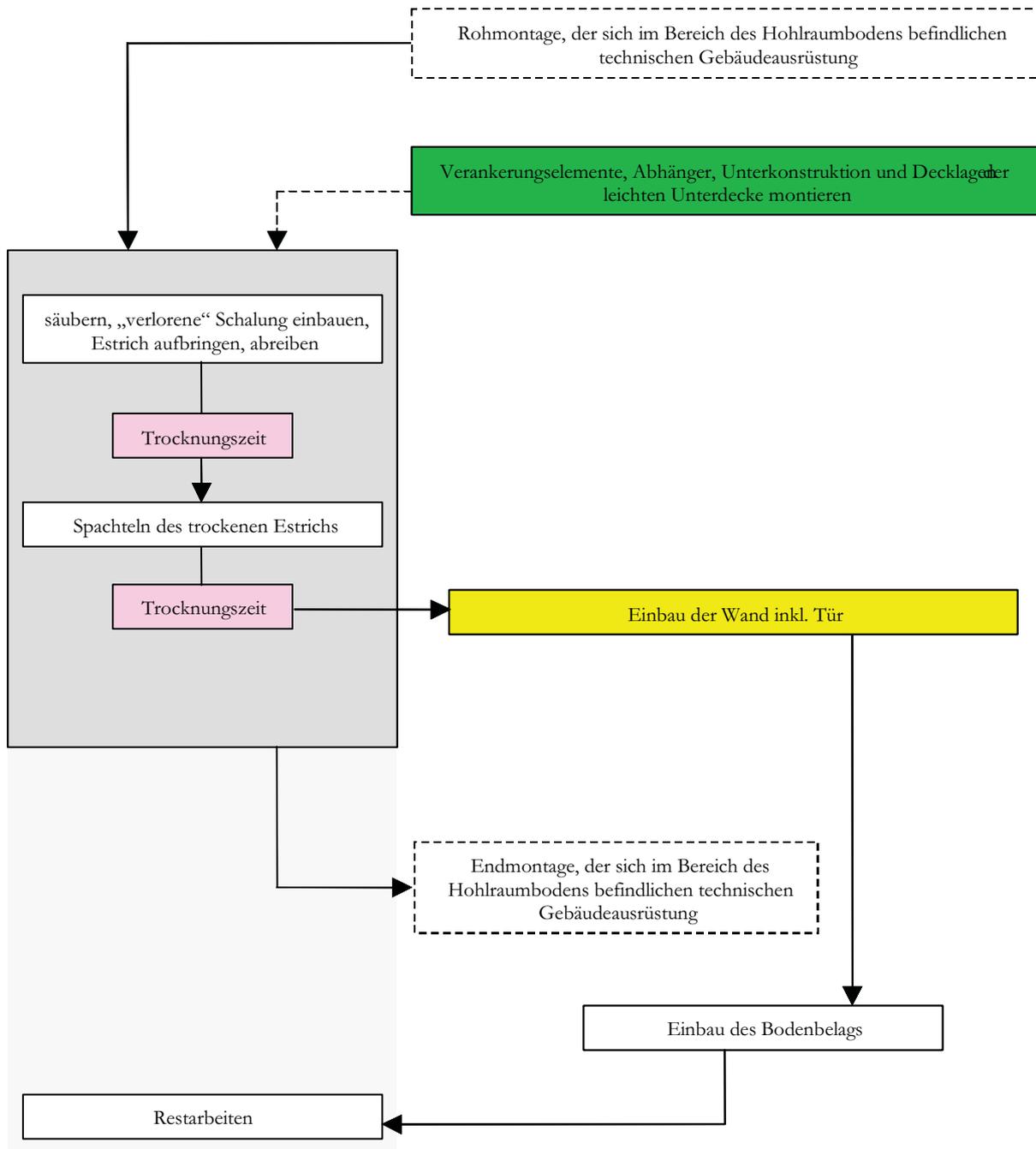


Abbildung 41 Mögliches Vorgehen beim schlüsselfertigen Erstellen eines **Hohlraum-bodens** mit einer leichten Unterdecke als Deckenkonstruktion und einer auf die Fußbodenkonstruktion aufgesetzten Systemwand.

## 6.5 Zusammenfassende Darstellung

Es wurden zunächst Grundlagen der Abhängigkeitsbeziehungen bei Ausbauprozessen für die weiteren Untersuchungen gelegt. Die Darstellung und Erläuterung von Detailanalysen des Bauablaufs verschiedener Bauteile des raumbildenden Ausbaus bietet eine Hilfestellung für die Planung, Ausführung und zur Beurteilung bei Veränderungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden. Als nächster Schritt konnten anhand häufig ausgeführter Konstruktionsvarianten Interdependenzen zu anderen Gewerken bzw. Bauteilen dargestellt und erläutert werden. Für eine gezielte Planung und Steuerung des Bauablaufs ist die Kenntnis des beschriebenen Sachverhalts unerlässlich. Auch wenn detaillierte Bauabläufe und die damit in Verbindung stehende Ablauf- und Terminplanung immer durch die individuellen Anforderungen eines Projekts geprägt sind, so lässt sich für die Herstellung eine Basisstrategie der Ablaufplanung angeben. Möglichkeiten hierzu wurden dem Leser in diesem Kapitel nähergebracht.

Nach der bauablauftechnischen Betrachtung in diesem Kapitel, sollen im folgenden Kapitel mögliche Einflussfaktoren bei Veränderungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden auf die Bauausführung und auch auf die Kosten strukturiert dargelegt werden.



## **7 Einflussfaktoren auf die Kosten bei Modernisierungs-, größeren Renovierungs- und Sanierungsmaßnahmen**

### **7.1 Allgemeines**

Es existieren verschiedenste Einflussfaktoren auf die anfallenden Kosten bei dem in dieser Arbeit behandelten Themenkomplex. Im nachfolgenden Kapitel sollen prozentuale Kostenunterschiede bei Baumaßnahmen im Bestand im Vergleich zu Neubaumaßnahmen am Beispiel von nichttragenden Trennwandsystemen quantifiziert werden. Weiterhin sollen Gründe für die Kostenunterschiede erarbeitet werden.

### **7.2 Umfrage zu prozentualen Kostenunterschieden am Beispiel von nichttragenden Trennwandsystemen**

Anhand eines Musterprojekts sollen prozentuale Zu- bzw. Abschläge auf die Kosten und Gründe für diese ermittelt werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurden, eine telefonische Umfrage<sup>45</sup> bei zwölf ausführenden Unternehmen und Herstellern und weiterhin mehrere Expertenbefragungen durchgeführt. Ziel dieser Umfrage und der Expertenbefragungen war es u.a. für das genannte Musterprojekt eine Größenordnung für prozentuale Zu- oder Abschläge zu erhalten.

Bei dem untersuchten Musterprojekt handelt es sich um eine Umbaumaßnahme kleineren Umfangs an einem bestehenden Bürogebäude, welches im folgenden näher beschrieben wird.

---

<sup>45</sup> Dietz H.: Untersuchung der Herstell- und Rückbaukosten verschiedener Trennwandsysteme, Diplomarbeit, Institut für Baubetrieb 2001.

### 7.2.1 Randbedingungen und Annahmen

Um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurde für die Betrachtung ein Musterprojekt mit fest vorgegebenen Randbedingungen definiert. Bei dem Projekt handelt es sich um Konstruktionen, welche in der Baupraxis häufig vorzufinden sind. Es sind bei diesem Musterprojekt 5 Bürotrennwände mit den Abmessungen 4,5 m \* 3,0 m heranzuziehen, die aufgrund einer Veränderungsmaßnahme rückzubauen und anschließend wieder an einer anderen Stelle neu zu erstellen sind.

Für die Untersuchung wurden Mauerwerkswände, Gipskartonständerwände, Schalenwände und Monoblockwände herangezogen. Eine Skizze des betrachteten Bürobereichs ist in Abbildung 42 dargestellt.

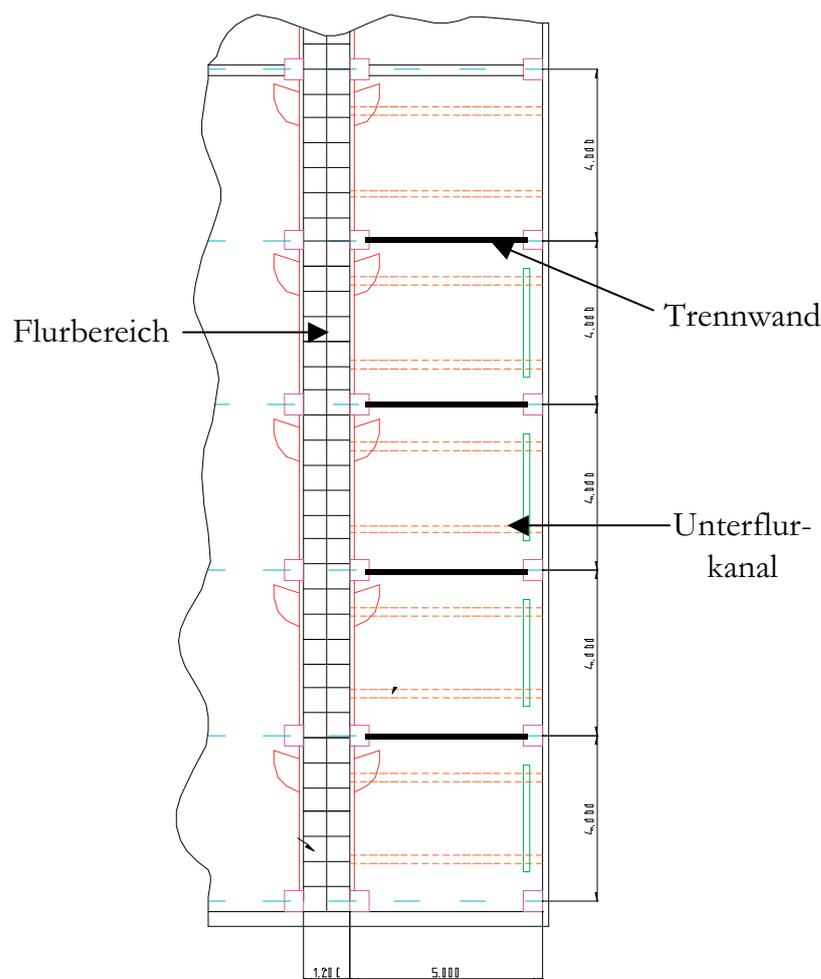


Abbildung 42 Skizze des Musterprojekts (Grundriss)

Der zu verändernde Bürobereich befindet sich im 2. Obergeschoss. Für den Materialtransport kann der Lastenaufzug im Gebäude genutzt werden. Lagerflächen sind in ausreichender Menge vorhanden. In den angrenzenden Bereichen findet normaler Bürobetrieb statt, der während der Baumaßnahme erhalten bleibt. In den Trennwänden sind keine Fenster, Türen und Installationen integriert. Der Bodenanschluss erfolgt bei allen Wandsystemen auf dem Estrich, der Deckenanschluss an der Rohdecke.

### **7.2.2 Vorgehen und Ergebnis**

Bei der Umfrage wurden Unternehmen, die die beschriebenen Trennwandsysteme am Markt anbieten, befragt. Die Unternehmen sollten anhand der vorgegebenen Randbedingungen des Projekts mehrere vorher definierte Fragen beantworten. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass für Baumaßnahmen im Bestand von allen befragten Unternehmen im Vergleich zu Neubaumaßnahmen prozentuale Zuschläge gemacht wurden.

Als Gründe für Zuschläge haben sich u.a. folgende Punkte bei den befragten Unternehmen herauskristallisiert:

- laufende Nutzung (z.B. Schutz des Inventars)
- Materialtransport im Gebäude
- die vorhandene Baukonstruktion
- Reparatur- und Anpassarbeiten

Die Auswertung der Umfrage kam für die verschiedenen ausgewählten nichttragenden Trennwandsysteme zu folgenden durchschnittlichen prozentualen Zuschlägen, die in der Kalkulation gemacht werden. Die Basis für die Zuschläge sind die kalkulierten Kosten für die Erstellung bei einer Neubaumaßnahme.

<b>Betrachtetes Trennwandsystem</b>	<b>Zuschläge beim Bauen im Bestand [%]</b>
Gipskartonständerwand	15,4
Mauerwerkswand	33,4
Schalenwand	16,7
Monoblockwand	13,9

Abbildung 43 Zuschläge in der Kalkulation des Musterprojekts bei einer Baumaßnahme im Bestand

Die dargestellten Ergebnisse in Prozent stellen die arithmetischen Mittelwerte der befragten Unternehmen dar. Selbstverständlich beziehen sich die ermittelten Werte ausschließlich auf das behandelte Musterprojekt mit den vorher definierten Randbedingungen. Für den projektspezifischen Einzelfall sind die relevanten Einflussfaktoren gesondert zu bewerten und diese Werte anzupassen.

Die Werte verdeutlichen die grundsätzlichen Unterschiede und zusätzlichen Einflussfaktoren bei Baumaßnahmen im Bestand. Die Größenordnung der Zuschläge für alle Wandsysteme liegen im Mittel bei über zehn Prozent. Auffallend ist, dass bei Mauerwerkswänden die größten Zuschläge gemacht wurden. Als Grund hierfür wurde von den befragten Unternehmen unter anderem der Schmutz, der bei dieser Konstruktion stärker als bei anderen Konstruktionen in das Gebäude eingetragen wird, und die durchzuführenden Schutzmaßnahmen hierfür genannt. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass aufgrund der Erfahrungen der befragten Unternehmen, die die betrachteten nichttragenden Trennwandsysteme erstellen, für den Wiederaufbau bei Veränderungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden bei allen befragten Unternehmen ein prozentualer Zuschlag auf die Kosten gemacht worden ist.

### 7.2.3 Bewertung der Ergebnisse

Bei der Umfrage konnten leider nur die Zuschläge in ihrer Summe quantifiziert werden. Das bedeutet, dass Prozentsätze für die einzelnen Einflüsse nicht isoliert werden konnten. Von großer Bedeutung ist allerdings die Kenntnis möglicher Einflüsse auf die Kosten bei Veränderungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden. Auf dieser Grundlage ist das Ziel der nachfolgenden Kapitel, die Erarbeitung und strukturierte Darstellung möglicher Einflussfaktoren für den betrachteten Sachverhalt.

## 7.3 Maßgebende Einflussfaktoren

Die Einflussfaktoren auf die Kosten bei Baumaßnahmen im Bestand setzen sich im Wesentlichen aus den in Abbildung 44 dargestellten Bestandteilen zusammen.

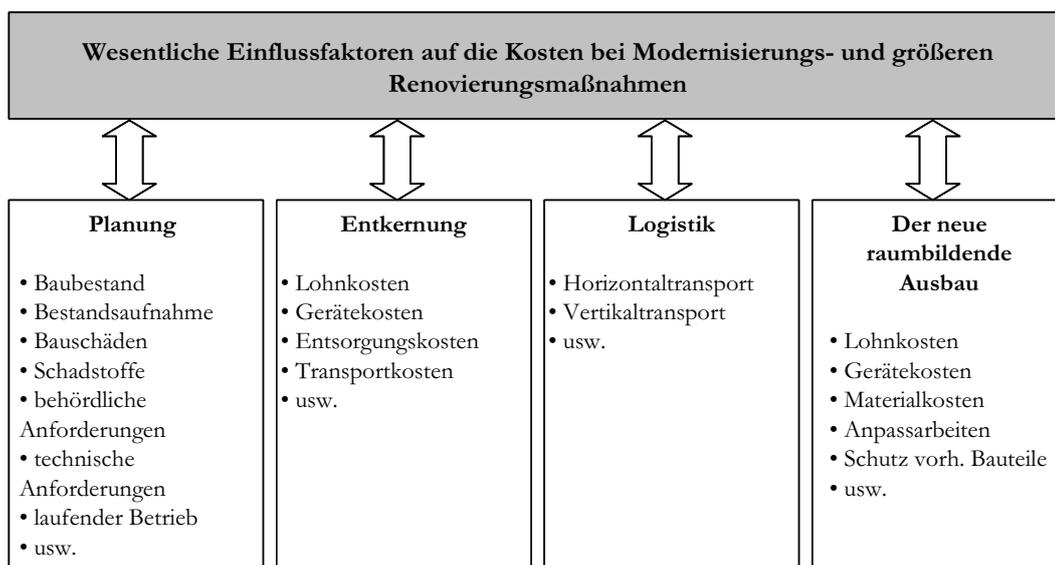


Abbildung 44 Wesentliche Einflussfaktoren auf die Kosten bei Modernisierungs-, Renovierungs- und Sanierungsmaßnahmen

Die einzelnen Einflussbereiche sind auf Grundlage theoretischer Überlegungen, den Erkenntnissen aus den durchgeführten Projektanalysen, aus Umfragen und anhand von

Expertenbefragungen erarbeitet worden. Manche Einflüsse sind nicht exakt einer Überschrift zuzuordnen, werden aber, um eine Redundanz zu vermeiden nur einmal abgehandelt. In dieser Arbeit liegt, wie in vorangegangenen Kapiteln bereits erläutert, das Hauptaugenmerk auf Bürogebäuden und hier insbesondere dem raumbildenden Ausbau, weshalb manche Bereiche, wie zum Beispiel historische Bausubstanz, Denkmalschutz und Bauschäden nur kurz angerissen werden. Diese Einflüsse sind oftmals bei Altbauten von erheblicher Relevanz. Des Weiteren ist anzumerken, dass es durchaus weitere Bereiche gibt, die im einzelnen projektspezifischen Fall auch maßgebenden Einfluss auf die Baukosten bei bestehenden Bürogebäuden haben können. Aufgrund der bisher gefundenen Erkenntnisse kann davon ausgegangen werden, dass die hier erarbeiteten Bereiche einen Großteil typischer Einflüsse auf die Kosten abdecken. Aufbauend auf den herausgearbeiteten Problemstellungen werden im weiteren Fortschritt der Arbeit die wesentlichen Bestandteile für das „Bauen im Bestand“ vertiefend untersucht.

Die Struktur der verschiedenen Einflüsse kann für die Beurteilung von Projekten herangezogen werden.

## **7.4 Planung**

### **7.4.1 Allgemeines**

In diesem Kapitel werden die einzelnen Einflüsse bei Veränderungsmaßnahmen im Bestand vor der eigentlichen Durchführung der Baumaßnahme behandelt. Abhängig von der gewählten Vertragsart und dem Leistungsumfang betrifft dieser Bereich normalerweise die Seite des Auftraggebers. Manche Einflüsse in diesem Kapitel können teilweise nicht eindeutig zugeordnet werden, da diese Planung und Arbeitsvorbereitung, aber daneben auch die Ausführung betreffen. Diese Einflüsse werden aus Gründen der Übersichtlichkeit diesem Kapitel zugeordnet.

#### **7.4.2 Planung von bestehenden Gebäuden**

Als Grundlage für die Vergütung von Planungsleistungen dient die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. Der Planungsprozess ist nach HOAI in neun Leistungsphasen unterteilt. In den neun Leistungsphasen werden die einzelnen zu erbringenden Planungsleistungen von Leistungsphase 1 „Grundlagenermittlung“ bis zur Leistungsphase 9 „Objektbetreuung und Dokumentation“ detailliert beschrieben. Es ist die Fragestellung zu klären, in welchen Bereichen die Planungsleistungen beim Bauen im Bestand im Umfang und der Schwierigkeit anders zu bewerten sind, als bei Neubaumaßnahmen.

Bei Neubaumaßnahmen kann die Planung des Rohbaus idealerweise in Abstimmung mit dem Ausbau und der TGA erfolgen. So können Synergieeffekte erzielt werden, welche sich positiv auf die Ausführung auswirken. Bei Umbau- und Modernisierungsmaßnahmen ist die vorhandene Gebäudestruktur beim Planungsprozess zu integrieren, was sehr häufig die Planung erschwert. Bei Neubaumaßnahmen ist somit normalerweise die Planung „freier“, da beispielsweise bestehende Gebäudeteile oder verbleibende Bereiche der Haustechnik nicht in ein neues Raumkonzept integriert werden müssen. In Kapitel 7.4.3 wird auf den vorhandenen Gebäudebestand noch vertiefend eingegangen.

#### **Honorar bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden**

Das fällige Honorar nach HOAI wird anhand der anrechenbaren Kosten, dem Schwierigkeitsgrad des Projekts und den zu erbringenden Leistungen in den einzelnen Leistungsphasen ermittelt.

Nach § 25 der HOAI besteht die Möglichkeit für Leistungen des raumbildenden Ausbaus an bestehenden Gebäuden eine Erhöhung des Honorars um einen bestimmten Prozentsatz zu vereinbaren. „Der Hintergrund dafür ist, die durch die vorhandene Substanz beschränkte Begrenzung der Gestaltungsmöglichkeit und dadurch erfahrungsgemäß

kompliziertere Planungsaufgabe.“<sup>46</sup> Die hierbei entstehenden Erschwernisse sollen mit diesem Ausbausezuschlag abgegolten werden.<sup>47</sup>

Die anrechenbaren Kosten sind bei einer Baumaßnahme im Bestand im Vergleich zu einem Neubau meist niedriger. Gleichzeitig ist jedoch der Planungsaufwand vergleichbar oder höher. Diese Tatsache muss bei der Berechnung des Zuschlags Berücksichtigung finden.

Die Höhe des Zuschlags, die vom Schwierigkeitsgrad der Planungsaufgabe abhängig ist, kann bereits mit einem durchschnittlichen Schwierigkeitsgrad zwischen 25 bis 50% vereinbart werden. Die Vereinbarung für einen Zuschlag hat schriftlich zu erfolgen, wobei nach BGH-Rechtsprechung ohne eine schriftliche Vereinbarung die Voraussetzung für einen Anspruch auf eine Erhöhung des Honorars noch nicht verloren geht. Es gilt vielmehr, dass ab einem durchschnittlichen Schwierigkeitsgrad ein Zuschlag von 25% als vereinbart gilt.<sup>48</sup> Die Bestimmung eines sogenannten durchschnittlichen Schwierigkeitsgrades kann in einschlägigen Kommentaren zur HOAI anhand von beispielhaften Auflistungen bestimmt werden. Eine gewisse Bandbreite bei der Beurteilung ist hierbei allerdings nicht gegeben.

Nach einer Untersuchung von mehr als 100 abgewickelten Altbauprojekten verschiedener Projektgrößen eines Ingenieurbüros<sup>49</sup> anhand der Nachkalkulationen wurde festgestellt, dass der Planungsaufwand für die Leistungsphasen eins bis acht der HOAI einen Mehraufwand in der Größenordnung von 50 bis 70% im Vergleich zu Neubaumaßnahmen ausmachten. Bei einzelnen kleinen und komplizierten Projekten lag der Mehraufwand sogar bei 100% und mehr im Vergleich zum Neubau. Zu den genannten Zahlenwerten ist zu betonen, dass es sich hierbei größtenteils um Altbauprojekte mit Nutzung als Wohnraum handelte und eine Übertragbarkeit auf Bürogebäude neueren Baujahres zu prüfen ist. Trotz allem ist es auf dieser Basis möglich, eine Tendenz bzw. prinzipielle Aussage zu treffen, da viele zu erbringende Planungsleistungen ähnlich gelagert sind. Es ist mit Mehraufwendungen zu rechnen, die auch von der HOAI vergütet werden, wobei eingehend zu

---

<sup>46</sup> vgl.: Pott; Dahlhoff; Kniffka: HOAI Kommentar, 1996, § 25 Rdn. 7.

<sup>47</sup> vgl.: Pott; Dahlhoff; Kniffka: HOAI Kommentar, 1996, § 25 Rdn. 7; so auch Jochem § 25 Rdn. 5.

<sup>48</sup> vgl.: Pott; Dahlhoff; Kniffka: HOAI Kommentar, 1996, § 25 Rdn. 7.

<sup>49</sup> vgl.: Schmitz: Planen und Bauen im Bestand.

prüfen ist, ob diese zusätzliche Vergütung ausreicht, um die anfallenden Mehraufwendungen bei Baumaßnahmen im Bestand aufzufangen.

Es bleibt somit festzuhalten, dass bei Planungsleistungen für den raumbildenden Ausbau beim Bauen im Bestand ein Zuschlag für das zu entrichtende Honorar oftmals fällig wird, was zu höheren Kosten im Vergleich zum Neubau führt.

### **7.4.3 Einfluss des Baubestands auf die Kosten und die Ausführung**

Bei Neubaumaßnahmen kann die Planung des raumbildenden Ausbaus und der technischen Gebäudeausrüstung in Abstimmung mit dem Rohbau durchgeführt werden. Konstruktive Änderungen des Rohbaus können durchgeführt werden, die sich vorteilhaft auf den Bauablauf und die Baukosten auswirken können. Bei Veränderungen an bestehenden Immobilien ist die vorhandene Tragstruktur bereits vorgegeben und Abstimmungen mit dem raumbildenden Ausbau und der TGA sind so nicht mehr möglich. In den folgenden Unterkapiteln werden wesentliche Einflüsse näher betrachtet, die anhand von Expertenbefragungen bei Bauleitern und den bereits beschriebenen Projektanalysen erarbeitet wurden.

#### **7.4.3.1 Tragstruktur**

Die bereits vorhandene Tragstruktur hat je nach projektspezifischen Besonderheiten und Anforderungen großen Einfluss auf die Konstruktionsmöglichkeiten der technischen Gebäudeausrüstung und des raumbildenden Ausbaus. Es sind hierbei vor allem die Möglichkeiten der horizontalen und vertikalen Leitungsführung und der Raumaufteilung beispielhaft aufzuführen. Abhängig von den jeweiligen Nutzungsanforderungen kann die bestehende Tragstruktur Einschränkungen der möglichen Nutzungen bedingen.

Beispielhaft sei hier der Stahlbetonskelettbau genannt, der bei modernen Bürogebäuden in der Bundesrepublik Deutschland als häufig ausgeführte Tragstruktur dient. Für die betrachteten Belange ist eine Unterscheidung in Stahlbetonskelettbau mit Unterzügen und

Stahlbetonskelettbau mit deckengleichen Unterzügen durchzuführen. Durch die Unterzüge entstehen Freiräume, die im Falle des Neubaus ideal für die Unterbringung von Versorgungsleitungen usw. genutzt werden können. Zu den Unterzügen quer verlaufende Leitungen können durch Aussparungen in den Unterzügen geführt werden. Bei Veränderungsmaßnahmen können neben der zur Verfügung stehenden Höhe, die eventuell für die vorgesehene Nutzung nicht ausreicht, auch die vorhandenen Aussparungen in den Unterzügen ungünstig angeordnet sein, oder aber einen falschen Durchmesser aufweisen. In diesem Fall müssen nach statischer Prüfung zusätzliche Kernbohrungen für die benötigten Aussparungen hergestellt werden. Eine Tragstruktur mit deckengleichen Unterzügen ermöglicht eine flexiblere Nutzung des Gebäudes bei Veränderungsmaßnahmen aufgrund der in der Decke integrierten Unterzüge.

#### **7.4.3.2 Tragfähigkeit der Rohbaustruktur**

Die Tragfähigkeit der Tragstruktur ist bei Veränderungsmaßnahmen, vor allem bei einer Änderung der Nutzung zu überprüfen. Soll zum Beispiel ein Wohngebäude zu einem Bürogebäude umgenutzt werden, so können hierdurch andere statische Anforderungen erforderlich werden. Des Weiteren sind die Verkehrsflächen für die Einsatzplanung der möglichen Geräte für den Rückbau, den Transport von Material im Gebäude und den neuen Ausbau von Bedeutung. Die Tragfähigkeit der Decke ist somit zu prüfen und die Auswahl der Geräte darauf abzustimmen.

Als ein Lösungsvorschlag zur Erhöhung der Tragfähigkeit der Verkehrslasten kann in besonderen Fällen der Einbau von provisorischen Auflager- und Abstützsystemen mit Hilfe von Rüstungsmaterial herangezogen werden.<sup>50</sup> Im Einzelfall ist auch hierzu ein Statiker hinzuzuziehen.

---

<sup>50</sup> vgl.: Simons K.: Kostendämpfung durch vgl. Untersuchungen baubetrieblicher Verfahren für den Rückbau..., 1987.

### 7.4.3.3 Geschosshöhe

Die erforderliche Geschosshöhe ergibt sich beim Neubau eines Gebäudes aus der Raumhöhe und dem Installationsgrad der zu erstellenden Räume. Abhängig von den Anforderungen an die Nutzung des Raumes, steigt die erforderliche Geschosshöhe z.B. bei teil- oder vollklimatisierten Räumen im Vergleich zu nichtklimatisierten Räumen um ca. das 1,3 bis 1,5 Fache an. In Abbildung 45 werden typische Geschosshöhen und die damit möglichen Installationen dargestellt.

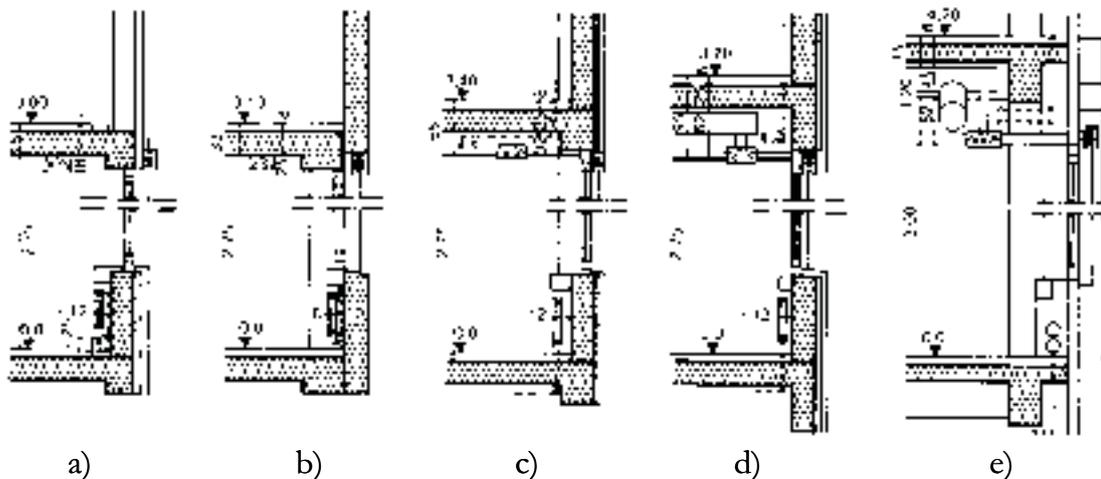


Abbildung 45 Typische Geschosshöhen bei Bürogebäuden mit verschiedenen Installationsmöglichkeiten

Die beiden Zeichnungen a) und b) zeigen Büroräume ohne leichte Unterdecken, weshalb hier die Geschosshöhe mit ca. 3,00 m bis ~3,10 m gering ist. Die Abbildung c) zeigt bei einer Geschosshöhe von 3,40 m bereits eine leichte Unterdecke, wobei der zur Verfügung stehende Installationsraum für größere Einbauten, wie z.B. für Lüftungskanäle einer raumlufttechnischen Anlage als sehr gering zu bewerten ist. Bei der Abbildung d) beträgt die Höhe des Installationsfreiraums bereits ca. 0,60 m was größere Installationen im Freiraum ermöglicht. Abbildung e) zeigt den Querschnitt eines modernen Bürogebäudes mit einer vorgehängten Fassadenkonstruktion und einer Geschosshöhe von 4,20 m. Unter der leichten Unterdecke befindet sich ein enormer Freiraum, der auch für komplexe Einbauten viel Platzbedarf bietet. Bei häufigen Veränderungsmaßnahmen bietet diese Konstruktion

mit Abstand die größte Flexibilität. Es ist hierzu allerdings anzumerken, dass sich die Geschosshöhe von 4,20 m im Vergleich zu einer geringeren Geschosshöhe negativ auf die Baukosten auswirkt.

Die beschriebenen Fußbodenunterkonstruktionen haben teilweise unterschiedliche Mindestaufbauhöhen, was sich problematisch auf die Ausführungsmöglichkeiten auswirken kann. Sollen verschiedene Installationen in der Fußbodenunterkonstruktion untergebracht werden, die eine gewisse Ausbauhöhe des Fußbodensystems erfordern, so kann die vorhandene Geschosshöhe hier Einschränkungen der Nutzung verursachen. Es ist hierbei zusätzlich auf die Einhaltung der erforderlichen lichten Raumhöhe zu achten. Ein weiterer Problempunkt der bei Veränderungen von Fußbodenunterkonstruktionen in der Baupraxis häufig zutage tritt, sind vor allem Anschlussbereiche an zu erhaltende Bereiche des Gebäudes. Hier gestaltet sich die Ausführung mit dem Anschluss verschiedener Aufbauhöhen der Fußbodensysteme, vorhandener Türhöhen, Treppen usw. häufig als sehr schwierig. Sind in den betreffenden Räumen zusätzliche Ausrüstungsgegenstände (z.B. Waschbecken, Heizkörper etc.) eingebaut, so müssen auch diese Einrichtungen eventuell den neuen Erfordernissen angepasst werden. Gegebenenfalls sind zusätzlich Türen höher zu setzen und es ist die notwendige Brüstungshöhe bei Fenstern zu berücksichtigen.

Es ist als Ergebnis festzuhalten, dass die vorhandene Geschosshöhe bei Veränderungsmaßnahmen im Bestand vor allem für die Konstruktionsmöglichkeiten der TGA entscheidend ist und eine niedrige Geschosshöhe Einschränkungen bei der möglichen Nutzung hervorrufen kann. Spezielle Nutzungsanforderungen an ein zu veränderndes Gebäude können so eventuell nicht umgesetzt werden. Soweit technisch möglich, werden Sonderkonstruktionen oder Bauteile nötig, die zwangsläufig mit höheren Kosten verbunden sind.

Nach mehreren Expertenbefragungen konnte festgestellt werden, dass häufig eine zu geringe Geschosshöhe starke Einschränkungen bei abgewickelten Modernisierungsmaßnahmen, vor allem im Bereich der TGA hervorgerufen hat. Als problematisch gestaltet sich

hierbei oft der nachträgliche Einbau von Lüftungskanälen und Klimaanlage, da die vorhandene Höhe unter der leichten Unterdecke dies teilweise nicht zulässt.

#### **7.4.3.4 Zu erhaltende Bereiche des raumbildenden Ausbaus und der TGA**

Ähnlich, wie die vorhandene Tragstruktur haben die zu erhaltenden Bereiche des raumbildenden Ausbaus und der TGA Einfluss auf die Planung und Ausführung bei Veränderungsmaßnahmen. Diese Bereiche müssen vor Beschädigungen geschützt werden. In Kapitel 7.4.6 werden Möglichkeiten hierfür aufgezeigt. Weiterhin ist die Integration zu erhaltender Bauteile des raumbildenden Ausbaus zu berücksichtigen. Häufig ist mit zusätzlichen Anpassarbeiten und Mehraufwendungen zu rechnen. Die Integration vorhandener Bauteile bei der technischen Gebäudeausrüstung, ist häufig mit zusätzlichen Materialien und Tätigkeiten bei der Ausführung, aber auch mit zusätzlichem Aufwand bei der Planung zu berücksichtigen. Eventuelle Mehraufwendungen in den einzelnen Planungsphasen und deren Vergütung wurden bereits in Kapitel 7.4.2 betrachtet.

#### **7.4.3.5 Bauschäden**

Die Existenz von Bauschäden kann ein Auslöser für eine Veränderungsmaßnahme sein. Die mannigfaltigen Möglichkeiten von Bauschäden in den verschiedenen Bereichen können und sollen in dieser Arbeit nicht behandelt werden. Wichtig für eine Beurteilung der anfallenden Baukosten ist die Kenntnis von vorhandenen Bauschäden, die oft erst bei der Bauausführung zu Tage treten und zu Mehrkosten und in den meisten Fällen auch zu veränderten Terminplänen führen.

Weiterhin sollte bei Kenntnis von Bauschäden das Ausmaß durch eine detaillierte Bestandsaufnahme beurteilt werden, um eine ausführliche Ausschreibung zu ermöglichen. Hier ist allein der jeweilige Einzelfall maßgebend.

#### **7.4.3.6 Gebäudeschadstoffe**

Das Vorhandensein von Schadstoffen im Gebäude und deren Beseitigung ist i.d.R. mit erheblichen Kosten verbunden. Gründe hierfür sind u.a. die einzuhaltenden Sicherungsmaßnahmen, wie z.B. die Einrichtung eines Schwarz-Weiß-Bereiches bei Arbeiten mit Asbest oder erschwerte Arbeitsbedingungen aufgrund zusätzlicher Schutzausrüstungen. Es existieren eine Vielzahl von Schadstoffen, die in den verschiedenen Bauteilen eines Gebäudes vorhanden sein können.

Besteht Unkenntnis über eventuell vorhandene Schadstoffe im Gebäude, so ist bei der Bestandsaufnahme auf typische oder häufig vorkommende Gebäudeschadstoffe des betrachteten Gebäudetyps und der Baualtersklasse zu achten. Es sind hierzu eventuell gesonderte Gutachter zu Prüfzwecken hinzuzuziehen. Werden Gebäudeschadstoffe erst während der Entkernungstätigkeiten erkannt, so ist hier mit erheblichen Verzögerungen des Bauablaufs zu rechnen.

Für die Projektplanung und Ausführung ist bei diesem Einfluss zu beachten, dass eine Schadstoffentfrachtung noch vor den eigentlichen Entkernungsarbeiten des Gebäudes durchzuführen ist. Maßgebende Gründe hierfür sind das Vermischungsverbot der Baurestoffe und die eventuelle Freisetzung von Schadstoffen aufgrund der Entkernung.

#### **7.4.4 Bestandsaufnahme**

Für eine reibungslose Abwicklung von Baumaßnahmen im Bestand ist die genaue Kenntnis der Abmessungen, des Zustands und der Baustoffzusammensetzung des Objekts wichtig. Je genauer der Kenntnisstand über das Gebäude ist, umso geringer sind die Abweichungen der Planung von der Bauausführung durch unvorhergesehene und nicht berücksichtigte Besonderheiten. Eine Abweichung von der geplanten Bauausführung führt häufig zu Veränderungen im Bauablauf und somit zu Veränderungen bei den anfallenden Kosten. Es kommt somit zu zusätzlichen oder geänderten Leistungen bei der Ausführung, die zu

diesem Zeitpunkt oftmals nicht optimal in den Bauablauf integriert werden können und somit regelmäßig zu Bauzeitverzögerungen mit daraus resultierenden erhöhten Kosten führen. Weiterhin resultieren Haftungsprobleme des Planers meist aus einer mangelhaften Bestandsaufnahme. Aus diesen genannten Gründen stellt die Bestandsaufnahme einen Kernbereich bei Veränderungsmaßnahmen dar, den es vertiefend zu betrachten gilt.

Die Bestandsaufnahme eines Gebäudes kann in die Bereiche maßliche und technische Bestandsaufnahme unterteilt werden.

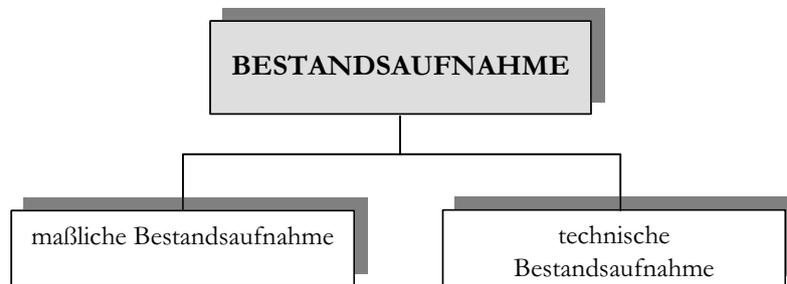


Abbildung 46 Möglichkeiten der Bestandsaufnahme eines Gebäudes

#### 7.4.4.1 Maßliche Bestandsaufnahme

Eine maßliche Bestandsaufnahme dient, wie die Bezeichnung schon vermuten lässt, der Erfassung aller notwendigen Längen-, Höhen- und Winkelmaße für die bevorstehende Baumaßnahme. Aufgrund dieser Maße können Bestandspläne gefertigt bzw. bestehende Pläne aktualisiert werden. Damit eignet sich die maßliche Bestandsaufnahme sowohl zur Prüfung der tatsächlich ausgeführten Baumaße, als auch zur Erfassung nachträglicher Ein- oder Umbauten, die nicht in den Plänen eingezeichnet sind.

Der erste Schritt vor einer Bestandsaufnahme ist die Prüfung der vorhandenen Pläne eines Gebäudes. Diese sollten idealerweise in aktueller Form vorliegen. Bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden tritt nun der Fall auf, dass während der Nutzung und bisher durchgeführten Veränderungen die vorhandenen Pläne häufig nicht mehr dem tatsächlichen

Bestand entsprechen. Der Planer der durchzuführenden Baumaßnahme ist auf die Zuverlässigkeit und Prägnanz seiner Vorgänger während des Neubaus und der Verwaltung des Gebäudes während der Nutzungszeit der Immobilie angewiesen. Bei älteren Gebäuden kann im Regelfall davon ausgegangen werden, dass keine oder nur unzureichende Pläne zur Verfügung stehen. Bei den durchgeführten Projektanalysen fiel auf, dass auch neuere Gebäude selten detailliert dokumentiert sind.

### **- Erfassung der Gebäudedaten**

Die Aufnahme von alphanumerischen, numerischen und graphischen Gebäudedaten ist mit einem erheblichen Aufwand und damit auch erheblichen Kosten verbunden. Aus diesem Grund werden hier zum einen herkömmliche Verfahren der Datenerfassung, aber auch moderne Verfahren vorgestellt. Diese neuen Verfahren bieten gute Möglichkeiten, eine detaillierte Bestandsdatenerfassung, die für häufig zu verändernde Bürogebäude als zielführend angesehen wird, rationell durchzuführen.

Für die Erfassung der Gebäudedaten stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl, die je nach projektspezifischen Anforderungen und dem Ziel der Bestandsaufnahme auszuwählen sind. Das Handaufmaß ist das einfachste Verfahren. Vorteilhaft ist die Einfachheit der technischen Hilfsmittel und die günstige Eignung für kleine und einfache Strukturen. Nachteilig sind möglicherweise die Fehlerfortpflanzung bei Messungen mit mehreren Meßabschnitten, die Grenzen der Erreichbarkeit von Meßpunkten und die getrennte Messung von horizontalen und vertikalen Strecken. Die klassischen Längenmeßwerkzeuge wie Zollstock oder Maßband können bei der maßlichen Bestandsaufnahme durch den rationellen Einsatz elektronischer Entfernungsmessgeräte ergänzt werden, was personelle Rationalisierungseffekte hervorruft.

Ein technisch fortgeschritteneres Verfahren bietet die Tachymetrie. Dieses geodätische Verfahren bietet mit modernen Tachymetern berührungslose dreidimensionale Messungen (Entfernung, Horizontal- u. Vertikalwinkel) mit hoher Genauigkeit und Geschwindigkeit, sowie die Möglichkeit der Bedienung durch eine Person. Einschränkend bleibt zu

erwähnen, dass vom Gerätestandort nicht einsehbare Raumteile nicht direkt verarbeitet werden können.

Eine weitere Möglichkeit der maßlichen Aufnahme besteht in der Anwendung der Fotogrammetrie. Mit dieser Methode lassen sich spezielle Fotografien entzerren und in maßstäbliche Pläne überführen, in denen auch Vor- und Rücksprünge maßgenau zu finden sind. Nachteil dieses Verfahrens bezüglich der Bestandsaufnahme ist die eingeschränkte Anwendung, da nur vollständig sichtbare Bauteile, im allgemeinen nur Außenwände, erfasst und dann in Pläne übertragen werden können. Weiterhin erfordert das Verfahren geschulte Fachkräfte.

Sind Pläne des Gebäudes vorhanden, so sollte es bei Stahlbetonskelettbauten genügen, das Rohbauraster in einem Geschoss anhand Messung zweier rechtwinklig verlaufender Achsen zu überprüfen. Dies gilt nicht für den raumbildenden und technischen Ausbau, da diese in ihrer Lage nicht ausschließlich vom Raster bestimmt werden müssen.

In der Fachliteratur wird ein vorsichtiger Umgang mit Plänen empfohlen, da diese nicht immer richtig und selten vollständig sind. Es gilt daher, die Pläne mit der tatsächlichen Ausführung nicht nur stichpunktartig zu überprüfen.

#### **- Möglichkeit der Bestandsdatenerfassung per PC**

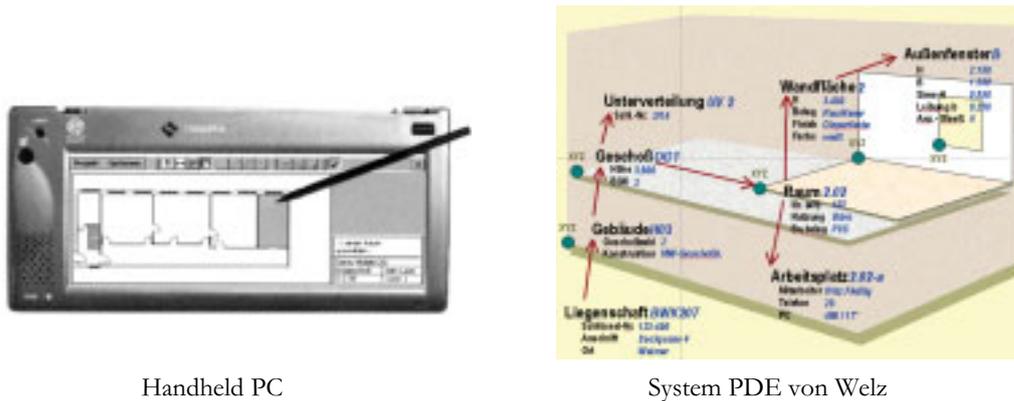
Die zeitgemäße Verwendung von Computertechnik in diesem Bereich ist durch die Entwicklung der entsprechenden Software möglich geworden. Im Rahmen des Computer Aided Facility Management (CAFM) wurden Möglichkeiten für die maßliche Bestandsaufnahme per Computer mit angeschlossenem digitalen Entfernungsmessgerät entwickelt. Beispielhaft werden zwei interessante Systeme dargestellt. Beide nutzen einen kleinen PC mit Pen-Eingabe. Dazu werden mit einem speziellen Stift auf dem Leuchtschirm des PC Daten eingegeben. Bei dem System „PDE“<sup>51</sup> wird der Rechner-

---

<sup>51</sup> PDE, Welz C., Bau Daten Technologie, Weimar.

Leuchtschirm wie ein Schreibbrett gehalten, bei dem System „Mobile CAD“<sup>52</sup> wird der kleinere PC (Handheld PC) mit einem Armband getragen. An den Computer kann ein Laserentfernungsmesser angeschlossen werden, der die Messdaten an das Programm direkt überträgt.

Abbildung 47 zeigt zwei mögliche Verfahren zur maßlichen Bestandsaufnahme mit EDV Unterstützung.



Handheld PC

System PDE von Welz

Abbildung 47 Mögliche Verfahren zur Bestandsaufnahme per EDV

Die direkte Rechnereingabe hat den entscheidenden Vorteil, dass der Zwischenschritt der Handnotation und damit Zeitaufwand eingespart wird, da heute fast alle erfassten Daten per EDV verwaltet und weiterverarbeitet werden. Weiterhin vorteilhaft ist, dass der Rechner alle erforderlichen Maße logisch abfragt, so werden keine Maße vergessen. Das Programm ermöglicht eine Grundrisseingabe mit allen Maßen und mit Eingabe der Raumhöhe weiterhin eine räumliche Darstellung. Hierin können nun Fenster, Türen, Heizkörper usw. eingetragen werden.

Je nach Verwendungszweck können die verwendeten Datenmasken selbst konfiguriert werden und damit die zu ermittelnden Daten an den Bedarf angepasst werden. Die ermittelten Daten können an andere Standard-Software (z.B. EXCEL, CAD) übergeben und dort weiterverarbeitet werden.

<sup>52</sup> Mobile CAD, m2k Informationsmanagement Heil & Störmer GmbH, Kaiserslautern.

Die beiden beispielhaft dargestellten Verfahren zeigen Möglichkeiten auf, bei der Bestandsaufnahme Rationalisierungseffekte zu erreichen.

### **- Integration der Gebäudedaten in ein Facility Management System**

Die Verwendung einer Bestandsdokumentation mit Hilfe eines Facility Management Systems bei Bürogebäuden, die häufig verändert werden, könnte sich als äußerst sinnvoll erweisen. Mit Hilfe solcher Computer Aided Facility Management Systeme, abgekürzt auch CAFM-Systeme genannt, können mannigfaltige Aufgaben rund um eine Immobilie ausgeführt werden. Um die verschiedenen Aufgaben ausführen zu können, müssen zuerst vom Nutzer die erforderlichen Gebäudedaten für die geforderten Anforderungen bestimmt werden. Es gibt verschiedene Leistungsbereiche des Gebäudemanagements, die sich, wie in Kapitel 4.3 bereits dargestellt, nach DIN 32736 in die drei Leistungsbereiche kaufmännisches, infrastrukturelles und technisches Gebäudemanagement unterteilen lassen.

Der Bereich des technischen Gebäudemanagements umfasst alle Leistungen, die zum Betreiben und Bewirtschaften der baulichen und technischen Anlagen eines Gebäudes erforderlich sind.<sup>53</sup>

Für die Sichtweise dieser Arbeit sind die zur Verfügung gestellten Daten der CAFM-Systeme von Bedeutung. Ist ein solches System eingeführt, so liegen nach der Theorie aktuelle Gebäudedaten, d.h. in alphanumerischer, numerischer und graphischer Form in einer Datenbank vor, da die Immobilien während ihres gesamten Lebenszyklus begleitet werden.<sup>54</sup> Diese Daten können für die Planungsphasen und die Ausführung von Veränderungsmaßnahmen herangezogen werden. Der Vorteil eines solchen Systems liegt darin, dass ein Datenpool vorliegt, der für verschiedene Zwecke und Bereiche genutzt werden kann und die Bestandsdatenerfassung nur einmal durchgeführt werden muss. Ein weiterer Vorteil sind die redundanzfrei vorliegenden Gebäudedaten. Welche Gebäudedaten aufgenommen und gepflegt werden, hängt von den jeweiligen Nutzungsanforderungen des Systems ab. Weiterhin können Veränderungsmaßnahmen kurzfristig geplant werden, da bei

---

<sup>53</sup> vgl.: DIN 32736, Gebäudemanagement, 2000.

<sup>54</sup> vgl.: Schröder: Die Strukturierung von integrierten EDV-Systemen...,1994.

Vorhandensein eines solchen Systems die Gebäudedaten bereits vorliegen und nicht erst für die Maßnahme aufgenommen werden müssen.

Die derzeit am Markt angebotenen Systeme sind überwiegend modular aufgebaut, sodass die Programme auf die unterschiedlichsten Anforderungen der Nutzer abgestimmt werden können. Wichtig für die baubetriebliche Betrachtung dieser Arbeit sind die zur Verfügung gestellten Daten, die eine Hilfestellung für Veränderungsmaßnahmen darstellen. Neben den eingepflegten Plänen der Gebäude liegen auch sogenannte Raumbücher vor, in denen Maße und Ausstattungsmerkmale der einzelnen Räume vorliegen. Diese Daten können z.B. für die Ausschreibung bei Erneuerungsmaßnahmen genutzt werden. Es gibt weiterhin die Möglichkeit über Schnittstellen die Daten direkt an AVA-Programme zu übergeben und dort zu nutzen. Für Bürogebäude, Krankenhäuser und Unternehmen mit einem größeren Gebäudebestand bieten CAFM-Systeme Einsparpotenziale in vielen Bereichen. Nach eingehenden Untersuchungen des Sachverhalts bleibt festzuhalten, dass diese Systeme auch für Modernisierungs-, Umbau- und Renovierungsmaßnahmen genutzt werden können und aufgrund der vorhandenen aktualisierten Daten des Gebäudes eine detaillierte Ausschreibung erfolgen kann, welche die Kostensicherheit dieser Maßnahmen erhöht. Mit der Nutzung solcher Systeme können zusätzliche Bestandsaufnahmen für einzelne Veränderungsmaßnahmen eingespart werden.

#### **7.4.4.2 Technische Bestandsaufnahme**

Bei einer technischen Bestandsaufnahme werden Bauteile des Gebäudes hinsichtlich ihrer Funktion, ihres Zustands und ihrer Qualität untersucht, erfasst und dokumentiert. Es kann dazu notwendig sein, verschiedene Untersuchungen an den zu beurteilenden Bauteilen durchzuführen, um hier zu Erkenntnissen zu gelangen. Die Analyse der durchgeführten Untersuchungen führt zu einer exakteren Planung und wird hilfreich sein, die Bauausführung vorzubereiten. Die möglichen Untersuchungen, um den technischen Zustand des Gebäudes zu überprüfen, können sehr umfangreich und auch kostenintensiv sein. In welchem Umfang und in welchen Bereichen eine technische Bestandsaufnahme durchzuführen ist, hängt vom Einzelfall ab und muss vom Planer projektspezifisch

beurteilt werden. Bzgl. der einzelnen Verfahren der technischen Bestandsaufnahme wird auf die einschlägige Literatur, wie z.B. von Ahrend<sup>55</sup> verwiesen.

#### 7.4.4.3 Art und Umfang einer Bestandsaufnahme

Es ist vom Planer zu entscheiden, in welchem Umfang die Bestandsaufnahme durchzuführen ist, da je nach Genauigkeit und Art dieser, die anfallenden Kosten hierfür unterschiedlich hoch sind. Es ist ein Mittelweg zu wählen, der vom Kosten-Nutzen-Verhältnis sinnvoll erscheint. Bei der durchzuführenden Bestandsaufnahme sollten weiterhin nur Bereiche erfasst werden, die für die Planung und Ausführung von Bedeutung sind.

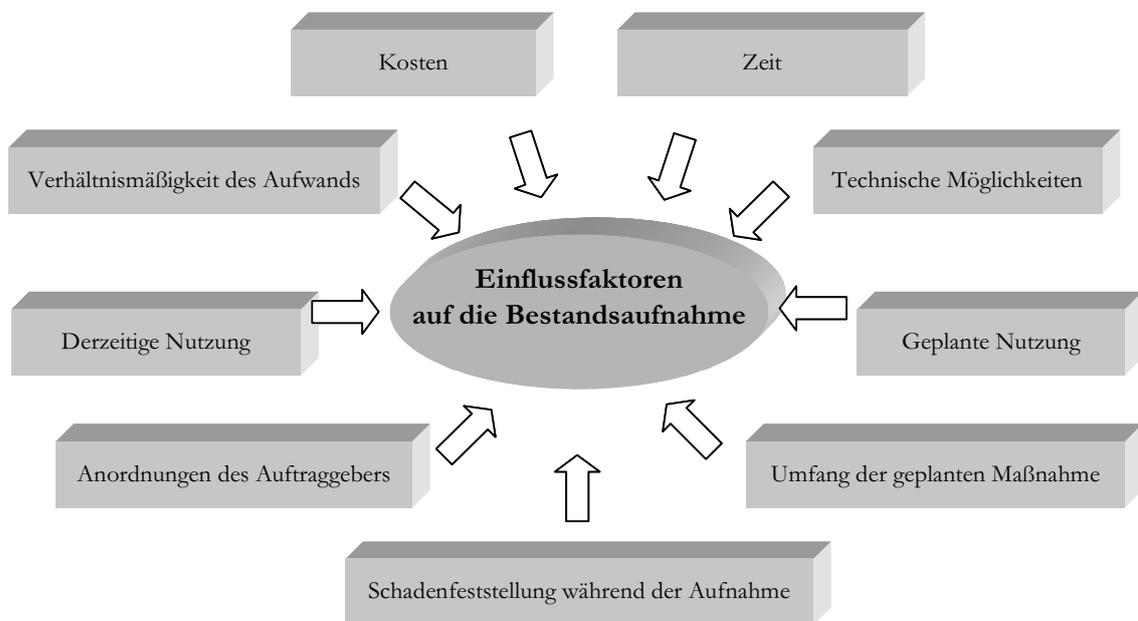


Abbildung 48 Wesentliche Einflussfaktoren auf die Art und den Umfang einer Bestandsaufnahme

In Abbildung 48 werden maßgebende Einflussfaktoren auf die Bestandsaufnahme dargestellt, welche hinsichtlich des Umfangs projektspezifisch zu beurteilen sind.

<sup>55</sup> Ahrend: Bauen im Bestand.

Die Bestandsaufnahme stellt nach HOAI eine besondere Leistung dar, die zusätzlich vom Bauherrn vergütet werden muss. Viele Bauherren versuchen die Kosten für diesen Planungsbestandteil zu sparen, obwohl dieser nach Meinung des Verfassers eine entscheidende Größe für eine termin- und kostengerechte Abwicklung einer Baumaßnahme im Bestand darstellt, worauf im Verlauf der Arbeit noch näher eingegangen wird.

#### 7.4.4.4 Ablauf einer Bestandsaufnahme

Folgendes Ablaufdiagramm beschreibt in sechs Phasen die Vorgehensweise für die Durchführung der Bestandsaufnahme eines Gebäudes.

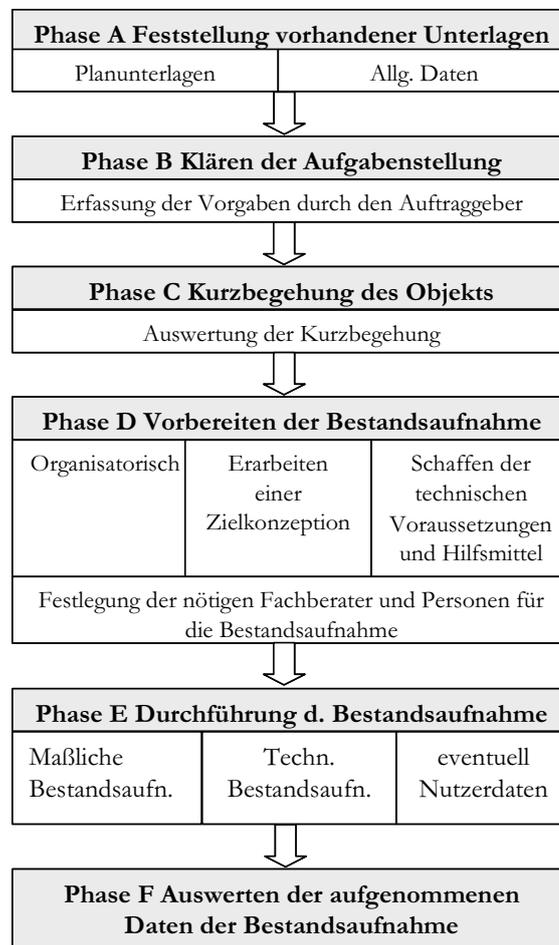


Abbildung 49 Möglicher Ablauf einer Bestandsaufnahme<sup>56</sup>

<sup>56</sup> vgl.: Schmitz: Planen und Bauen im Bestand.

Der Ablauf einer durchzuführenden Bestandsaufnahme sollte durch einen Terminplan koordiniert werden. Die gewonnenen Erkenntnisse über das Projekt sollten dann maßnahmenbegleitend mit dem Auftraggeber, zwecks Optimierung der Planung und eventueller Zielveränderungen abgestimmt werden.

Nachfolgend werden die einzelnen Phasen näher erläutert.

### **Zu Phase A: Feststellung vorhandener Unterlagen**

Der Anfang einer Bestandsaufnahme sollte die Sammlung aller Daten und Fakten des Projekts sein. Hier stehen an erster Stelle die Ausführungspläne, aber auch Pläne, die beim Bauaufsichtsamt oder Katasteramt vorhanden sind. Interessant sind zusätzliche Informationsquellen wie Handwerkerrechnungen und Unterhaltungskosten des Gebäudes. Die Handwerkerrechnungen geben Aufschluss über bisher durchgeführte Instandsetzungen, Modernisierungen und mögliche Mängel oder Schwachstellen. Aus den Verbrauchswerten für Energie (Elektrische, Wärme bzw. Kälte) lassen sich Aussagen über die Effizienz der Systeme oder deren Erneuerungswürdigkeit ableiten.

Weitere Informationsquellen sind Raumbücher, die bei größeren Bürogebäuden häufig angelegt werden. Im Raumbuch werden für jeden Raum die Lage, Größe, Ausstattungsmerkmale und die vorgesehene Nutzung beschrieben. Die Informationen und Daten der Raumbücher können bei Erneuerungsmaßnahmen herangezogen werden.

Zusätzliche Erkenntnisse ergeben sich möglicherweise auch aus einem Vergleich des Projekts mit Referenzobjekten anhand des konstruktiven Aufbaus. Hieraus können Hinweise auf das mögliche Vorhandensein charakteristischer Konstruktionsfehler oder Schwachstellen dieses Gebäudetyps gezogen werden. Möglicherweise hat der Prüfer Erfahrungen an vergleichbaren Objekten gesammelt oder kann auf den Erfahrungsschatz anderer zurückgreifen.

**Zu Phase B: Klären der Aufgabenstellung**

Als weiteren Schritt gilt es, die genaue Aufgabenstellung zu klären. Hierzu sind Gespräche mit dem Auftraggeber erforderlich, um den Umfang und die Zielsetzung der geplanten Maßnahme zu erörtern. Hier ist es hilfreich, heraus zu finden, aus welchen Gründen eine Baumaßnahme durchgeführt werden soll. Handelt es sich um eine Modernisierung oder vielleicht um eine Sanierung z.B. aufgrund von Bauschäden oder vorhandener Gebäudeschadstoffe. Weiterhin ist von Bedeutung, welche Vorgaben der Bauherr zu Grunde legt und welche Teilbereiche des Gebäudes und der TGA in wieweit betroffen sind.

**Zu Phase C: Kurzbegehung des Objekts**

Nach Klärung der vertraglich festgehaltenen Einzelheiten sollte eine Kurzbegehung erfolgen. Hierzu wird das Gebäude durch eine Grobbewertung eingeschätzt. Als Hilfsmittel dazu sind Checklisten zu empfehlen. Die Kurzbegehung vermittelt einen ersten Eindruck über den Zustand, die Modernisierungsmöglichkeit und die Randbedingungen der Immobilie. Die Kurzbegehung bildet damit auch die Grundlage hinsichtlich weiterer Überlegungen zur Bestandsaufnahme.

Aus den bisher erhaltenen Informationen kann die eigentliche Bestandsaufnahme vorbereitet werden. Der zu erfassende Bereich kann eingegrenzt und die notwendigen Fachberater können festgelegt werden. Die Durchführung der Maßnahmen und die Zeiten, zu denen die Untersuchungspersonen Zugang zu den Räumlichkeiten benötigen, müssen mit den verschiedenen Mietern bzw. Nutzern des Gebäudes rechtzeitig abgestimmt werden.

**Zu Phase D: Vorbereiten der Bestandsaufnahme**

Um die Bestandsaufnahme vor Ort sinnvoll und wirtschaftlich durchzuführen, wird empfohlen, Untersuchungsgruppen mit zwei bis drei Personen zu bilden. Hierbei sollte ein

erfahrener Planer, der im günstigsten Fall die gesamte Baumaßnahme betreut, die Leitung übernehmen. Somit hat dieser von Anfang an Einblick in das Projekt, und ist in der Lage, fundierte Entscheidungen in der Planung, der Projektausschreibung und bei der Projektüberwachung zu treffen.

Für die Durchführung der eigentlichen Bestandsaufnahme empfiehlt es sich, eine Systematik einzuführen. Dazu sollten alle Bauteile eindeutig gekennzeichnet sein. So z.B. die Gebäudeflügel, das Geschoss, die Räume, die Wände usw. Zusätzlich wird empfohlen, eine „Abschreitrichtung“ (z.B. im Uhrzeigersinn) zu wählen. Auch eine Foto- oder Videodokumentation ist eine hilfreiche Informationsquelle.

### **Zu Phase E: Durchführung der Bestandsaufnahme**

Die Bestandsaufnahme gliedert sich, wie bereits erläutert, in die maßliche und technische Erfassung des zu untersuchenden Gebäudes. Für die Durchführung einer maßlichen Bestandsaufnahme bieten sich je nach Umfang und Projekt verschiedene Messverfahren an. Die einzelnen Messverfahren wurden bereits in Kapitel 7.4.4.1 näher erläutert.

Bei der technischen Bestandsaufnahme sollte dabei aber mindestens eine Sichtprüfung und eine Funktionsprüfung der zu erhaltenden Bauteile durchgeführt werden.

In welcher Art und Weise, Umfang, Genauigkeit, Verfahren usw. die technische und die maßliche Bestandsaufnahme durchzuführen sind, ist anhand der Einflussfaktoren, nach Abbildung 48 projektspezifisch zu entscheiden.

### **Zu Phase F: Auswerten der aufgenommenen Daten der Bestandsaufnahme**

Maßgebend für eine erfolgreiche Umsetzung der durchgeführten Bestandsaufnahme ist ein zielgerichtetes Auswerten der ermittelten Daten. Nach der Auswertung müssen die gewonnenen Erkenntnisse in die weitere Planung und Ausführung der Maßnahme zielgerichtet Eingang finden.

#### **7.4.4.5 Beweissicherung**

Bei einer Entkernung, aber auch bei den neuen Ausbauarbeiten können am vorhandenen Gebäude durch die Baumaßnahme Beschädigungen aufgrund der auszuführenden Tätigkeiten der einzelnen Unternehmen entstehen. Um bereits vor der Baumaßnahme vorhandene Schäden oder Mängel zu dokumentieren, kann vor Beginn der Arbeiten eine sogenannte Beweissicherung durchgeführt werden. Mit einer Beweissicherung werden die schon vor der Maßnahme vorhandenen Mängel systematisch aufgenommen und dokumentiert. Nur so ist gewährleistet, dass das ausführende Unternehmen für Schäden, die es nicht verursacht hat, nicht oder nur schwer haftbar gemacht werden kann. Die Beweissicherung wird in der Regel durch ein externes Ingenieurbüro erstellt oder gemeinsam vom Auftragnehmer und einem bevollmächtigten Vertreter des Auftraggebers oder ihm selbst durchgeführt werden. Aufgrund der Ergebnisse aus Expertenbefragungen und nach Meinung des Verfassers ist die Durchführung einer Beweissicherung dringend anzuraten.

#### **7.4.4.6 Kosten der Bestandsaufnahme**

Wie bereits in Abbildung 48 dargestellt, gibt es verschiedene Einflussfaktoren auf die Art und den Umfang einer durchzuführenden Bestandsaufnahme, die die anfallenden Kosten stark beeinflussen. Trotzdem sollen grobe Anhaltswerte für die dafür zu veranschlagenden Kosten aufgezeigt werden, wobei diese je nach gestellter Anforderung oder zusätzlich erforderlichen technischen Untersuchungen stark schwanken können. Eine von Schmitz durchgeführte Nachkalkulation von mehreren Hundert Projekten ergibt für die Kosten der technischen und maßlichen Bestandsaufnahme die in Abbildung 50 dargestellten Richtwerte.

<b>Bestandsaufnahme (Preisstand: 1/95)</b>	<b>Einfach gute Bausubstanz (€/m<sup>2</sup> BGF)</b>	<b>Normal allgemein (€/m<sup>2</sup> BGF)</b>	<b>Schwierig techn. schwierig (€/m<sup>2</sup> BGF)</b>
Maßliche Bestandsaufnahme	2,00	2,25	3,20
Technische Bestandsaufnahme	2,00	2,25	3,20
Bestandspläne	3,50	4,00	4,50
Summe: Bestandsaufnahme (maßlich und technisch + Bestandspläne)	7,50	8,50	10,75

Abbildung 50 Kosten für die Bestandsaufnahme eines Gebäudes<sup>57</sup>

Eine Definition, ab wann ein Objekt einfach, normal oder schwierig ist, wird von Schmitz nicht vorgenommen, weshalb eine genaue Einteilung hier schwierig ist. Neben den Kosten für die Bestandsaufnahme sind bei genutzten bzw. vermieteten Bereichen noch zusätzlich Kosten für die Erfassung der Nutzerdaten zu berücksichtigen. Als Richtwert kann hierfür nach Schmitz ein Wert von 90 bis 130 € pro Nutzer angesetzt werden.

#### 7.4.4.7 Folgen einer mangelhaften Bestandsaufnahme

Nach Meinung des Verfassers lässt sich nur durch eine projektspezifisch abgestimmte Bestandsaufnahme eine genaue Entwurfs- und Ausführungsplanung, eine gute Ausschreibung und eine systematische Objektbetreuung und damit Kosten- und Terminalsicherheit erreichen. Ein detailliertes Wissen über den Bestand und den Zustand eines Bauwerks ist einer der Schlüssel, um eine Maßnahme in dem vorher veranschlagten Kostenrahmen abzuwickeln. Höhere Baukosten als ursprünglich veranschlagt, resultieren unter anderem aus einer unvollständigen oder nicht durchgeführten Bestandsaufnahme. Um diese Behauptung zu bekräftigen, kann eine im Jahre 2001 durchgeführte telefonische

<sup>57</sup> vgl.: Schmitz; Krings; Dahlhaus; Meisel: Baukosten 95/96.

Umfrage<sup>58</sup> herangezogen werden. Bei dieser Umfrage wurden Fachplaner von Ingenieurbüros nach Gründen für einen überschrittenen Kostenrahmen bei Baumaßnahmen im Bestand befragt. Mehrfachnennungen zu dieser Frage wurden zugelassen.

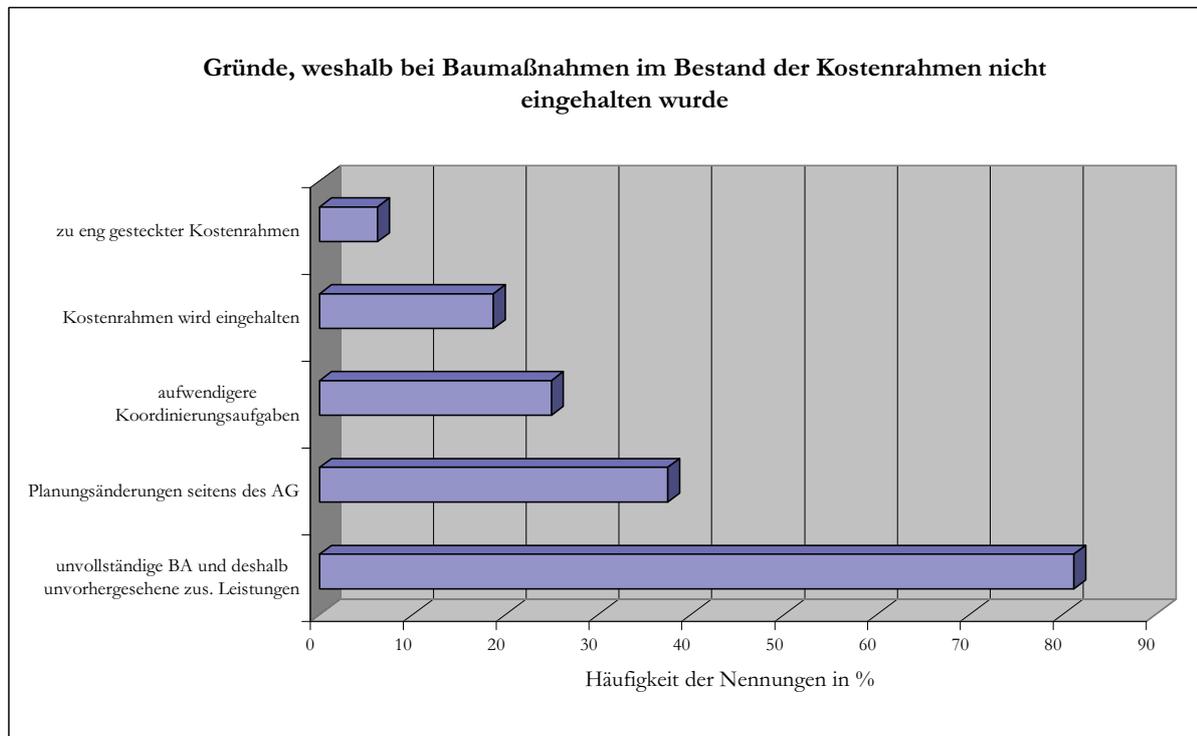


Abbildung 51 Ergebnis einer Umfrage zu Gründen für eine Überschreitung des Kostenrahmens bei Baumaßnahmen im Bestand

Abbildung 51 ist zu entnehmen, dass fast 80% der Befragten eine unvollständige Bestandsaufnahme und deshalb unvorhergesehene zusätzliche Leistungen als Grund für einen nicht eingehaltenen Kostenrahmen nannten. Auch wenn der Wert lediglich über sehr begrenzten statistischen Nutzen verfügt, so lässt sich daraus doch ein eindeutiger Trend erkennen.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass nur anhand einer genauen Kenntnis des Bestands in technischer als auch maßlicher Hinsicht eine detaillierte Planungsleistung möglich ist und unvorhergesehene Planungsänderungen minimiert werden können.

<sup>58</sup> vgl.: Langner, J.: Untersuchungen der Herstell- und Rückbaukosten verschiedener Fußbodensysteme, Diplomarbeit, Institut für Baubetrieb, 2001.

## 7.4.5 Behördliche und technische Anforderungen

### 7.4.5.1 Allgemeines

Aufgrund behördlicher Auflagen kann es bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden zu erheblichen zusätzlichen Kosten kommen.

Folgende Bereiche sind hinsichtlich zusätzlicher Anforderungen u.a. zu prüfen:

- Nutzungsänderungen
- Die Arbeitsstättenverordnung
- Geänderte Brandschutzanforderungen
- Geänderte bauphysikalische Anforderungen (wie Schall- und Wärmeschutz)
- Denkmalschutz

Der Bereich des Denkmalschutzes stellt eine Sonderstellung dar, die im Regelfall nur bei historischen Gebäuden zu berücksichtigen ist. Der Bereich des Brandschutzes und der Nutzungsänderungen wird im nachfolgenden noch weiter behandelt.

### 7.4.5.2 Nutzungsänderung

Ein Themenkomplex, den es bei Baumaßnahmen im Bestand zu beachten gilt, ist die Frage danach, bei welchen Veränderungen des Gebäudes eine Baugenehmigung erforderlich wird. Ein entscheidendes Kriterium hierbei ist die sogenannte Nutzungsänderung eines Gebäudes. Unter einer Nutzungsänderung eines Gebäudes versteht man eine Änderung der in der früher erwirkten Baugenehmigung vorgesehenen Nutzung des Gebäudes. Soll z.B. ein großes Wohngebäude zu einem Bürogebäude umgenutzt werden, so ist, auch wenn nur kleine Modernisierungsmaßnahmen am Gebäude vorgenommen werden, eine behördliche Genehmigung erforderlich. Der früher vorgesehene Nutzungszweck wurde geändert und es können für das Gebäude zusätzliche bauliche Maßnahmen aufgrund dieser

Nutzungsänderung nötig werden. Dieser Sachverhalt ist bei einer Baumaßnahme im Bestand eingehend zu prüfen.

### 7.4.5.3 Brandschutz

Hinsichtlich der Anforderungen an den Brandschutz gibt es erhebliche Unterschiede zwischen Veränderungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden und Neubaumaßnahmen. Bei neuen Gebäuden finden die jeweiligen Rechtsvorschriften der Landesbauordnung Anwendung, wohingegen bei Altbauten die Möglichkeit von Ausnahmeregelungen besteht. Inwieweit ein Gebäude bei einer baulichen Veränderung brandschutztechnisch nachgerüstet werden muss, kann allgemein nicht beantwortet werden, da hier das Baurecht, der Bestandsschutz, das Zivilrecht und technische Regeln auf eine Einheit gebracht werden müssen. In § 83 der Musterbauordnung, welche in den meisten Landesbauordnungen verankert ist, wird u.a. darauf verwiesen, dass bestehende bauliche Anlagen an neuere Gesetze nur dann angepasst werden müssen, wenn dies wegen der Sicherheit oder Gesundheit erforderlich ist. Daneben kann allerdings auch gefordert werden, dass in baulichen Anlagen, die wesentlich geändert werden, auch die nicht unmittelbar berührten Bauteile brandschutztechnisch nachgerüstet werden müssen, wenn diese Bauteile im konstruktiven Zusammenhang mit Änderungen stehen und die Nachrüstung keine unzumutbaren Mehrkosten verursacht.

Aus dieser Vorgabe können zusammenfassend folgende Aussagen getroffen werden:<sup>59</sup>

1. Brandschutztechnische Nachrüstungen ohne Nutzungsänderungen und ohne die generelle Sanierung eines Gebäudes sind kaum zu fordern, es sei denn, es besteht eine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben.
2. Bei Umnutzungen sind bestehende Gebäude grundsätzlich brandschutztechnisch zu überprüfen und gegebenenfalls nachzurüsten.
3. Bei Veränderungsmaßnahmen sind jedoch nur wirtschaftlich vertretbare Nachrüstungen zu ergreifen, es sei denn, die Gefährdung ist offensichtlich.

---

<sup>59</sup> vgl.: Wesche: Sanierung und Umnutzung: Anforderungen contra Machbarkeit, Trockenbautag 2000.

Bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden sind diese Punkte hinsichtlich der Brandschutzplanung zu prüfen. Bei den erforderlichen Maßnahmen an bestehenden Gebäuden bezüglich des Brandschutzes sollte ein Hauptaugenmerk auf die sichere Rettung aus dem Gebäude und somit auf die eventuelle Nachrüstung der notwendigen Rettungswege gelegt werden. Am Beispiel eines betreuten Projekts soll diese Problematik verdeutlicht werden. Bei einer Immobilie kam es zu einer Nutzungsänderung in nur einem Geschoss des Gebäudes, woraufhin geänderte Brandschutzmaßnahmen erforderlich wurden. Es mussten höhere Anforderungen an den Brandschutz nicht nur in dem zu verändernden Geschoss durchgeführt werden, sondern es musste auch das gesamte Treppenhaus des Gebäudes an die höheren Brandschutzanforderungen angepasst werden. Diese vorher nicht bedachte Situation führte zu erheblichen Mehrkosten und Verschiebungen des ursprünglich geplanten Bauablaufs.

Es bleibt bezüglich des Brandschutzes festzuhalten, dass bei komplexen bestehenden Gebäuden für die Planung, Ausschreibung und Ausführung ein Konzept zu erarbeiten ist, ob und wenn ja, welche baulichen Maßnahmen einzuleiten sind.

Als Ergebnis des Kapitels 7.4.5 kann festgehalten werden, dass es bei Veränderungen am Bestand zu zusätzlichen Kosten aufgrund behördlicher Auflagen und technischer Anforderungen kommen kann. Vor allem die Anforderungen, die aufgrund des Brandschutzes bei Nutzungsänderungen entstehen können, haben oft erhebliche Mehrkosten zur Folge. Das beschriebene Projektbeispiel zeigt dabei einen typischen Fall auf. Für diesen Themenkomplex ist eine gezielte Beurteilung des Einzelfalls notwendig.

#### **7.4.6 Schutz vorhandener Bauteile**

Der Schutz vorhandener Bauteile ist ein zentrales Thema bei Baumaßnahmen im Bestand und bei laufender Gebäudenutzung. Werden solche Schutzvorkehrungen nicht getroffen, so kann es zu erheblichen Beschädigungen während der Bauzeit kommen. Besonders gefährdet sind Bauteile wie Türen, Einbauten, Treppen, Fußböden, Fahrstühle, Wandbekleidungen usw. Bei Rückbauarbeiten und damit verbundenen Transporten des rück-

gebauten Materials kommt es, wie bereits erläutert, häufig zu Beschädigungen. Gleiches gilt natürlich auch für die zu transportierenden Materialien beim neuen Ausbau. Eine Beweissicherung vor der Baumaßnahme zur Feststellung eventuell bereits vorhandener Schäden von Einbauten oder allgemein zu erhaltender Bausubstanz ist nach mehreren Expertenbefragungen dringend anzuraten.

Die Maßnahmen sollten in den betroffenen Bereichen im Regelfall bereits vor den eigentlichen Entkernungstätigkeiten durchgeführt werden, um größere Beschädigungen, die bei diesen Bauteilen nur mit hohem Kostenaufwand wieder zu beheben sind, zu verhindern. Die nachfolgende Abbildung 52 beschreibt mögliche Schutzvorkehrungen von häufig zu schützenden Bauteilen.

Bauteil	mögliche Schutzvorkehrung
Türen und Türzargen	Türblatt ausbauen und separat lagern, Türzarge durch Verkleidung schützen
Treppen mit Treppengeländer	Trittstufen mit Span-, Hartfaserplatten oder fester Folie verkleiden; Handlauf separat verkleiden
Aufzugsanlagen	Aufzug komplett z.B. mit Holzfaserplatten auskleiden
Fußbodenoberbeläge	Effektiven Schutz bieten spezielle Folien oder bei sehr starker Beanspruchung Hartfaserplatten
zu erhaltende Einbauten	i.d.R. reicht eine Abdeckung in Form von Folien aus. Bei hohen Anforderungen, evtl. Verkleidung mit Hartfaserplatten

Abbildung 52 Mögliche Schutzvorkehrungen ausgewählter Bauteile

### 7.4.7 Nachtragssituation bei Baumaßnahmen im Bestand

Nachträge sind zusätzlich zu den vertraglich vereinbarten Leistungen gestellte Forderungen seitens des Auftragnehmers. Grundlage hierfür sind geänderte oder zusätzliche Leistungen, die nicht im zu erbringenden Bausoll enthalten sind. Eine weitere Möglichkeit für eine Nachtragssituation sind geänderte Randbedingungen des Projekts. Es liegt die Fragestellung nahe, ob bei Baumaßnahmen im Bestand die Nachtragshäufigkeit und Höhe größer ist, als bei Neubaumaßnahmen. Wie schon in Kapitel 7.4.3 detailliert behandelt birgt z.B. der vorhandene Baubestand und die Unkenntnis über den technischen Zustand häufig erhebliches Nachtragspotenzial.

Eine im Jahre 1999 durchgeführte Umfrage<sup>60</sup> bei 22 Trockenbauunternehmen belegt die Annahme, dass bei solchen Baumaßnahmen die Nachtragshäufigkeit und Höhe größer ist, als bei Neubaumaßnahmen.

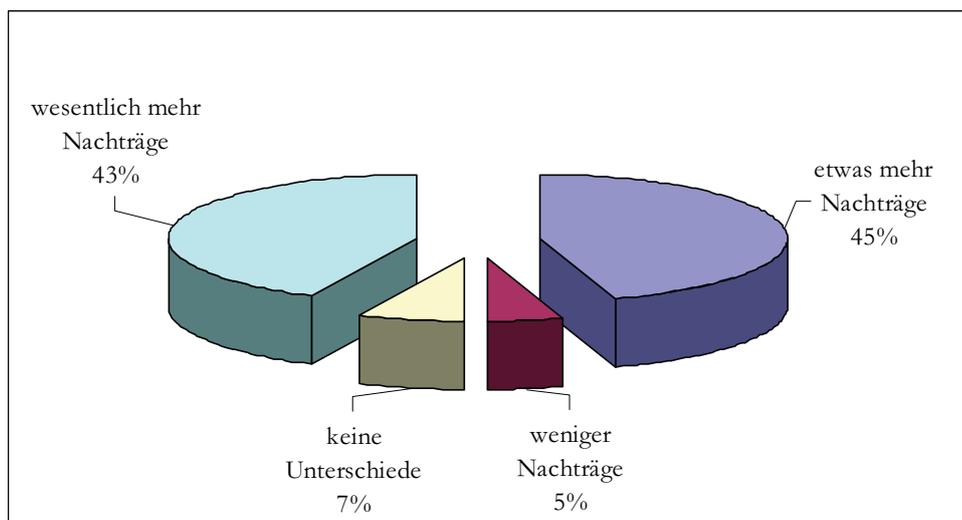


Abbildung 53 Nachtragshäufigkeit bei Baumaßnahmen im Bestand im Vergleich zu Neubaumaßnahmen

<sup>60</sup> Klingenberger; Ebner: Die Planung und Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen bei Bürogebäuden, 2000.

Aus Abbildung 53 ist ersichtlich, dass 88% der befragten Unternehmen die Nachtragshäufigkeit bei Baumaßnahmen im Bestand höher einstufen als bei Neubaumaßnahmen. Das Ergebnis dieser Umfrage fällt somit eindeutig aus.

Das Resultat wirft nun die Fragestellung auf, auf welcher Anspruchsgrundlage die Nachträge formuliert werden. Eine Kategorisierung von Nachträgen wurde von Racky<sup>61</sup> vorgenommen, der Nachträge in folgende Kategorien einteilt, die für die weitere Betrachtung herangezogen werden:

- Kategorie 1: Verletzung der Mitwirkungspflichten durch den AG
- Kategorie 2: Mangelhafte Leistungsbeschreibung
- Kategorie 3.1: Anordnungen aufgrund individueller Wünsche des AG
- Kategorie 3.2: Anordnungen aufgrund technischer oder behördlicher Auflagen

Unterschiede bei der Nachtragshäufigkeit zwischen Baumaßnahmen im Bestand und Neubaumaßnahmen lassen sich unter anderem in Kategorie 2 und Kategorie 3.2 finden. Die Kategorien 1 und 3.1 sind bei Veränderungen an bestehenden Gebäuden im Vergleich zu Neubaumaßnahmen ähnlich zu bewerten.

Die Kategorie 2 mangelhafte Leistungsbeschreibung ist ein Hauptgrund von Nachträgen und Nachtragsforderungen bei Baumaßnahmen im Bestand. Hierfür ist unter anderem die Unkenntnis über den Baubestand verantwortlich. Bei fehlender oder einer mangelhaften Bestandsanalyse werden z.B. Bauschäden oder Baumängel erst bei der Bauausführung aufgedeckt und führen somit zu Nachträgen. Selbst bei einer detailliert durchgeführten Bestandsaufnahme in technischer, als auch in maßlicher Hinsicht, birgt ein bestehendes und älteres Gebäude immer ein Risiko, welches Nachtragspotenziale bietet.

---

<sup>61</sup> Racky, P.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform, 1997.

Ein weiterer Bereich ist Kategorie 3.2, Anordnungen aufgrund technischer oder behördlicher Auflagen. Dieser Bereich birgt bei schlechter Planung bei Baumaßnahmen im Bestand ein erhebliches Nachtragspotenzial, da z.B. durch Nutzungsänderungen von Gebäuden eventuell andere Anforderungen an den Brandschutz, Schallschutz usw. nötig werden können. In Kapitel 7.4.5 wurde dieser Bereich bereits behandelt.

Bei der gleichen Umfrage bei Trockenbauunternehmen wurde weiterhin nach häufigen Gründen für Nachtragsforderungen bei Veränderungsmaßnahmen am Bestand gefragt. Die verschiedenen Gründe sollten von den einzelnen befragten Personen selbst auf Grundlage ihrer Erfahrung stichwortartig beschrieben werden. Mehrfachnennungen waren möglich.

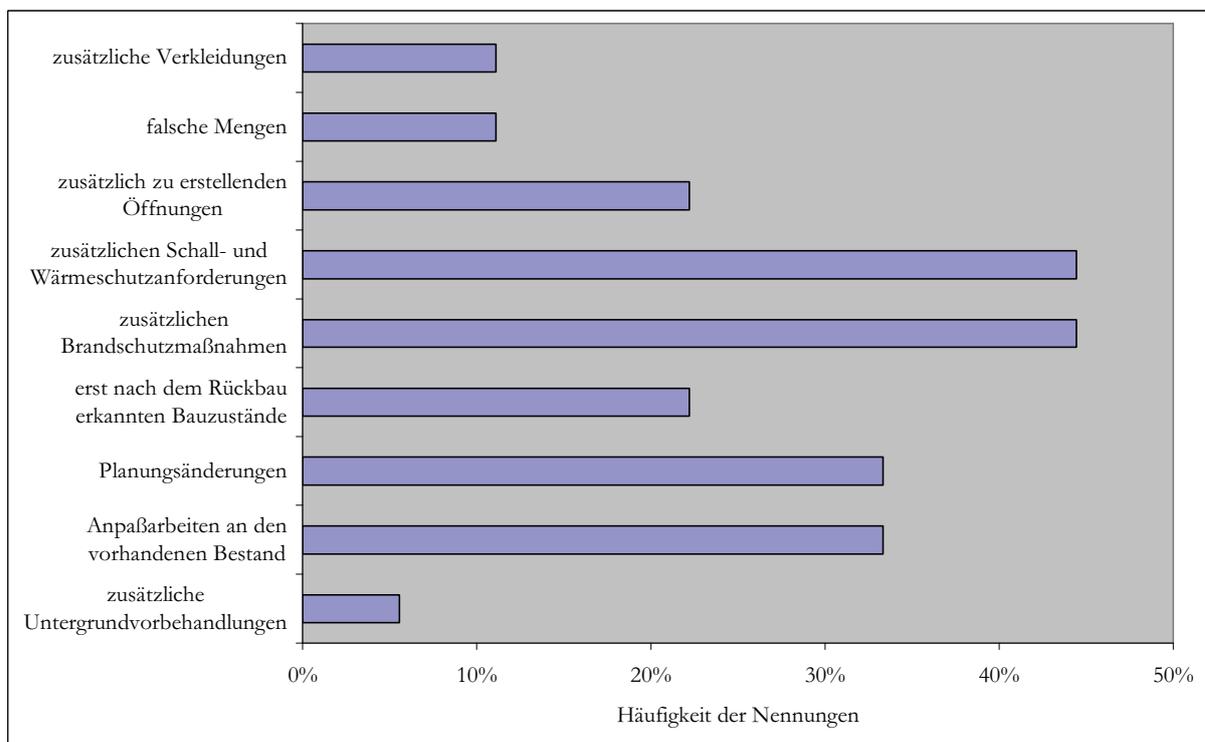


Abbildung 54 Gründe von Nachtragsforderungen bei Baumaßnahmen im Bestand bei Trockenbauunternehmen

Abbildung 54 zeigt die ausgewertete Frage mit den verschiedenen Nennungen. Aufgrund der offenen Fragestellung kam es bei den Antworten teilweise zu Überschneidungen. Es lassen sich durchaus mehrere Trends ablesen. Aus den Ergebnissen der Umfrage ist zu

entnehmen, dass für den Bereich Trockenbau vor allem der Brandschutz eine große Rolle für Nachtragsforderungen spielt. Zusätzliche Anforderungen, vor allem an die Bauphysik, machen einen Großteil der Nennungen aus. Weiterhin gab es viele Nennungen von Nachtragsforderungen aufgrund von Anpassarbeiten an den vorhandenen Bestand. Weitere Gründe waren Planungsänderungen. Die Ergebnisse der Umfrage bestätigen die Nachtragsforderungen bei Baumaßnahmen im Bestand der bereits beschriebenen Kategorien 2 und 3.2.

Nachträge können des Weiteren durch höhere Gewalt entstehen, doch ist bei Baumaßnahmen im Bestand dieser Komplex als nicht maßgebend einzustufen, weshalb im weiteren nicht näher darauf eingegangen wird.

Nach umfassender Betrachtung des Sachverhalts ergibt sich die Schlussfolgerung, dass für den Auftragnehmer ein hohes Nachtragspotenzial besteht, welches Nachtragsforderungen ermöglicht. Zum Preisniveau von Nachträgen ist anzumerken, dass dieses in der Baupraxis normalerweise höher liegt, als die vorher vertraglich festgelegten Preise, auch wenn diese aufbauend auf der ursprünglichen Kalkulation formuliert werden. Über Nachträge wird von den ausführenden Bauunternehmen versucht, auskömmlichere Preise zu erzielen. Bei der derzeitigen Lage am Bauphysikmarkt in der Bundesrepublik Deutschland und den oftmals unauskömmlichen Preisen, die angeboten werden, um einen Auftrag zu erhalten, ist das Stellen von Nachträgen ein gängiges Mittel, um für das Bauunternehmen das Ergebnis der Baustelle zu verbessern.

Für den Auftraggeber bedeutet das im Gegenzug, dass er eine Ausschreibung erstellen sollte, welche die vorhersehbaren Leistungen berücksichtigt. Dazu ist die genaue Kenntnis der Struktur des Gebäudes nötig, um Nachtragsmöglichkeiten zu minimieren. Der Themenkomplex der Bestandsaufnahme wurde schon abgehandelt und stellt ein wichtiges Instrument des Planers dar, Nachträge zu verringern. Weiterhin sind die Anforderungen an den Brandschutz von der auftraggeberseitigen Stelle detailliert bei der Planung zu berücksichtigen, um auch hier das Nachtragspotenzial zu minimieren.

### **7.4.8 Laufender Betrieb und Nutzung während der Baumaßnahmen**

Mit Arbeiten unter laufender Nutzung oder laufendem Betrieb sind Tätigkeiten zu verstehen, die während der Aufrechterhaltung der vorgesehenen Nutzung des Gebäudes durchgeführt werden. Diese projektspezifische Randbedingung ist für den Ablauf von Baumaßnahmen im Bestand gegenüber Neubaumaßnahmen häufig als besonders problematisch zu beurteilen. Für Veränderungsmaßnahmen bei Bürogebäuden tritt je nach Umfang und Dauer, selten der Idealfall ein, dass das Gebäude bzw. die Etage für die gesamte Zeit der Baumaßnahme ungenutzt bleibt. Aufgrund dieser Randbedingung können u.a. große planerische und logistische Probleme auftreten, die Einfluss auf die Kosten und erhebliche Risiken für das zu erstellende Angebot haben. Nachfolgend werden diese Einflüsse auf die auszuführenden Tätigkeiten bzw. einzuhaltenden Randbedingungen anhand von Untersuchungen strukturiert dargelegt.

#### **7.4.8.1 Vertragliche Auflagen seitens des AG beim Bauen im Bestand**

Den auf vertragliche Auflagen bezogene Untersuchungsansatz bildet die Fragestellung, ob und in welchen Bereichen es Auflagen für den Auftragnehmer beim Bauen im Bestand gibt, die Einfluss auf Termine und Kosten haben. Die Auflagen resultieren bei dieser Art von Baumaßnahmen häufig dadurch, dass während der Arbeiten die Nutzung der angrenzenden Bereiche ohne oder zumindest nur mit geringen Einschränkungen weitergeführt werden sollen. Hinzu kommen projektspezifische Einflüsse, wie zum Beispiel besondere Anforderungen bei einer Bank mit Publikumsverkehr und speziellen Anforderungen an die Sicherheit usw.

Welche vertraglichen Auflagen in der Regel vorhanden sind, wurde anhand der bereits beschriebenen Umfrage bei Trockenbauunternehmen erfragt und ausgewertet.

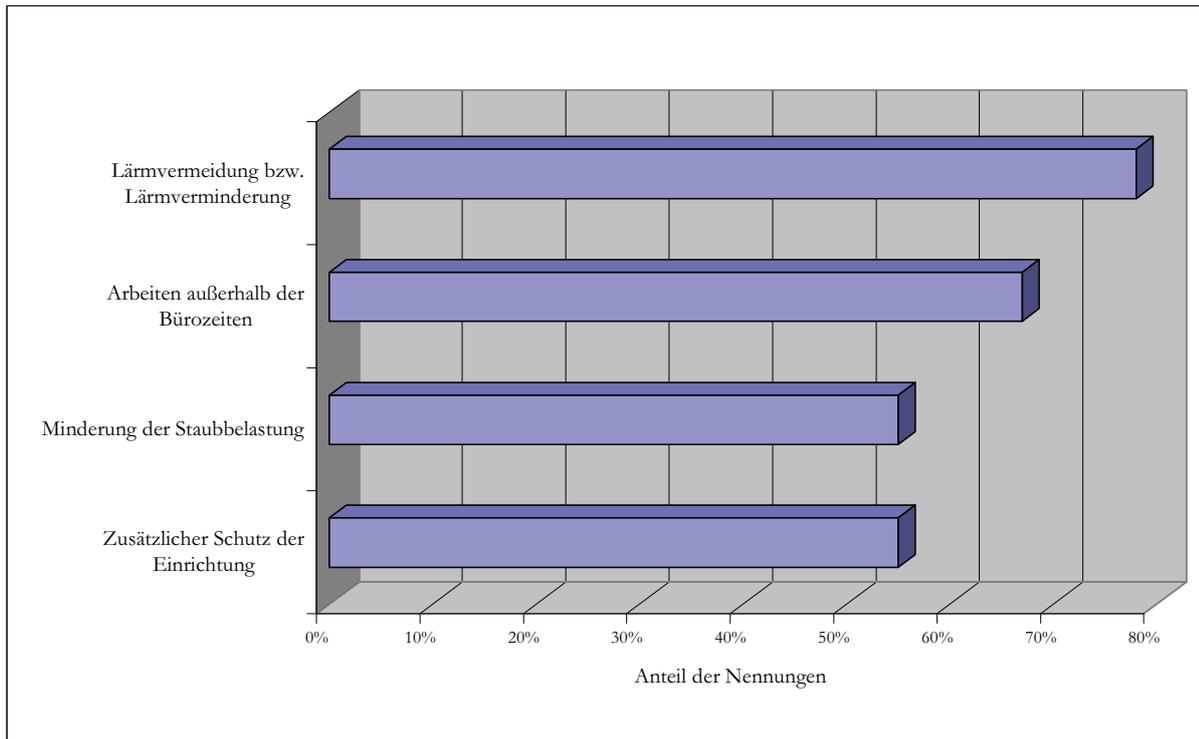


Abbildung 55 Unternehmensbefragung zu vertraglichen Auflagen für Baumaßnahmen im Bestand bei laufender Nutzung

Abbildung 55 zeigt die Nennungen der vertraglichen Auflagen in Prozent der befragten Unternehmen. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die Lärmvermeidung bzw. Lärmverminderung und Arbeiten außerhalb der Bürozeiten mit ca. 78% und ca. 67% die häufigsten Auflagen darstellen. Die Minderung und der Schutz vor der Staubbelastung wurden von mehr als 50% der Unternehmen genannt. Die oben genannten Auflagen haben, neben der Abhängigkeit von projektspezifischen Einflüssen, im Regelfall Auswirkungen auf die anfallenden Kosten.

#### 7.4.8.2 Beschränkungen und besondere Arbeitszeiten

Aufgrund einer fortlaufenden Nutzung der Immobilie, kommt es häufig zu Beschränkungen bzw. Restriktionen bei der Arbeitszeit. Beschränkungen der Arbeitszeit werden i.d.R. vertraglich festgelegt. Hierbei ist für das ausführende Unternehmen bei den Personalkosten zu berücksichtigen, dass es für Überstunden, Wochenendarbeit oder

Nachtarbeit tariflich bedingte Zuschläge gibt, die Einfluss auf die anfallenden Kosten haben.

Zuschläge in Prozent des Gesamttarifstundenlohnes für Überstunden nach § 3 BRTV	
für Überstunden (Mehrarbeit)	25 v.H.
für Nachtarbeit	20 v.H.
für Arbeit an Sonntagen sowie an gesetzlichen Feiertagen, sofern diese auf einen Sonntag fallen	75 v.H.
für Arbeit am Oster- und Pfingstsonntag, ferner am 1. Mai und 1. Weihnachtsfeiertag, auch wenn sie auf einen Sonntag fallen	200 v.H.
für Arbeit an allen übrigen gesetzlichen Feiertagen, sofern sie nicht auf einen Sonntag fallen	200 v.H.

Abbildung 56 Zuschläge für Überstunden, Nachtarbeit, Sonn- und Feiertagsarbeit<sup>62</sup>

Die in Abbildung 56 aufgeführten Zuschläge werden bei Zusammentreffen mehrerer Zuschläge aufaddiert.

Es kommt oftmals auch zu Beschränkungen der Arbeitszeit auf spezielle Stunden am Tag. So gibt es manchmal vertragliche Auflagen, dass vor und erst nach den Kernzeiten der Büroarbeit bestimmte Bautätigkeiten der ausführenden Unternehmen durchgeführt werden dürfen. Aufgrund solcher Auflagen kann das Verhältnis von An- und Abfahrtszeit im Vergleich zu den gesamten Arbeitstunden pro Arbeitstag zusätzliche Kosten verursachen. Diese Zeiten können bei einem Leistungsvertrag im Regelfall nicht gesondert in Rechnung gestellt werden und sind somit in der Kalkulation zu berücksichtigen.

<sup>62</sup> aus: Bundesrahmentarifvertrag für das Baugewerbe, Fassung 30. Juli 1997.

### 7.4.8.3 Terminliche Betrachtung

Die vertraglich vorgegebene Bauzeit hat entscheidenden Einfluss auf die Kosten. Gerade bei den in dieser Arbeit betrachteten Baumaßnahmen ist oftmals der vorgegebene Zeitrahmen für die Bauausführung aufgrund einer möglichst kurzen Nutzungseinschränkung oder Unterbrechung sehr eng gesteckt. Ein Nutzungsausfall kann bei gewerblich genutzten Immobilien sehr hohe Kosten verursachen, weshalb seitens des AG sehr oft eine kurze Bauzeit vertraglich gefordert wird. Bei Bürogebäuden mit Publikumsverkehr werden bei laufender Nutzung zusätzliche Maßnahmen nötig, um einen weitgehend reibungslosen Ablauf des Geschäftsverkehrs zu gewährleisten. Weiterhin ist davon auszugehen, dass es aufgrund der Bautätigkeit zu verminderter Produktivität der betroffenen Mitarbeiter des Unternehmens kommt. Als Gründe hierfür können beispielhaft gestörte bzw. erschwerte Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter durch Lärmbelästigung und Behinderungen aufgeführt werden. Ebenso wirkt sich das auch auf die eingesetzten Handwerker aus, die dadurch erschwerte Arbeitsbedingungen vorfinden, die zu einer verminderten Produktivität führen können.

Prinzipiell lässt sich festhalten, dass gerade die Arbeiten im raumbildenden Ausbau räumlich getrennt durchgeführt werden können und man somit durch eine Kapazitätserhöhung des Personals die Arbeiten beschleunigen kann. Wie schon in Kapitel 6.2 näher ausgeführt, ist der raumbildende Ausbau weniger durch technologische, sondern mehr durch kapazitative Abhängigkeitsbeziehungen geprägt. Dieser Kapazitätserhöhung sind allerdings Grenzen gesetzt, um wirtschaftlich arbeiten zu können. Bei zu großen Kolonnen wird der Anteil an unproduktiven Zeiten u.a. durch gegenseitige Behinderung voraussichtlich zunehmen. Weiterhin kann es abhängig von projektspezifischen Randbedingungen zu Verzögerungen aufgrund der Platzverhältnisse und Kapazitäten bei den Lager- und Transportmöglichkeiten geben. Untersuchungen hierzu haben das bestätigt.

Bei einer Umfrage des Verfassers wurde bei zweiundzwanzig Unternehmen nach der üblichen Kolonnenzusammensetzung bei der Erstellung von nichttragenden Trennwand-

systemen und Unterdecken (hier: Gipskartonständerwänden und leichten Unterdecken) gefragt.

Übliche Kolonnenstärke bei ...	kleinste Arbeits- kräfteanzahl	größte Arbeits- kräfteanzahl	Mittelwert
Gipskartonständerwänden	2	4	2,6
leichten Unterdecken	2	4	2,2

Abbildung 57 Übliche Kolonnenstärken zur Erstellung von Trockenbaukonstruktionen

Abbildung 57 zeigt die üblichen Kolonnenstärken bei der Erstellung von Trockenbaukonstruktionen. Mehr als zwei Drittel der Unternehmen gaben für die Ständerwandkonstruktionen zwei Arbeitskräfte an. Bei ca. 16% wurden drei Arbeitskräfte und bei weiteren ca. 16% wurden vier Arbeitskräfte genannt. Bei den Unterdecken fällt das Ergebnis noch viel deutlicher aus. Fünf sechstel der befragten Trockenbauunternehmen nennen zwei Arbeitskräfte als üblich, während nur ein sechstel drei oder vier Arbeiter als üblich nannten.

Bei der Frage nach der minimal und maximal einsetzbaren Kolonnenstärke weichen die erzielten Ergebnisse stärker voneinander ab. Abbildung 58 zeigt die minimal und maximal einsetzbare Kolonnenstärke bei Trockenbauarbeiten.

		kleinster genannter Wert	größter genannter Wert	Mittelwert
Gipskartonständerwände	min. Arbeitskräfte	1	4	2,1
	max. Arbeitskräfte	2	10	4,7
leichte Unterdecken	min. Arbeitskräfte	1	8	2,1
	max. Arbeitskräfte	2	8	4,3

Abbildung 58 Minimal und maximal einsetzbare Kolonnenstärke bei verschiedenen Trockenbauarbeiten

Während bei den minimal einsetzbaren Arbeitskräften die Werte sehr ähnlich waren, so variieren die maximal einsetzbaren Arbeitskräfte teilweise stark. Als maximale Obergrenze ist hier ein Wert von zehn Arbeitskräften bei den Ständerwänden und von acht Arbeitskräften bei den Unterdecken ermittelt worden.

Ein wichtiger Bereich, der bei dieser Fragestellung des einsetzbaren Personals bzw. der einzusetzenden Kolonnen und Kolonnengrößen zu prüfen ist, sind die Randbedingungen der Baustelle sowie deren Größe, auszuführende Menge usw. Diese Fragestellung ist projektspezifisch zu überprüfen und zu entscheiden.

Ein Abweichen von den bei der Umfrage ermittelten Werten nach oben oder unten könnte sich wie bereits erläutert negativ auf die Produktivität der Kolonne auswirken. Ein Grund hierfür ist ein sehr enger Terminrahmen mit dadurch verbundenem hohem Personaleinsatz bei den Bauarbeiten, was zu einer geringeren Produktivität führen kann. Arbeiten zu viele Personen in einem abgegrenzten Bereich, so entstehen dadurch gegenseitige Behinderungen, was zu der beschriebenen geringeren Produktivität führt.

Auf die terminorientierte Betrachtung wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen.

## 7.5 Entkernung und Rückbau

### 7.5.1 Grundlagen

Bei Modernisierungs-, Sanierungs- und größeren Renovierungsmaßnahmen muss vor dem neuen Ausbau zuerst eine Entkernung der zu erneuernden Bauteile bzw. Bereiche durchgeführt werden. Die Entkernungstätigkeiten stellen im Vergleich zu Ausbaurbeiten bei einer Neubaumaßnahme immer zusätzliche Tätigkeiten dar, die erhebliche Mehrkosten verursachen. Dieser Aspekt tritt bei Baumaßnahmen im Bestand auf und hat großen Einfluss auf die anfallenden Kosten. Die Entkernungstätigkeiten stellen somit einen Hauptpunkt der verschiedenen Einflüsse dar, den es gilt vertiefend zu untersuchen.

Der vorhandene raumbildende Ausbau und die technische Gebäudeausrüstung müssen je nach Art und Umfang der Maßnahme in Teilen oder komplett entkernt werden. Bei Veränderungsmaßnahmen größeren Umfangs wird häufig das gesamte Gebäude bis auf die Tragstruktur entkernt.

Die Leistungen der Entkernung sind im Regelfall als sehr lohnintensive Tätigkeiten einzustufen, da hierbei normalerweise nur kleinere und häufig handgeführte Geräte eingesetzt werden können. Das hohe Lohnniveau in Deutschland und die lohnintensiven Tätigkeiten verursachen für diese Tätigkeiten hohe Personalkosten. Der Anteil der Kosten der eingesetzten Geräte ist nach Auffassung des Verfassers und nach Expertenbefragungen in der Regel wesentlich niedriger als die Personalkosten. Die eingesetzten Geräte können jedoch entscheidenden Einfluss auf die Aufwandswerte haben, weshalb diese später für die betrachteten Bereiche von Trennwand- und Fußbodensystemen behandelt werden. Nach Willkomm<sup>63</sup> teilen sich die Gesamtkosten bei Rückbautätigkeiten mit handgeführten Geräten ungefähr zu ca. 70 bis 80% in Lohnkosten und zu ca. 20 bis 30% in Gerätekosten. Enorme Einsparpotenziale liegen dadurch bei den Personalkosten. Um in diesem Bereich

---

<sup>63</sup> vgl.: Willkomm: Abbruch und Recycling, 1990.

größere Einsparungen zu erzielen, sind der Ablauf, die Koordination und Organisation der Baustelle, das eingesetzte Personal und die eingesetzten Geräte zu betrachten. Eine gute Arbeitsvorbereitung und Koordination vorausgesetzt, sind die eingesetzten Geräte eine entscheidende Größe für eine wirtschaftliche Abwicklung einer Entkernungsmaßnahme. Wie bereits erwähnt, überwiegen als Geräte für den Rückbau des raumbildenden Ausbaus und der TGA im Regelfall, je nach Randbedingungen des Projekts, der Einsatz von handgeführten Geräten. Handgeführte Geräte werden direkt von einem Bedienpersonal per Hand geführt. Daneben gibt es für einige Geräte auch Anbauteile, mit denen die Geräte geführt werden. Gründe für den Einsatz dieser Geräte sind u.a. die häufig beengten Platzverhältnisse, Tragwerkslasten, die Randbedingungen aufgrund laufender Nutzung, zu vermeidende Beschädigungen der zu erhaltenden Bausubstanz.

Bisher sind für Entkernungstätigkeiten in der Literatur nur wenige Informationen über Aufwandswerte vorhanden. Die Erstellung einer Kalkulation in diesem Bereich gestaltet sich u.a. aus diesem Grund für Unternehmen als äußerst schwierig. Das Risiko mit den gewählten Aufwandswerten nicht dem tatsächlich erforderlichen Aufwand zu entsprechen, ist sehr hoch. Mit Hilfe von Projektanalysen wurden Entkernungstätigkeiten für einzelne ausgewählte Konstruktionen näher untersucht. Anhand dieser Untersuchungen konnten Erkenntnisse über die Rückbauverfahren, die eingesetzten Geräte und den zeitlichen Aufwand gewonnen werden. Diese Erkenntnisse können für die Beurteilung eines Projekts herangezogen werden.

Bei den Aufwandswerten von Entkernungstätigkeiten ist weiterhin zu beachten, dass diese beim Bauen im Bestand normalerweise anders sein werden, als bei vorbereitenden Entkernungsmaßnahmen für einen Komplettabbruch. Heutzutage werden u.a. aufgrund der hohen Entsorgungskosten von Baureststoffen und der gesetzlichen Vorgaben, vor allem von Baustellenabfällen, die Gebäude i.d.R. auch beim Komplettabbruch entkernt. Als Gründe für die anderen Aufwandswerte sind die Sorgfalt vor Beschädigungen des bestehenden Systems und die Genauigkeit zu nennen, da im Anschluss an diese Arbeiten der Bereich wieder neu ausgebaut werden soll.

Neben den Lohn- und Gerätekosten für die Entkernung ist auch der Transport der rückgebauten Materialien im Gebäude bis in den Container auf der Baustelle von entscheidender Bedeutung für eine erfolgreiche Abwicklung. Der Komplex der Logistik wurde in einem separaten Kapitel betrachtet. Daneben fallen noch die Kosten für Container, Entsorgung und Transport der rückgebauten Materialien an, die in Kapitel 7.5.4 und 7.5.5 vertiefend untersucht werden.

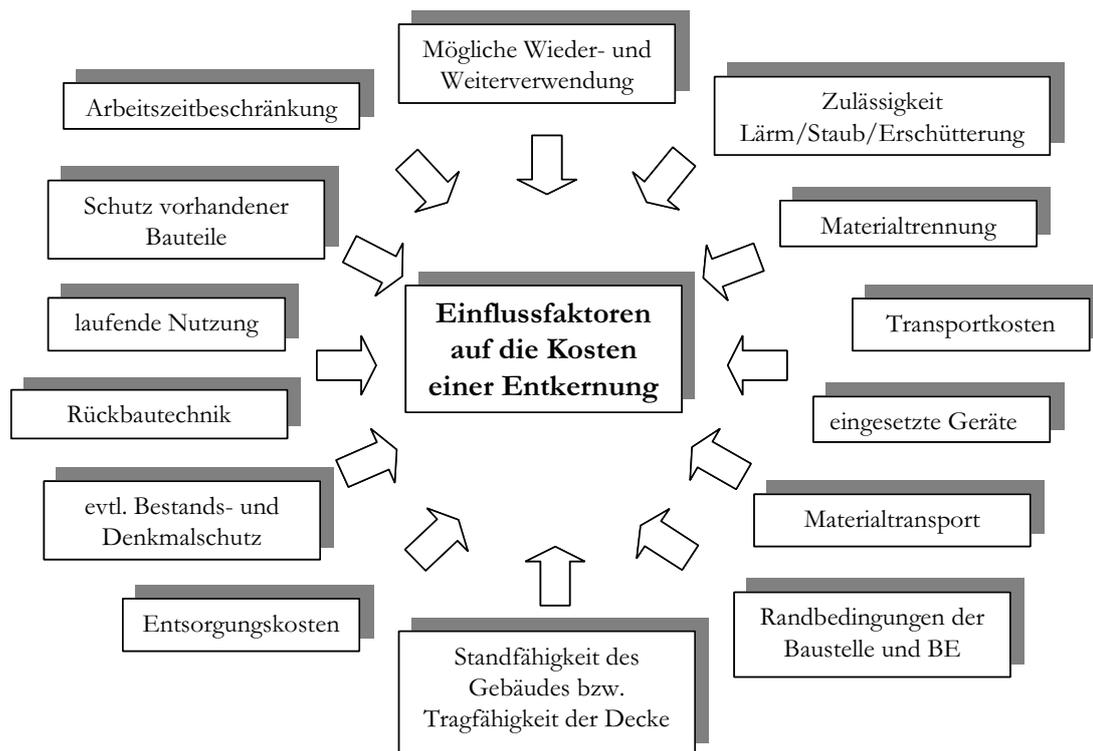


Abbildung 59 Wesentliche Einflussfaktoren auf die Kosten einer Entkernung

In Abbildung 59 werden wesentliche Einflussfaktoren auf die Kosten bei Entkernungstätigkeiten aufgeführt. Einzelne Faktoren stehen zusammen in Wechselwirkung, was die Komplexität der betrachteten Thematik unterstreicht.

## 7.5.2 Untersuchungen zur Entkernung ausgewählter Bereiche

### 7.5.2.1 Allgemeines

Um die Größenordnung des zeitlichen Aufwands von Entkernungstätigkeiten nachzuweisen, wurden anhand mehrerer Projektanalysen einzelne ausgewählte Systeme detailliert untersucht. Neben der Ermittlung von Aufwandswerten werden auch Aussagen über die angewandte Rückbautechnik und die eingesetzten Geräte gemacht. Es zeigte sich bei allen untersuchten Projekten, dass die Geräteauswahl erst nach vorherigem Probieren am jeweiligen Bauteil ausgewählt wurde. Über die möglichen Geräte, die baubetrieblich sinnvoll für die Entkernung einzusetzen sind, herrscht in der Baupraxis sehr häufig Unkenntnis vor. Dies bestätigt, dass in der Baupraxis noch keine fundierten Aufwandswerte für viele Entkernungstätigkeiten vorliegen. Die Risiken bei der Kalkulation für das ausführende Unternehmen sind somit enorm hoch.

### 7.5.2.2 Grundlagen zu Arbeitszeitstudien nach REFA

#### Zeitaufnahme nach REFA

Zur Ermittlung einzelner Tätigkeitsdauern von Entkernungstätigkeiten wurden mehrere REFA-Arbeitszeitstudien durchgeführt, wobei es sich im Rahmen der Studien um systematische Multimomentaufnahmen<sup>64</sup> handelte. Dieses Aufnahmeverfahren ist ein Zählverfahren, wobei nach vorher festgelegten, gleichmäßigen Zeitintervallen die jeweils zu diesem Zeitpunkt vom Arbeiter ausgeführte Tätigkeit notiert wird. Die festgelegten Zeitintervalle für die Messreihe sollten sinnvoll gewählt werden. Sie wurden bei allen durchgeführten Untersuchungen mit einer Minute angesetzt. Am Ende einer solchen Messreihe kann statistisch ausgewertet werden, wie groß der prozentuale Anteil der einzelnen Teiltätigkeiten am gesamten Arbeitsvorgang ist und es kann so ein Aufwandswert für das betrachtete Arbeitssystem ermittelt werden.

Um eine aussagefähige Zeitaufnahme zu erhalten, sind mehrere Voraussetzungen zu erfüllen. Es muss ein abgeschlossenes Arbeitssystem betrachtet werden, was bedeutet, dass der komplette Arbeitsablauf beobachtet werden muss. Bei Arbeitszeitstudien ist somit der Rückbau des betrachteten Bereichs inklusive Sortierung vor Ort sowie der Transport der Materialien einschließlich dem Verladen in Container als geschlossenes Arbeitssystem zu betrachten.

Neben den ermittelten Zeitdauern für die einzelnen Tätigkeiten sind die dazugehörigen Mengen und Größen zu ermitteln, um die Tätigkeitsdauer pro Mengeneinheit berechnen zu können. Bei Entkernungstätigkeiten tritt anders als bei Neubaumaßnahmen die Problematik auf, dass die erbrachte Leistung nach Beendigung der Arbeiten im Regelfall nur schwer aufgemessen werden kann. Hier müssen im Vorfeld die einzelnen Massen bzw. die Bezugsmengen ermittelt werden, da die Bauteile später nicht mehr vorhanden sind. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Beschreibung der zugehörigen Randbedingungen, Arbeitsbedingungen und Einflussgrößen des Arbeitssystems. Nur durch eine genaue Beschreibung des Arbeitssystems ist eine Übertragbarkeit auf andere Projekte sinnvoll möglich.

Das Arbeitssystem nach REFA bildet die Grundlage für die Auswertung der ermittelten Daten. Unter einem Aufwandswert versteht man nach REFA den Zeitaufwand in Minuten je Mengeneinheit. Das Arbeitssystem nach REFA wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

---

<sup>64</sup> Küstner: REFA in der Baupraxis Teil 2, Datenermittlung, 1978.

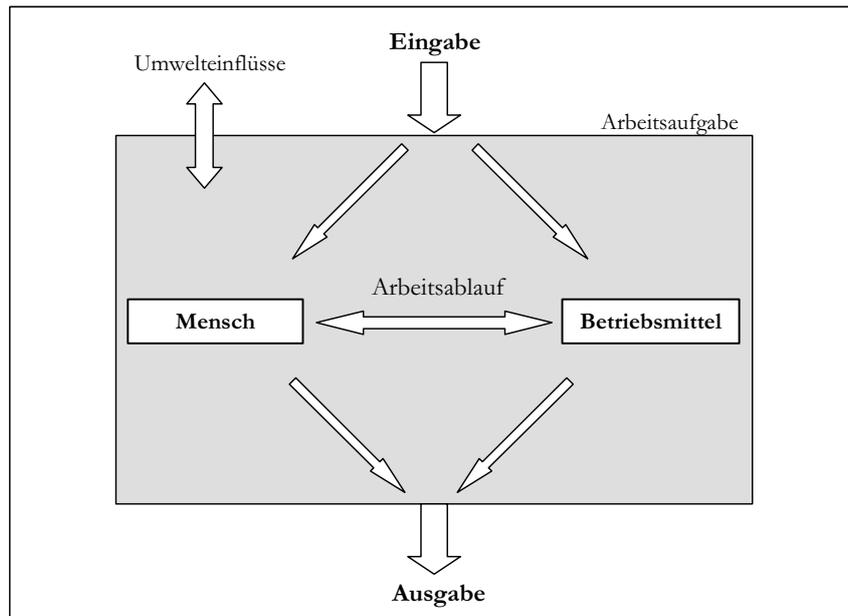


Abbildung 60 Arbeitssystem nach REFA<sup>65</sup>

Der Arbeitsablauf wird definiert durch den Ort, die Randbedingungen, das Verfahren und mit welchen Mitteln eine Arbeitsaufgabe ausgeführt wird. Weiterhin nehmen die Umwelteinflüsse, die sich aus den Randbedingungen der Baustelle, dem Wetter, Einflussgrößen, Lärm- und Staubentwicklung usw. zusammensetzen, Einfluss auf den Aufwandswert.

Bei den ermittelten Werten der untersuchten Projekte handelt es sich um sogenannte Aufwandswerte. Diese projektspezifischen Werte bilden keine Vorgabewerte nach REFA, sondern Aufwandswerte, die als Basis für die Bestimmung von firmeneigenen Vorgabewerten dienen können.

Weitere Einzelheiten bezüglich einer systematischen Multimomentaufnahme und deren Auswertung finden analog zu REFA Anwendung und können in der einschlägigen Literatur nachgelesen werden.

<sup>65</sup> vgl.: Künstner: REFA in der Baupraxis Teil 2, Datenermittlung, 1978.

### **7.5.2.3 Projektanalyse A zum Rückbau von mehrschaligen nichttragenden Trennwandsystemen**

An einem Projekt in Frankfurt am Main wurden 1999 Datenerhebungen in Form von Arbeitszeitstudien durchgeführt. Hier wurde die Entkernung einzelner Bereiche des raumbildenden Ausbaus, im Speziellen von verschiedenen Gipskartonständerwandsystemen betrachtet und ausgewertet. Das Projekt wurde ausgewählt, da die rückzubauenden Trennwandsysteme bei Bürogebäuden häufig ausgeführte Konstruktionsvarianten mit einem sehr hohen Marktanteil darstellen.

#### **Projektbeschreibung:**

Bei dem Projekt handelte es sich um einen Gebäudekomplex eines Verwaltungsgebäudes aus den 30er Jahren, welches zuletzt Ende der 80er Jahre modernisiert wurde. Das Gebäude besteht aus einer Stahlskelettkonstruktion mit vorgehängter Fassade. Es hat sieben aufgehende Stockwerke und ein Kellergeschoss. Die BGF des Gebäudes beträgt ca. 44.000 m<sup>2</sup>. Das Gebäude wurde bis auf die Fassade, die erhalten bleiben sollte, und einige Bereiche der TGA komplett entkernt. Während der Veränderungsmaßnahme wurde die Nutzung des gesamten Gebäudes unterbrochen. Lagermöglichkeiten für Materialien und Container auf der Baustelle waren in ausreichender Form vorhanden.

#### **Zeitaufnahmetechnik**

Unter Zuhilfenahme von systematischen Multimomentaufnahmen nach REFA wurden Aufwandswerte für einzelne Entkernungstätigkeiten ermittelt. Folgende Systeme konnten untersucht werden:

**System 1:****Gipskartonständerwand mit einfacher Beplankung und Holzunterkonstruktion**

Die Wandkonstruktion bestand aus einer Holzunterkonstruktion mit Mineralwoll-dämmung, einfacher Beplankung mit Gipskartonplatten und Papiertapete. In die Wände waren Fenster und Türen mit Holzrahmen integriert. Die Wanddicke betrug ca. 12,5 cm. Die Unterdecke bestand aus einer abgehängten Deckenkonstruktion (leichte Unterdecke) aus Mineralfaserplatten mit Noniusabhängern, die auf 2,70 m Höhe abgehängt wurde. Die Trennwand wurde auf den Estrich aufgebracht und bis zur leichten Unterdecke geführt. In der Deckenkonstruktion war die Deckenbeleuchtung integriert. Der Fußbodenaufbau bestand aus einem schwimmendem Estrich mit Unterflurkanalsystem. Als Bodenbelag war ein Teppichboden vorhanden.

**Rückbau und Rückbauverfahren**

Prinzipiell existieren mehrere mögliche Verfahren Gipskartonständerwände rückzubauen. Bei dem betrachteten Projekt wurden mehrere Verfahren vor den eigentlichen Bauarbeiten auf der Baustelle getestet, um ein wirtschaftliches Verfahren und Gerät auszuwählen. Man entschied sich für den Rückbau mit Stemmeisen und Vorschlagshämmern. Seitens des Auftraggebers bestand die Auflage, eine Materialtrennung in verschiedene Fraktionen wie Mineralwoll-dämmung, Gipsbaustoffe, Metalle, Holz und Elektrokabel bei den rückgebauten Bauteilen durchzuführen. Die Kolonne, die die Entkernung durchgeführt hat, bestand aus 8 Arbeitern. Die beobachtete Kolonne konnte als eingearbeitet eingestuft werden, da diese über mehrere Monate fast täglich mit Entkernungstätigkeiten bei diesem Verwaltungsgebäude im Einsatz war. Als eingearbeitet kann eine Kolonne angesehen werden, wenn diese mit den Randbedingungen der Baustelle vertraut ist und die auszuführenden Tätigkeiten bereits in anderen Bereichen dieser Baustelle häufiger ausgeführt hat. Der Leistungsgrad der Arbeiter konnte für die Arbeitszeitstudien mit 100% angesetzt werden. Während den gesamten Rückbauarbeiten sind keine größeren Störungen aufgetreten.

Bei der Entkernung wurden zuerst die integrierten Türen, Türzargen und Fenster mittels Stemmeisen ausgebaut. Bei der Wand wurden unter Zuhilfenahme eines Vorschlaghammers Öffnungen in die Gipskartonplatten geschlagen, um Ansatzpunkte für das Lösen mit dem Stemmeisen zu erhalten. So wurde die erste Wandseite gelöst und im Anschluss daran die Dämmung entfernt. Danach wurde die zweite Seite der Beplankung gelöst und anschließend die Ständerkonstruktion entfernt. In einigen Bereichen wurde beim Lösen der zweiten Seite der Beplankung die Ständerkonstruktion bereits mit dieser entfernt. Hier musste im Anschluss danach noch eine Trennung dieser beiden Baureststoffe durchgeführt werden.

### **Transportweg**

Der Transport der einzelnen Materialien wurde mit Hilfe eines Handwagens und einer Schubkarre durchgeführt. Für den Vertikaltransport wurde der vorhandene Lastenaufzug im Gebäude genutzt. Das betrachtete System befand sich im zweiten Obergeschoss. Der Transportweg von der Abbruchstelle zum Aufzug betrug im Mittel ca. 15,5 m und vom Aufzug zu den Containern, die sich unmittelbar am Gebäude befanden, ca. 11 m.

### **Auswertung der Arbeitszeitstudie**

Abbildung 61 zeigt als Ergebnis die Zeitdauern der einzelnen Tätigkeiten unter den bereits beschriebenen Randbedingungen der systematischen Multimomentaufnahme. Die ermittelten Werte verstehen sich inklusive Verteil-, Erholungs- und ablaufbedingter Wartezeiten. Die Aufwandswerte in den noch folgenden Kapiteln sind ebenfalls anhand systematischer Multimomentaufnahmen nach REFA ermittelt worden, worauf nicht mehr explizit verwiesen wird.

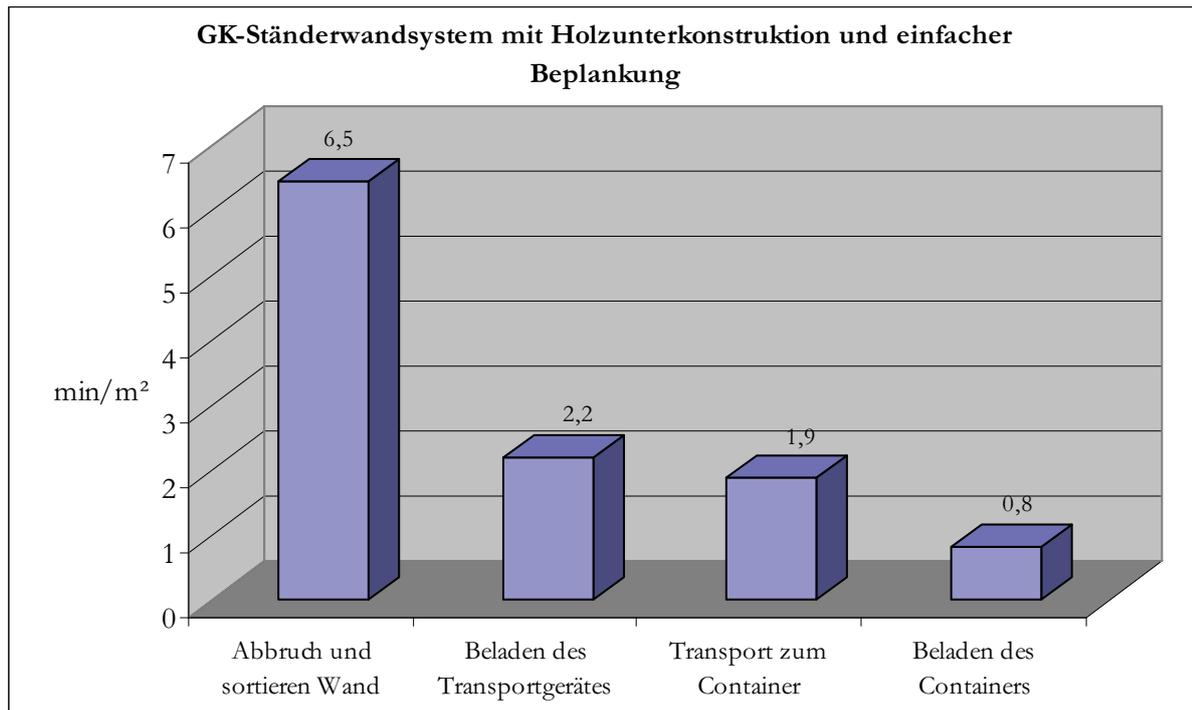


Abbildung 61 Zeitdauern für den Rückbau einer Gipskartonständerwand des Systems 1

Abbildung 62 zeigt den Aufwandswert für die gesamte Leistung „Rückbau einer Gipskartonständerwand“ mit allen Nebenleistungen bis zur Beladung der Container des Systems 1.

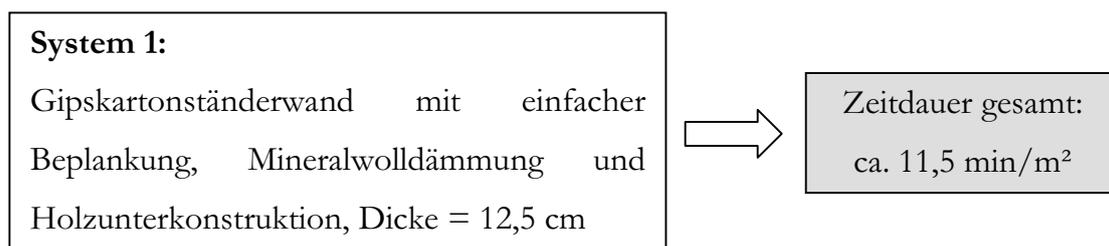


Abbildung 62 Aufwandswert Rückbau GK-Ständerwand System 1

## System 2:

### Gipskartonständerwand mit doppelter Beplankung und Metallunterkonstruktion

Bei diesem untersuchten System handelte es sich um eine Gipskartonständerwand mit doppelter Beplankung und einer Metallunterkonstruktion. Die Wanddicke betrug ca. 15 cm. Das Trennwandsystem wurde von Oberkante Estrich bis zur Rohdecke bis 4,25 m geführt. Im Wandsystem selbst war eine Mineralwolldämmung eingebracht. In den Wänden waren einzelne Fenster und Türen mit Holzrahmen integriert. Des Weiteren waren Elektroinstallationen (Steckdosen und Lichtschalter) in der Wand untergebracht. Die Oberfläche der Trennwand war mit einer Glasfasertapete versehen. Die leichte Unterdecke war bereits komplett entfernt worden.

### Rückbau und Rückbauverfahren

Analog zu System 1 kamen als Werkzeuge auch hier Stemmeisen und Vorschlaghammer zum Einsatz. Es wurde die selbe Kolonne eingesetzt und der Rückbau erfolgte nach dem gleichen Verfahren, wie dies im vorangegangenen System 1 bereits beschrieben wurde.



Abbildung 63 Rückbau einer Gipskartonständerwand des Systems 2

In der Abbildung ist sehr gut das Rückbauverfahren und das Vorgehen der Arbeiter zu erkennen. Das integrierte Fenster ist bereits ausgebaut worden. Auf dem Bild sind im

Bereich des Fußbodens die mit dem Vorschlaghammer erstellten Öffnungen zu erkennen. Diese bieten den beschriebenen Ansatzpunkt, um mit dem Stemmeisen die einzelnen Plattenteile zu lösen.

### Transportweg

Der Transportweg von der Abbruchstelle zum Aufzug betrug hier im Mittel 44,50 m und vom Aufzug zu den Containern, die sich unmittelbar am Gebäude befanden, ca. 11 m. Der untersuchte Bereich befand sich im zweiten Obergeschoss des Gebäudes. Für den Materialtransport kamen analog zu System 1 ein Handwagen und eine Schubkarre zum Einsatz.

### Auswertung der Arbeitszeitstudie

In der dargestellten Abbildung sind die Ergebnisse der systematischen Multimomentaufnahme des Systems 2 dargestellt.

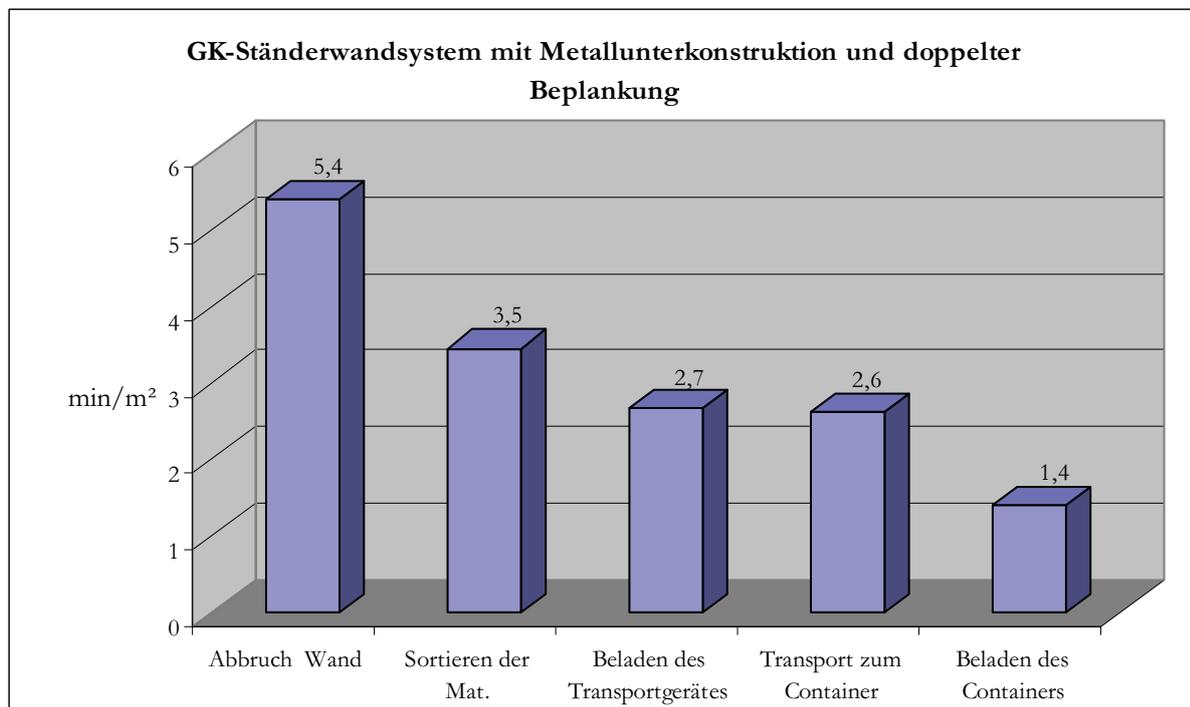


Abbildung 64 Zeitdauern für den Rückbau einer Gipskartonständerwand des Systems 2

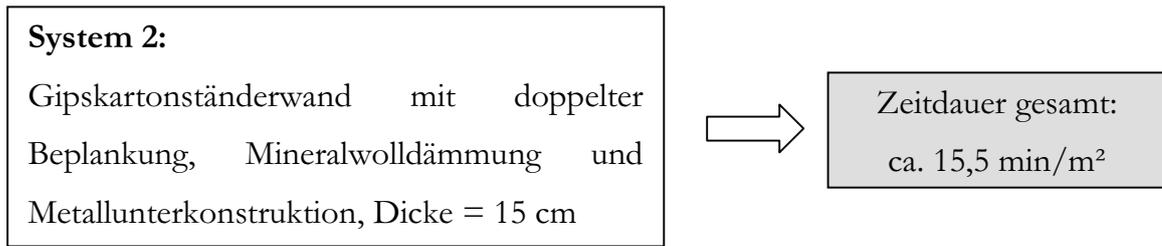


Abbildung 65 Aufwandswert Rückbau GK-Ständerwand System 2

Die ermittelten Aufwandswerte für den Rückbau der beiden Systeme 1 und 2 der Trennwandsysteme unterscheiden sich in ihrer Größe um ca. 4 min./m<sup>2</sup>. Betrachtet man die einzelnen Tätigkeiten alleine, so relativiert sich dieser Unterschied in seiner Größenordnung. Mögliche Ursachen für die Abweichungen liegen unter anderem daran, dass der Transportweg bei System 2 ca. 44,5 m zum Aufzug betrug und bei System 1 nur 15,5 m. Weiterhin bestand ein Wandsystem aus einer doppelt beplankten Gipskartonständerwand und das andere System war nur einfach beplankt. Unterschiede gab es zusätzlich noch bei der Höhe der Trennwandsysteme. Die genannten Gründe geben eine mögliche Erklärung für die Abweichung der Ergebnisse bei sonst sehr ähnlichen Randbedingungen. Die ermittelten Werte sind bei einer Übertragung auf andere Projekte an die dort vorherrschenden Randbedingungen anzupassen.

#### 7.5.2.4 Projektanalysen B und C zum Rückbau ausgewählter Fußbodenunterkonstruktionen

An einem weiteren Projekt wurden Datenerhebungen zum Rückbau ausgewählter Fußbodenunterkonstruktionen durchgeführt. Bei Fußbodenunterkonstruktionen werden anders als bei nichttragenden Trennwandsystemen bei Veränderungsmaßnahmen in der Regel nach dem Rückbau andere Systeme eingebaut, um veränderten Anforderungen gerecht zu werden. Die gleiche Fußbodenunterkonstruktion wird häufig nur bei Sanierungen, also im Schadensfall wieder eingebaut. So wird z.B. ein schwimmender Estrich rückgebaut, um danach einen Hohlraumboden oder einen Doppelboden einzubauen und damit Freiräume für geforderte Installationen zu ermöglichen. Bei nichttragenden Trennwandsystemen hingegen kommt es häufig nur zu Veränderungen der

Raumaufteilung der Büros, sodass oft das gleiche nichttragende Trennwandsystem mit einer anderen Raumaufteilung wieder zur Ausführung kommen kann.

Bei den Arbeitszeitstudien wurden Fußbodenunterkonstruktionen aus schwimmendem Estrich und Verbundestrich untersucht. Diese beiden Systeme wurden ausgewählt, da sie bei älteren Immobilien häufig vorzufinden sind. Aufgrund der permanent zunehmenden Technisierung der Büroräume wird bei Veränderungsmaßnahmen bzw. bei Modernisierungen häufig die Forderung gestellt, dass Installationen im Fußbodensystem untergebracht werden sollen. Es müssen somit unflexible Systeme aufgrund neuer Nutzungsanforderungen zugunsten von flexibleren und mit hohem Installationsfreiraum versehenen Systemen weichen. Es ist somit sinnvoll, diese Systeme und deren Rückbau detaillierter zu betrachten.

### **Projektbeschreibung**

Mehrere Gebäude aus den 70er Jahren wurden im Rahmen einer großangelegten Sanierungsmaßnahme in Teilbereichen entkernt und anschließend wieder neu ausgebaut. Die Objekte befinden sich in Mainz. Die einzelnen Gebäude sind in ihrer Baukonstruktion als fast identisch zu beurteilen. Lediglich bei den Raumaufteilungen in den Gebäuden gab es Unterschiede. Für die Zeitdauer der Erneuerungsmaßnahme wurde die Nutzung der Gebäude in den betroffenen Bereichen eingestellt. Es wurden verschiedene in sich abgeschlossene Bereiche der Gebäude untersucht. Die Gebäude bestehen aus vier Vollgeschossen und haben keinen Aufzug, sondern lediglich zwei Treppenhäuser.

### **Zeitaufnahmetechnik**

Als Zeitaufnahmetechnik wurden auch bei diesem Projekt systematische Multimomentaufnahmen nach REFA durchgeführt, um Aufwandswerte für einzelne Entkernungstätigkeiten zu ermitteln.

### **System 3 und 4:**

#### **Estrich mit Dämmschicht**

Es wurden Arbeitszeitstudien von Entkernungstätigkeiten bei schwimmenden Estrichkonstruktionen in zwei in sich abgeschlossenen Arbeitssystemen durchgeführt. Der Zementestrich hatte eine Materialstärke von im Mittel 5 cm. Unter dem Estrich befand sich eine ca. 1 cm dicke Dämmschicht, die durch eine Trennschicht voneinander getrennt war. Die zwei untersuchten Systeme waren von den Randbedingungen sehr ähnlich und hatten die gleiche Fläche. Sie befanden sich lediglich in unterschiedlichen Stockwerken, was für die Betrachtung keine größeren Unterschiede machte, da der vertikale Materialtransport über eine Schuttrutsche sichergestellt wurde und sich das nicht in den Zeitdauern niederschlagen sollte. Lediglich die in Säcken verpackte Dämmung musste ein Stockwerk weiter transportiert werden.

#### **Rückbau und Rückbautechnik**

Zuerst wurde mit einem Vorschlaghammer ein größeres Loch in den Estrich geschlagen. Im Anschluss daran, wurde mit Hilfe von Stemmeisen der Estrich aufgehebelt. Das Dämmmaterial konnte per Hand separiert und in Säcke verpackt werden. Zur Vermeidung von Staubentwicklung wurde in kontinuierlichen Abständen gewässert. Der Estrichabbruch wurde über Schuttrutschen in die dafür vorgesehenen Container verbracht. Die eingesetzte Kolonne bestand aus 4 Arbeitern, die in beiden untersuchten Systemen die Entkernungstätigkeiten durchführte. Die beobachtete Kolonne kann als eingearbeitet eingestuft werden, da die Arbeiter seit mehreren Wochen mit der Entkernung von Fußbodenunterkonstruktionen bei diesem Projekt beschäftigt waren.

Abbildung 66 zeigt den Aufwandswert für die komplette Leistung „Rückbau von Estrich mit Dämmung“ inkl. aller Nebenleistungen bis zur Beladung der Container.

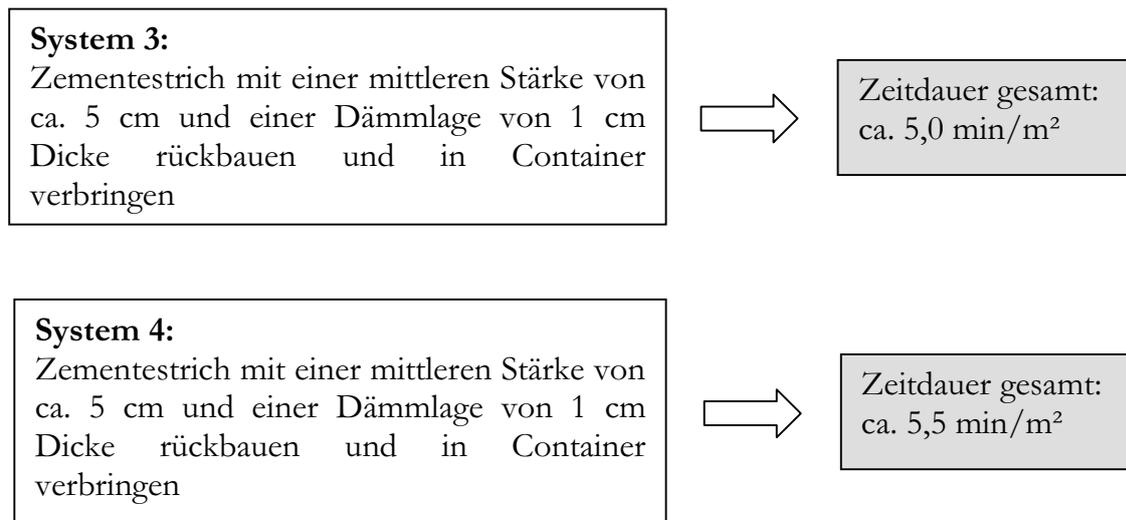


Abbildung 66 Aufwandswert Rückbau von schwimmendem Estrich System 3 und 4

**System 5 und 6:****Verbundestrich**

In einem Nachbargebäude, gleicher Bauart und Abmessungen, wurden die gleichen Entkernungstätigkeiten durchgeführt. Als Estrich war in diesem Gebäude ein Verbundestrich als Zementestrich eingebracht, der eine Dicke von im Mittel ca. 5 cm hatte. Es wurden hierzu analog zu den bisherigen Untersuchungen Arbeitszeitstudien zu den Tätigkeitsdauern dieser Entkernungstätigkeiten durchgeführt. Es konnten zwei in sich abgeschlossene Arbeitssysteme untersucht werden. System 5 befand sich im 3 Obergeschoss und System 6 im 2 Obergeschoss. Der vertikale Materialtransport wurde durch eine Schuttrutsche sichergestellt.

**Rückbau und Rückbauverfahren**

Der Zementestrich wurde zuerst mit Hilfe von Stemmlanzen, die über Druckluft arbeiten, rückgebaut. Der Zeitaufwand für den Rückbau war jedoch sehr hoch, weshalb es nach kurzer Zeit zu einem Werkzeugwechsel kam. Der Estrich wurde nun mit Elektrohämmern weggestemmt. Zur Vermeidung von Staubentwicklung wurde in kontinuierlichen

Abständen gewässert. Der Estrichabbruch wurde über Schuttrutschen in die dafür vorgesehenen Container verbracht.

Die folgende Abbildung zeigt den Aufwandswert für die gesamte Tätigkeit Rückbau von Verbundestrich inkl. Transport in Container der betrachteten Arbeitssysteme.

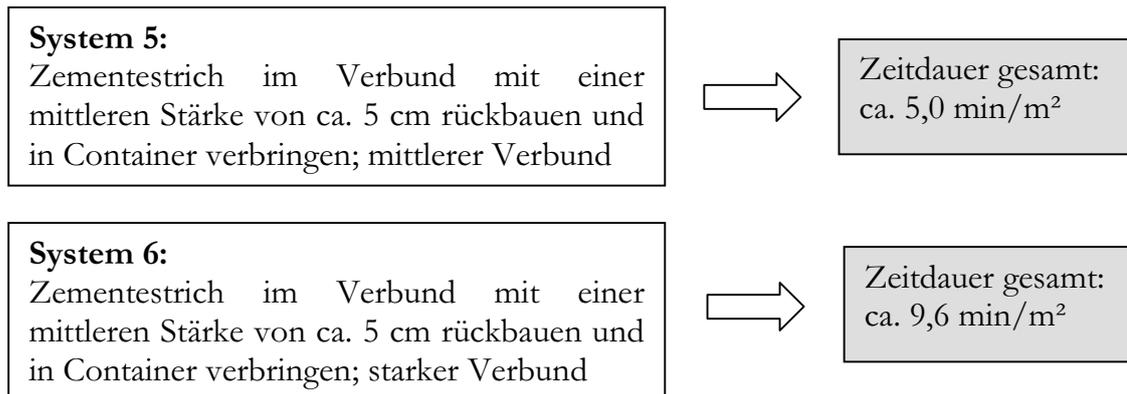


Abbildung 67 Aufwandswert Rückbau von Verbundestrich System 5 und 6

Der Zeitaufwand bei den untersuchten Arbeitssystemen war unterschiedlich hoch, obwohl die gleiche Kolonne eingesetzt wurde und die Randbedingungen der einzelnen Bereiche sehr ähnlich waren. Bei näherer Betrachtung war allerdings zu erkennen, dass das Wegstemmen des Estrichs mit erheblichem Mehraufwand verbunden war, da dieser sich im Vergleich zu den vorher untersuchten Bereichen nur sehr schwer und in sehr kleinen Teilen vom Rohfußboden löste. Der Zeitaufwand pro Mengeneinheit für diesen Bereich war im Vergleich zu den vorher untersuchten Bereichen fast doppelt so hoch. Offensichtliche Gründe hierfür konnten nicht analysiert werden. Das Beispiel zeigt aber sehr deutlich, dass der Zeitaufwand für einzelne Rückbauarbeiten schwer zu kalkulieren ist bzw. ein erhebliches Risiko in sich birgt. Selbst bei einem Projekt, kann es in verschiedenen Bereichen zu stark unterschiedlichem Zeitaufwand kommen, obwohl die eingesetzten Arbeiter, die verwendeten Verfahren und Werkzeuge die gleichen und die Randbedingungen der Baustelle sehr ähnlich waren. Im Vergleich zu Neubaumaßnahmen ist hier für den Kalkulator bzw. das ausführende Unternehmen ein erhebliches Risiko gegeben.

### 7.5.3 Zusammenfassung und weitergehende Betrachtung

Als Erkenntnis aus Kapitel 7.5 kann festgehalten werden, dass die ermittelten Aufwandswerte bei Entkernungstätigkeiten starken Schwankungen unterliegen können, was die beispielhafte Untersuchung aufgezeigt hat. Als Empfehlung für das ausführende Unternehmen kann ein Proberückbau verschiedener Bauteile vor Abgabe des Angebotes genannt werden, um Kenntnis über die Materialzusammensetzung der einzelnen Bauteile, das oder die möglichen Rückbauverfahren und Anhaltswerte über den zeitlichen Aufwand der einzelnen Entkernungstätigkeiten zu erhalten. In dem aufgezeigten Beispiel hätte ein Proberückbau an einem Bereich keinen Vorteil gebracht, da hier die Unterschiede erst bei der Baumaßnahme aufgefallen sind. Bei Sanierungsmaßnahmen von Gefahrstoffen wie zum Beispiel Asbest, PAK oder PCB ist allerdings ein Proberückbau vor der Baumaßnahme nicht möglich, da für die Durchführung der Maßnahme spezielle Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen sind, um die Freisetzung der Gefahrstoffe zu verhindern. Der Rückbau bzw. die Entkernung kann je nach Gefahrstoff erst nach Einrichtung einer Unterdruckhaltung oder eines Schwarz-Weiss-Bereiches begonnen werden.

Eine weitere Erkenntnis aus den betreuten Projektanalysen stellt die Tatsache dar, dass die Auswahl der Rückbautechnik und des einzusetzenden Geräts als sehr schwierig einzustufen ist. Über die baubetrieblich sinnvoll einzusetzenden Werkzeuge liegen nur sehr wenige Informationen in der Literatur vor. Diese Aussage fand bei den durchgeführten Projektanalysen und Expertenbefragungen Bestätigung. Bei allen bisher betrachteten Projekten wurden die endgültig eingesetzten Werkzeuge erst nach vorherigem Probieren verschiedener Verfahren und Werkzeuge ausgewählt. Neben den Verfahren und Werkzeugen fehlen vielfach entsprechend übertragbare Aufwandswerte für die verschiedenen Entkernungstätigkeiten.

#### **7.5.4 Transportkosten**

Neben den eigentlichen Verfahrenskosten für die Entkernung sind auch die Transportkosten von ausschlaggebender Bedeutung. Die Transportkosten sind u.a. abhängig von der Entfernung, der Art der Transportstrecke (Stadtverkehr, Landstraße oder Autobahn), dem zu transportierenden Gewicht und dem zu transportierenden Volumen. Für die Ermittlung der Transportkosten können die Transportkosten nach KURT<sup>66</sup> herangezogen werden. Diese Daten können in Verbindung mit den Entsorgungskosten der unterschiedlich entfernten Deponien zu Wirtschaftlichkeitsberechnungen herangezogen werden.

#### **7.5.5 Entsorgungskosten**

##### **7.5.5.1 Grundlagen**

Die Kosten für die Entsorgung der verschiedenen Baureststoffe stellen einen wichtigen Einfluss auf die Kosten bei den Entkernungstätigkeiten dar. Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz regelt das Vorgehen bei den anfallenden Baureststoffen. Nach diesem Gesetz soll eine Vermeidung vor der Verwertung und die Verwertung vor der Beseitigung im Sinne eines Recyclinggedankens durchgeführt werden. In der Baupraxis wird allerdings das Vorgehen vor allem durch wirtschaftliche Aspekte bestimmt. Im Rahmen dieser Arbeit steht der Einfluss auf die anfallenden Kosten im Mittelpunkt, weshalb im Weiteren dieser Bereich näher untersucht wird.

Es gilt mittlerweile ein neuer Europäischer Abfallkatalog (EAK). Dieser stellt eine einheitliche Grundlage für die Bezeichnungen von Abfällen innerhalb der europäischen Union dar. Der EAK ersetzt den bei uns national eingeführten Abfallartenkatalog der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA).

---

<sup>66</sup> vgl.: KURT: Kostenorientierte unverbindliche Richtpreistabellen.

Eine eindeutige Zuordnung von LAGA zu EAK ist aufgrund des unterschiedlichen Aufbaus bei nicht allen Abfällen gegeben. Baustellenabfälle nach LAGA werden mittlerweile nach dem EAK als gemischte Bau- und Abbruchabfälle bezeichnet. Im Rahmen dieser Arbeit findet aufgrund einer Einheitlichkeit noch die Formulierung nach LAGA Anwendung.

Eine am Institut für Baubetrieb der TU-Darmstadt durchgeführte Untersuchung zu den Entsorgungsgebühren von Bauabfällen aus dem Jahre 1997 kommt zu dem Ergebnis, dass die Entsorgungsgebühren sehr starken Schwankungen unterliegen. Es kommt bei einigen Materialien zu Schwankungsbreiten der Entsorgungsgebühren von über 3000%. Diese sehr hohen Schwankungsbreiten erklären die teilweise sehr langen Transportwege von Baurestoffen, die trotzdem noch wirtschaftlich sein können.<sup>67</sup>

Ein wichtiges Kriterium, welches es in jedem Fall zu prüfen gilt sind die regionalen Bestimmungen. Für manche Städte existiert z.B. eine Andienungspflicht, was bedeutet, dass die rückgebauten Materialien an eine vorher festgelegte Stelle zu festgelegten Annahmepreisen angedient werden müssen. Es ist zur Andienungspflicht anzumerken, dass nach einem Urteil des Obergerichtes in München der generellen Überlassungspflicht von gemischten Abfällen an öffentliche Entsorgungsträger widersprochen wurde, da dies nach Auffassung der Richter nur schwerlich mit den Zielen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes in Einklang zu bringen ist.<sup>68</sup>

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Deponiegebühren ausgewählter Baurestoffe in verschiedenen Städten.

---

<sup>67</sup> vgl.: Silbe K.: Wirtschaftlichkeit kontrollierter Rückbauarbeiten, 1999.

<sup>68</sup> vgl.: Baustoff Recycling+Deponiertechnik, 12/1998.

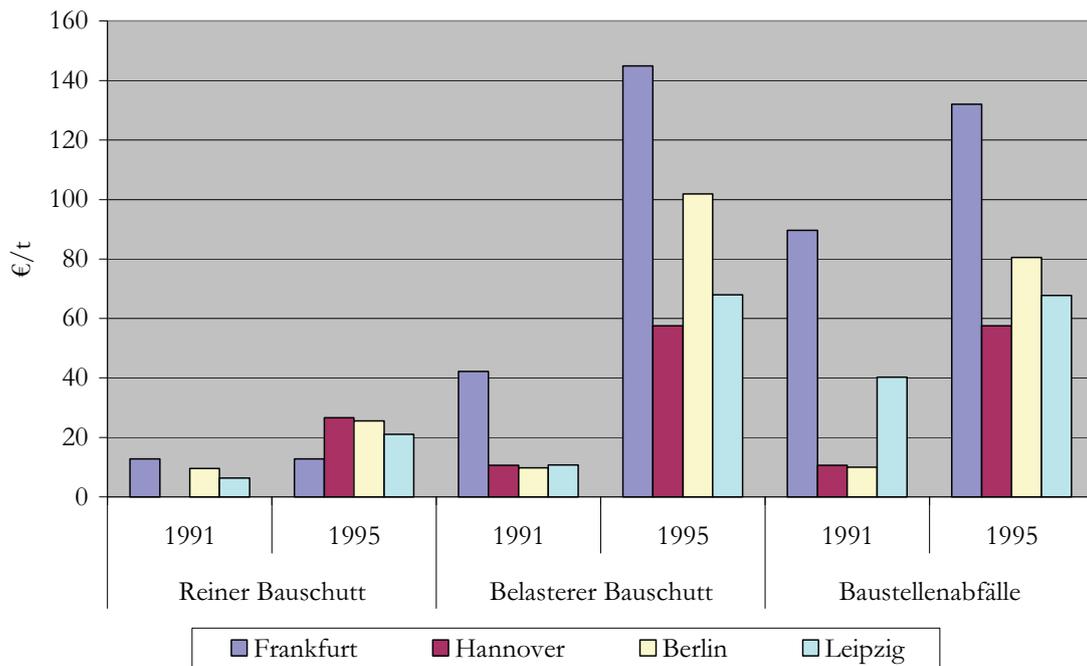


Abbildung 68 Entwicklung der Deponiegebühren einzelner Baureststoffe in verschiedenen Städten in €/t<sup>69</sup>

Es kann abschließend festgehalten werden, dass die Deponiegebühren für Baureststoffe in den betrachteten Städten stark gestiegen sind. Aufgrund dieser Entwicklung ist zum Beispiel die Anlieferung von unsortierten Baustellenabfällen mittlerweile rückläufig. Neu entwickelte Abfallkonzepte können dazu beitragen, eine für das ausführende Unternehmen wirtschaftliche Lösung zu erreichen. Inwieweit eine Materialtrennung in verschiedene Fraktionen wirtschaftlich sinnvoll ist, hängt von den baustellenspezifischen Randbedingungen ab und kann nicht allgemeingültig beantwortet werden. Die maßgebenden Faktoren werden in Kapitel 7.5.5.2 aufgezeigt. Eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ist hier für den Einzelfall nötig. Es kann weiterhin festgehalten werden, dass bei den verschiedenen Entsorgungsstellen auch keine einheitlichen Annahmebedingungen vorliegen, was eine Vergleichbarkeit bei Untersuchungen erschweren kann. Für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen hierzu können u.a. die Ergebnisse einer bundesweiten Untersuchung zu Entsorgungskosten von Silbe<sup>70</sup> herangezogen werden.

<sup>69</sup> Gebäude von Morgen, Forschungsbericht, 1997.

<sup>70</sup> Silbe K.: Wirtschaftlichkeit kontrollierter Rückbauarbeiten, 1999.

### 7.5.5.2 Materialtrennung

Bei der Untersuchung der Entsorgungskosten ist zu klären, inwieweit eine Materialtrennung in verschiedene Fraktionen wirtschaftlich sinnvoll ist. Aufgrund der Tatsache, dass der Innenausbau im Vergleich zu den Rohbaustoffen wesentlich kürzere Lebenszyklen aufweist und aufgrund des bisher stetig wachsenden Anteils von Veränderungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden wird im Vergleich zu den Rohbaustoffen ein immer größeres und heterogenes Abfallgemisch erzeugt.

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits betrachtet, sind die Entsorgungskosten in den letzten Jahren stark angestiegen. Weiterhin ist festzustellen, dass heterogene Abfallgemische in aller Regel hohe Entsorgungskosten verursachen.

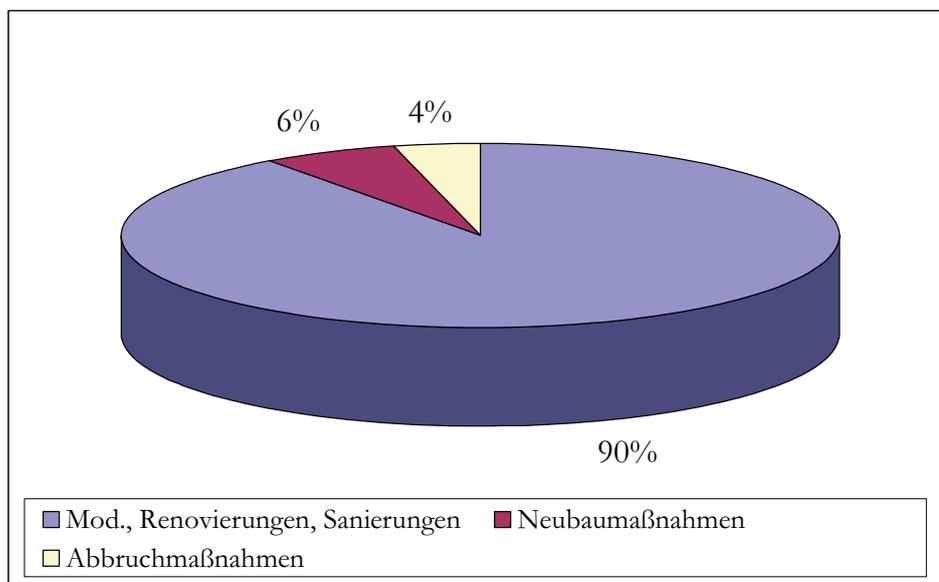


Abbildung 69 Herkunft von Baustellenabfällen<sup>71</sup>

Aus oben dargestelltem Diagramm ist zu entnehmen, dass Baustellenabfälle zu einem Großteil aus Modernisierungs-, Renovierungs- oder Sanierungsmaßnahmen stammen. Bei den ermittelten Werten aus der Untersuchung von Kohler fällt allerdings auf, dass der

<sup>71</sup> Kohler: Recyclingpraxis Baustoffe, 1994.

Prozentsatz von 90% für Baustellenabfälle der aus Modernisierungsmaßnahmen stammt sehr hoch erscheint. Nähere Informationen zur Datengrundlage der Abbildung 69 lagen dem Verfasser leider nicht vor. Anhand der bereits beschriebenen hohen Entsorgungskosten für diese Materialfraktion kann festgehalten werden, dass als Kernpunkt bei den Entsorgungskosten die Verringerung dieser Baureststoffe anzustreben ist. In Anbetracht dieser Gründe ist zu prüfen, inwieweit es wirtschaftlich ist, durch Sortieren diese Abfallart bei Entkernungstätigkeiten zu reduzieren.

Die Problematik der Entsorgungskosten und die verschiedenen Einflüsse darauf ist eine Fragestellung von hoher Komplexität, welche es näher zu betrachten gilt. Zunächst sind hierfür die verschiedenen Einflüsse zu erfassen, um bei Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen diese kostenmäßig bewerten zu können. In Abbildung 70 werden wesentliche beeinflussende Faktoren dargestellt.

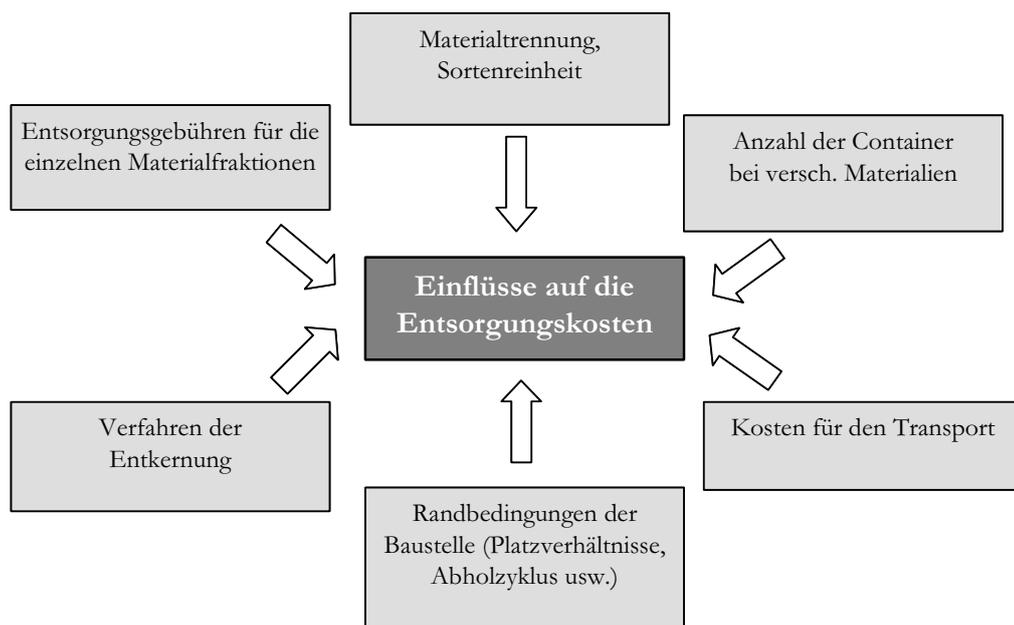


Abbildung 70 Wesentliche Einflussfaktoren auf die Entsorgungskosten bei Entkernungsmaßnahmen

Eine isolierte Betrachtung der Entsorgungsgebühren ist als Entscheidungshilfe für eine wirtschaftliche Abwicklung nicht zielführend. Vielmehr ist das komplexe Zusammenspiel

zwischen anfallendem Material, Materialtrennung, den Transportkosten, dem Rückbauverfahren und den Entsorgungsgebühren für eine wirtschaftliche Abwicklung gemeinsam zu betrachten. Eine fundierte Aussage zu diesem Themenkomplex ist projektspezifisch aufgrund der verschiedenen Einflüsse zu treffen.

Bei allen durchgeführten Projektanalysen ist als Ergebnis festzuhalten, dass bei größeren Entkernungsmaßnahmen eine Materialtrennung in verschiedene Materialfraktionen durchgeführt wurde. Hierzu ist anzumerken, dass die Anzahl der verschiedenen Fraktionen von den zu entkernenden Bauteilen, deren Materialzusammensetzung und deren Menge abhängig waren. Eine Einteilung in mindestens vier Hauptfraktionen, wie mineralische Abfälle, Holz, Metalle, und Baustellenabfälle war bei vielen untersuchten Projekten zu erkennen. Aufgrund der Entwicklung der Entsorgungsgebühren ist allerdings ein klarer Trend zur Materialtrennung erkennbar. Findet allerdings das ausführende Bauunternehmen z.B. eine Entsorgungsstelle, die Baustellenabfälle für einen sehr niedrigen Preis pro Tonne annimmt, so kann es eventuell sogar wirtschaftlich sein, sehr lange Transportwege in Kauf zu nehmen und keinerlei Materialtrennung durchzuführen.

Die Entsorgungswirtschaft bietet mittlerweile Konzepte und Dienstleistungsangebote mit ihrem Know-how für die Bauwirtschaft an, welche in diesem Bereich Einsparpotenziale bieten können. Dabei werden z.B. Entsorgungskonzepte als Komplettlösung für die auszuführende Baumaßnahme angeboten.

## 7.6 Logistik beim Bauen im Bestand

### 7.6.1 Allgemeines

Die Ziele und Aufgaben der Logistik bestehen darin, die richtigen Objekte, am richtigen Ort, zur richtigen Zeit und zu wirtschaftlichen Kosten zur Verfügung zu stellen. Als Objekte der Logistik können Materialien, Personen, Energie und Daten verstanden werden. Bei den zu untersuchenden logistischen Einflüssen, werden nur die Wege der Materialien auf der Baustelle für die Betrachtung herangezogen. Die sogenannte Produktionslogistik stellt das Grundgerüst für die Baustellenlogistik in der Bauwirtschaft dar. Die Baustellenlogistik umfasst die kontinuierliche, baufortschreitende Planung, Steuerung und Kontrolle der Baustelleneinrichtung zum Zwecke der Bauwerkerrichtung. Das beinhaltet die Disposition, Steuerung und Kontrolle von Material, Personal und Geräten hinsichtlich Art, Menge, Zeit, Raum und Umweltfaktoren vor, während und nach Abschluss der Bauarbeiten.<sup>72</sup>

Die Logistik auf Baustellen ist im Vergleich zur stationären Industrie als schwierig zu beurteilen. Während in der stationären Industrie ein gleiches Produkt über einen längeren Zeitraum am selben Ort produziert wird, so unterliegt in der Bauindustrie sowohl der Ort, als auch die Qualität und das Produkt selbst einer ständigen Veränderung und Anpassung.<sup>73</sup> Der Schwerpunkt der Betrachtung liegt bei den Besonderheiten von Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden und hier bei den zu transportierenden Materialien der entkernten Bereiche und weiterhin den neu einzubauenden Materialien an den Arbeitsort. Die sogenannte Entsorgungslogistik der entkernten Bereiche kann hohe Kosten verursachen und stellt eine Besonderheit im Vergleich zu Neubaumaßnahmen dar. Unter Entsorgungslogistik wird im Rahmen dieser Arbeit die Planung, Steuerung und Überwachung der Entsorgung von Bauabfällen der Baustelle und Baustellenumgebung während und nach dem Fertigungsprozess sowie bei Entkernungstätigkeiten verstanden.

---

<sup>72</sup> vgl.: Krieger: Gabler Lexikon der Logistik, 1998.

<sup>73</sup> vgl.: Mayer D.: Entscheidungshilfe für die Beurteilung von Fußbodensystemen im Hochbau, 2000.

Bei den durchgeführten Projektanalysen konnte festgestellt werden, dass die Geräteauswahl bei der Entsorgungslogistik bei Entkernungsbaustellen ein wichtiges Feld darstellte. Gleiches gilt bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden für die Materialversorgung der neu auszubauenden Bereiche, die sich häufig schwieriger gestaltet, als bei Neubau- maßnahmen.

Bei der bereits beschriebenen selbst durchgeführten Umfrage bei Trockenbauunternehmen bezüglich der zu prüfenden Aspekte bei der Preisfindung vor Ort (siehe Abbildung 71) wurden am häufigsten die Transport- und Lagermöglichkeiten genannt. Diese Frage wurde ohne vorher definierte Antwortmöglichkeiten gestellt. Das bedeutet, dass die befragten Probanden der Trockenbauunternehmen selbst Aspekte nennen sollten, die sie bei einer Begehung der Baustelle beachten. Hintergrund für dieses Vorgehen war die befragten Personen nicht in eine vorher definierte Richtung aufgrund vorgegebener Aspekte zu drängen. Es sollte damit weiterhin erreicht werden, dass vor allem die in ihrer Größe relevantesten Aspekte genannt werden.

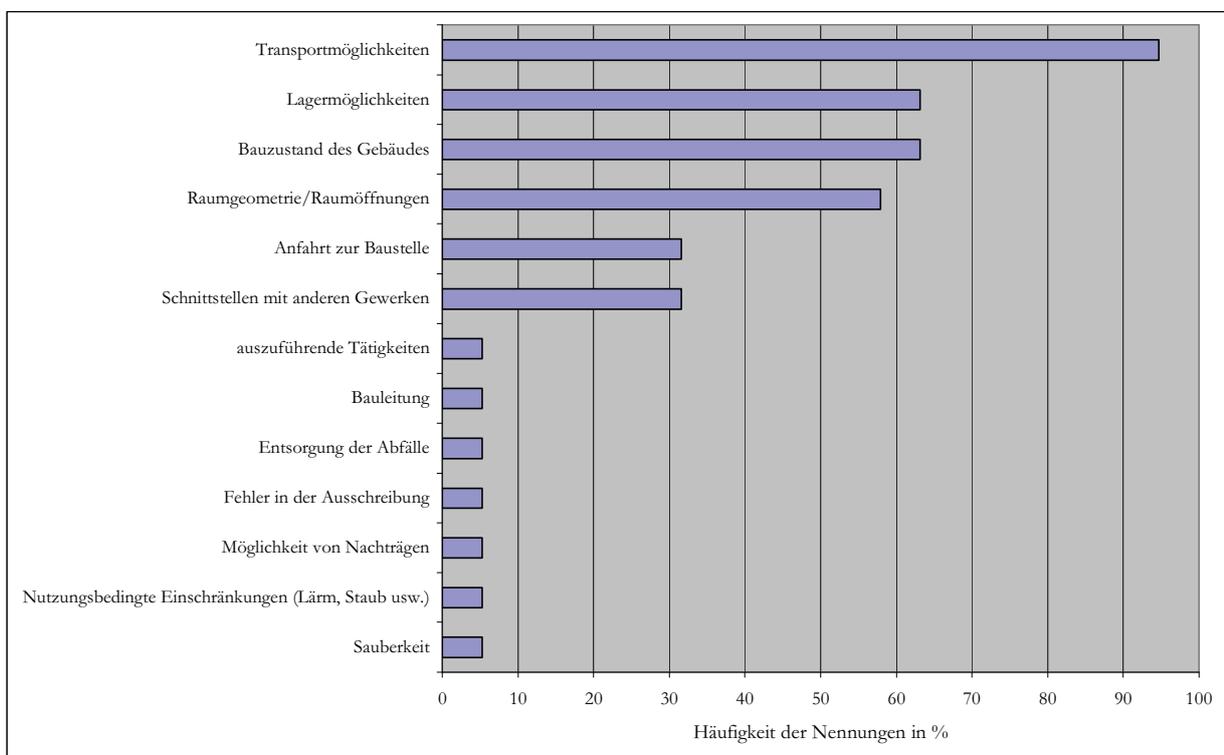


Abbildung 71 Zu prüfende Aspekte bei der Begehung vor Ort im Hinblick auf die Preisfindung von Baumaßnahmen im Bestand

Das Ergebnis der Abbildung bekräftigt die vorher getroffene Aussage, dass die Transport- und die Lagermöglichkeiten auf der Baustelle entscheidenden Einfluss auf die anfallenden Kosten haben. Aufgrund dieses Ergebnisses wird im Folgenden der Themenkomplex der Logistik weiter untersucht.

### 7.6.2 Zu transportierende Materialien

Prinzipiell sollte man den Materialtransport in den Transport der rückgebauten Materialien und der neu einzubauenden Materialien trennen. Die Überlegungen für die Einteilung ist in der teilweise unterschiedlichen Beschaffenheit der zu transportierenden Materialien begründet. Abbildung 72 zeigt eine Unterteilung von zu transportierenden Materialien bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden auf.

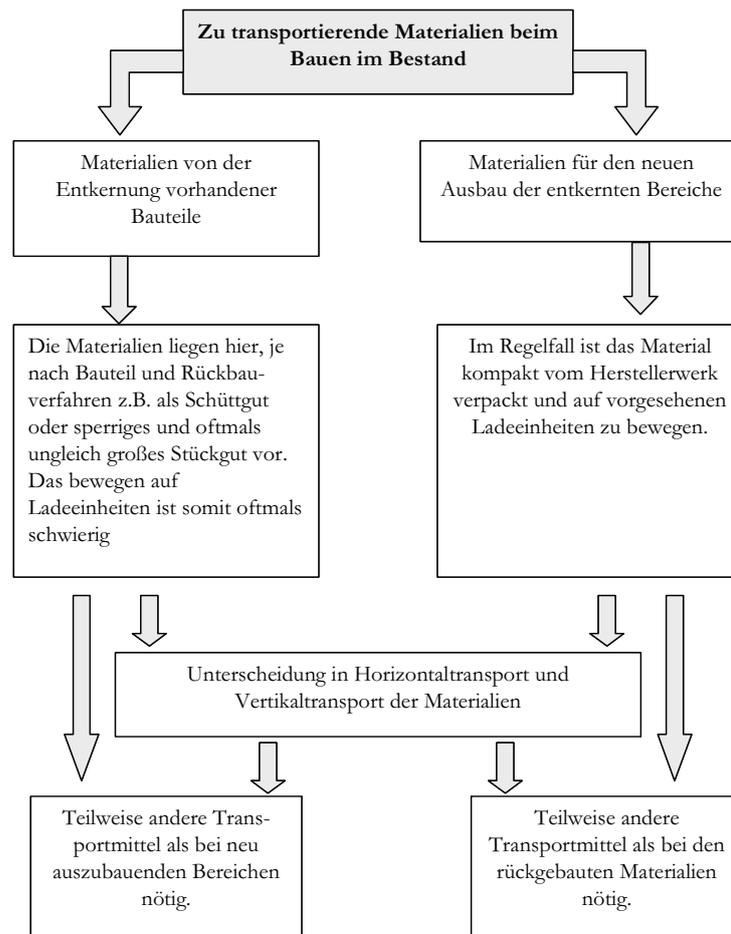


Abbildung 72 Prinzipielle Darstellung zum Transport von Materialien beim Rückbau und neuem Ausbau

Bei neu einzubauenden Materialien werden diese normalerweise vom Herstellerwerk in Ladeeinheiten geliefert, die sich in aller Regel für den Horizontal- und Vertikaltransport gut eignen. Die rückgebauten Materialien der entkernten Bereiche hingegen liegen oft in unterschiedlicher Größe und Beschaffenheit vor, sodass sich das Transportieren in einzelnen Ladeeinheiten schwierig gestaltet. Die Beschaffenheit der rückgebauten Bauteile hängt von Faktoren, wie dem Rückbauverfahren, dem rückzubauenden Bauteil, die Materialzusammensetzung und den Transportmöglichkeiten ab. Es wurde eine Trennung der neuen zu transportierenden Stoffe und der rückgebauten Materialien vorgenommen. Schüttgüter nehmen hier natürlich eine Sonderstellung ein, da diese sowohl beim Rückbau, als auch beim neuen Einbau i.d.R. in gleicher Art und Weise transportiert werden können und hier keine größeren Unterschiede auftreten.

Weiterhin sollte eine Unterscheidung in den Horizontal- und Vertikaltransport getroffen werden, da hierzu andere Transportmittel nötig werden und es zu zusätzlichen Umladevorgängen der Materialien kommen kann.

### **7.6.3 Randbedingungen bei der Prozessgestaltung der logistischen Aufgaben**

Bei der Prozessgestaltung für die durchzuführenden logistischen Aufgaben sind folgende grundsätzliche Randbedingungen hinsichtlich des Einsatzes der auszuwählenden Transportmittel zu beachten:

- Zeitliche Rahmenbedingungen: Beginn, Ende, besondere Anlieferungsmöglichkeiten (z.B: Nachts, Wochenende), Lagerflächen
- Vorhandene Transportwege (Vertikal und Horizontal) in bezug auf Entfernung, Beschaffenheit usw.)
- Evtl. Umschlagplätze und Be- und Entladestellen vorsehen
- Lagermöglichkeiten (auf der Baustelle und im Gebäude, für Ausbaugewerke auch separat abschließbar)
- Abstimmung der einzelnen Gewerke

- Verflechtungen der Transporte der rückgebauten und der neuen Materialien (soweit möglich)
- Evtl. Zuordnung entstehender Baustellenabfälle zu den jeweiligen Gewerke

Eine zeichnerische Darstellung des Materialflusses und der einzelnen vorzuhaltenden Lagerplätze ist bei größeren Maßnahmen anzuraten.

#### 7.6.4 Horizontaltransport

Als Horizontaltransport kann der Materialtransport auf einer Ebene verstanden werden. Für den behandelten Themenkomplex stehen prinzipiell folgende Gerätetypen zur Verfügung:<sup>74</sup>

- Rollcontainer
- Gabelhubwagen (mit Container oder Palette)
- Schubkarre
- Handtransport
- Lore
- Transportbänder
- Transportkarren
- Industriebanhänger
- Minibagger
- Motorkarren
- Gabelstapler mit Kippmulde
- Vorderkipper, Motorjapaner

Je nach zu transportierendem Material und den projektspezifischen Randbedingungen kann das geeignete Gerät ausgewählt werden. Bei den beschriebenen Geräten für den Horizontaltransport sind einige Besonderheiten für den Transport im Gebäude bei der

---

<sup>74</sup> vgl.: Bau- und Wohnforschung: Recyclinggerechte Bauweisen im Innenausbau.

Geräteauswahl zu berücksichtigen. Bei einigen Geräten ist zu prüfen, ob die Tragfähigkeit der Decke bei eventuellem Einsatz im Gebäude ausreicht. Weiterhin können die Unebenheit der Verkehrsflächen, als auch beengte Verkehrswege die mögliche Auswahl einschränken. Für Schüttgüter und kleinformatische Materialien, die über eine Schuttrutsche vertikal transportiert werden, bietet sich für den Horizontaltransport ein Gerät an, welches ein einfaches umladen in die Schuttrutsche ermöglicht. Beispielhaft kann hier bei geringen Transportentfernungen die Schubkarre aufgeführt werden, die häufig auch bei großen Projekten zum Einsatz gekommen ist. Wird der Vertikaltransport über Aufzüge abgewickelt, so bieten sich, um einen Umladevorgang einzusparen, z.B. Rollcontainer an, in denen das Material auch beim Vertikaltransport verbleibt.

### Alternative Transportgeräte für den Horizontaltransport

Während der Projektanalysen und anhand von Gesprächen mit Bauleitern vor Ort, die die Entkernungsmaßnahme betreut hatten, konnte festgestellt werden, dass für den Transport rückgebauter Materialien so gut wie keine Spezialgeräte am Markt angeboten werden. Weiterhin wurde beobachtet, dass Transportgeräte, die für einen anderen Nutzungszweck vorgesehen waren, für diese Transporte herangezogen wurden. In Abbildung 73 wird ein modernes Transportgerät für den Rückbau und ein alternativ einsetzbares Gerät dargestellt.



Rungen-Wagen als Transportgerät  
bei einer Entkernungsmaßnahme



Selbstladedumper (Foto: Meinel  
Baumaschinen GmbH, Augsburg)

Abbildung 73 Alternative Geräte für den Horizontaltransport

Der Rungen-Wagen in Abbildung 73 wurde bei einem Großprojekt für den Transport sperriger und großer Teile eingesetzt. Haupteinsatzbereich war der Transport von Schalensäulen, GK-Platten, Monoblockwänden, Türen und Fenstern. Obwohl dieses Gerät eigentlich für einen anderen Nutzungszweck entwickelt wurde, stellte es unter den örtlichen Randbedingungen des Projekts eine wirtschaftliche Lösung dar. Das Beispiel verdeutlicht die Problematik und die Behelfslösungen, die in der Baupraxis zur Anwendung kommen.

Ein sog. Selbstladedumper, der in Abbildung 73 auf der rechten Seite abgebildet ist, kann aufgrund seiner geringen Abmessungen ideal für Entkernungstätigkeiten im Gebäude eingesetzt werden. Dieses Gerät kann z.B. bei Entkernungstätigkeiten von Estrichkonstruktionen eingesetzt werden. Das Gerät ermöglicht es, den aufgebrochenen Estrich aufzunehmen und gleich abzutransportieren.

Abschließbare Rollcontainer stellen weiterhin ein ideales Transportgerät für viele Anwendungsfälle bei Entkernungstätigkeiten dar.

Die beschriebenen Geräte stellen Ideen für den Transport von rückgebauten Materialien dar, die bei den betrachteten Trennwand und Fußbodenkonstruktionen sinnvoll Anwendung finden können.

### **7.6.5 Der Vertikaltransport**

Neben dem Horizontaltransport ist auch der Vertikaltransport bei Entkernungs- bzw. Rückbauarbeiten von entscheidender Bedeutung für eine wirtschaftliche Abwicklung.

Für den Vertikaltransport eignen sich prinzipiell folgende Geräte:

- Krane
- Bauaufzüge
- Schuttrutschen
- Personen und Lastenaufzüge des Gebäudes

Maßgebend für den Einsatz der jeweiligen Geräte sind die Randbedingungen der Baustelle und der rückzubauenden Bauteile, wie z.B. die zu überbrückende Höhe, die Anforderungen an den Lärmschutz und die Größe und das Gewicht der zu transportierenden Teile.

Eine Schuttrutsche kann zum Beispiel schlecht eingesetzt werden, wenn Lärm- und Staubemissionen vermieden werden müssen. Schuttrutschen werden im Regelfall nicht über 26m Höhe eingesetzt, in Ausnahmefällen bis ca. 40 m. Des Weiteren ist bei den rückgebauten Teilen zu beachten, dass bei sperrigen Stücken die Schuttrutsche öfter blockieren oder verklemmen kann, was zu Störungen im Bauablauf führt. Das Beispiel soll die Schwierigkeit bei der zu treffenden Geräteauswahl verdeutlichen.

Bei den betrachteten Bauteilen des raumbildenden Ausbaus in dieser Arbeit kann die Aussage getroffen werden, dass der Einsatz einer Schuttrutsche bei Schüttgut, wie zum Beispiel kleinformatigen Estrichstücken unter Berücksichtigung der bereits beschriebenen Randbedingungen als sehr gut einsetzbar beurteilt werden kann. Fallen beim Rückbau großformatige Elemente, wie Teile einer Schalenwand oder Gipskartonständerwand an, so ist der Transport in einer Schuttrutsche gar nicht, oder nur bedingt möglich. Hierzu ist der Transport über Personen- oder Lastenaufzüge im Gebäude, Krane oder Bauaufzüge zu empfehlen. Beim Einsatz von Kranen ist allerdings eine auskragende Rampe für das Absetzen und Aufnehmen der Last erforderlich. Bezüglich der Transporthöhe sind hier keine Einschränkungen vorhanden.

Für den neuen Ausbau kommen je nach Umfang der Maßnahme Krane, Bauaufzüge, Lastenaufzüge und Personenaufzüge zum Einsatz. Bei kleineren Veränderungsmaßnahmen sind in der Regel ausgekleidete Lasten- und Personenaufzüge ausreichend.

## **7.7 Anpassarbeiten beim neuen Ausbau der entkernten Bereiche**

Anpassarbeiten im raumbildenden Ausbau sind auszuführende Tätigkeiten, um gestalterischen, bauphysikalischen und konstruktiven Anforderungen des zu erstellenden Bauteils in Übergangsbereichen gerecht zu werden. Die Aufgaben von Anpassarbeiten sind

in erster Linie der Toleranzausgleich und die Ausbildung von Ecken, Kanten, Fugen und Randbereichen. Weiterhin sind hierunter die Anschlüsse der neu zu erstellenden Bereiche an die bereits bestehenden Strukturen des Gebäudes zu verstehen.

Der Umfang der Anpassarbeiten hängt im Wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Anforderungen an die Maßgenauigkeit
- Gestalterische Anforderungen
- Bauphysikalische Anforderungen
- Verwendete Systeme
- Integrierbarkeit neuer Systeme an vorhandene Systeme

Die Kostenbestandteile der Anpassarbeiten bestehen beim raumbildenden Ausbau zu einem Großteil aus Lohnstunden und zusätzlichen Materialkosten zum Beispiel in Form von Sonderlösungen bei Anschlussbereichen. Der Anteil an Lohnstunden kann hierbei als höher angesetzt werden. Der Bereich der Gerätekosten ist hierbei i.d.R. als sehr gering zu bewerten.

Die Anpassarbeiten respektive der Anschlussbereich an das bereits bestehende System ist mit zusätzlichen Kosten verbunden, die zu berücksichtigen sind. Beispielhaft können hier sich ändernde DIN-Normen oder andere Konstruktionsprinzipien für die Erstellung einzelner Bauteile genannt werden. Der Austausch eines älteren Radiators soll beispielhaft die Problematik verdeutlichen. Aufgrund einer Änderung der DIN-Norm haben sich die Nabenstände für einige DIN-Radiatoren geändert. Für den Einbau eines modernen Radiators an die vorhandenen Anschlüsse werden somit entweder zusätzliche Arbeiten an den Leitungen nötig, um die Nabenabstände anzupassen, oder es müssen sogenannte Austauschadapter, die speziell für Modernisierungsmaßnahmen entwickelt wurden, eingesetzt werden. Das Beispiel beschreibt einen typischen Praxisfall, der zu einem Mehraufwand bei Baumaßnahmen im Bestand im Vergleich zu Neubaumaßnahmen führt.

Bei nichttragenden Trennwandsystemen sind die Anschlussbereiche zu flankierenden Bauteilen zu betrachten, die in aller Regel bei Veränderungen im Bestand zu berücksichtigen sind.

## **7.8 Zusammenfassung und weiterführende Betrachtung**

Maßgebende Einflussfaktoren bei Baumaßnahmen im Bestand konnten in diesem Kapitel aufgezeigt werden. Sie bilden die Basis für die nachfolgende Beurteilung der betrachteten Systeme. Einflussfaktoren, die in ihrer Bedeutung als hoch einzustufen sind, wurden in diesem Kapitel vertiefend betrachtet. Sehr deutlich zeigt sich, dass es Faktoren gibt, die es beim Bauen im Bestand im Vergleich zum Neubau, in aller Regel zusätzlich zu berücksichtigen gilt.

Die Bestandsaufnahme wurde detailliert behandelt, da diese nach Meinung des Verfassers eine entscheidende Größe bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden darstellt. Die Idee, die gewonnenen Gebäudedaten der Bestandsaufnahme in einem CAFM-System zu implementieren, bietet eine gute Möglichkeit eine redundanzfreie Datenbasis für eine gezielte Gebäudebewirtschaftung zu schaffen. Diese Daten können dann auch für weitere Veränderungsmaßnahmen an der Immobilie herangezogen werden.

Weiterhin konnte die Problematik und die Bedeutung der Entkernung und der Entsorgung anhand mehrerer Projektanalysen mit Daten belegt werden. Auf eine Auflistung der einzelnen Einflussfaktoren wird an dieser Stelle verzichtet.

Im nachfolgenden Kapitel werden die in dieser Arbeit betrachteten Bereiche des raumbildenden Ausbaus hinsichtlich ausgewählter Kriterien beurteilt.

## 8 Bewertung nichttragender Trennwand- und Fußbodenunterkonstruktionen

### 8.1 Allgemeines

Die einzelnen Konstruktionsmöglichkeiten von nichttragenden Trennwand- und Fußbodenunterkonstruktionen, die in Kapitel 5.2 und 5.3 dargestellt wurden, sind hinsichtlich spezieller Anforderungen bei Baumaßnahmen im Bestand zu beurteilen. Maßgebende Einflussfaktoren wurden in Kapitel 7 bereits strukturiert dargelegt und bilden die Grundlage für die Auswahl der Kriterien und die anschließende Bewertung. Somit erhält der Nutzer eine Entscheidungsunterstützung für die Bewertung der einzelnen Konstruktionen von nichttragenden Trennwand- und Fußbodenunterkonstruktionen.

Bei der Entscheidung, einzelne Konstruktionen bzw. Bauteile im raumbildenden Ausbau einzusetzen, können grundsätzlich die in Abbildung 74 dargestellten Parameter Berücksichtigung finden.

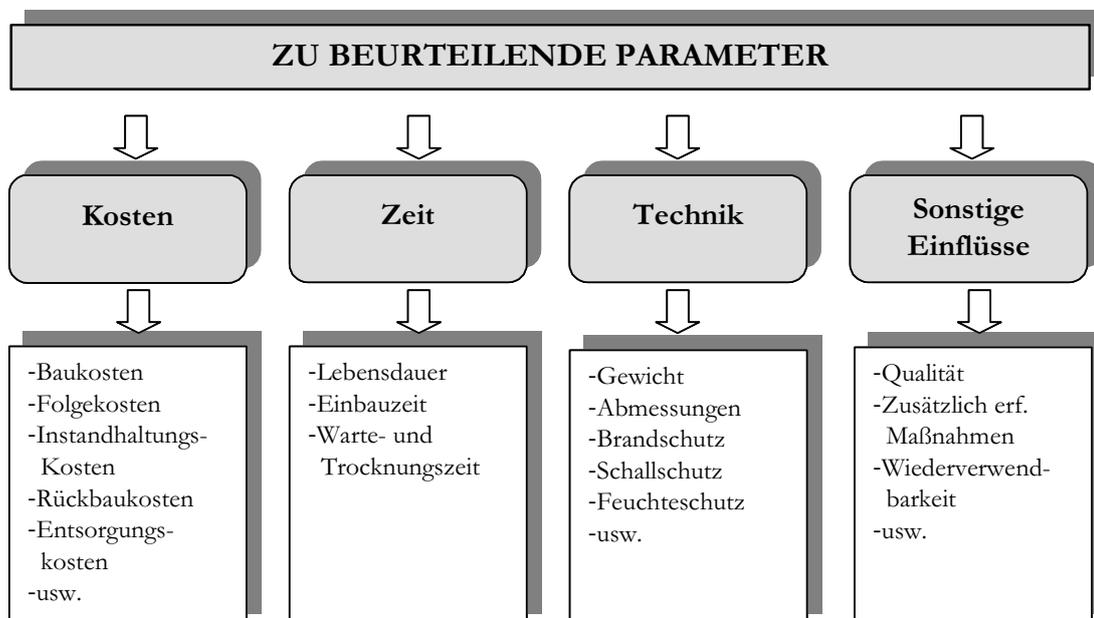


Abbildung 74 Mögliche Beurteilungskriterien für den Einsatz bzw. die Auswahl einzelner Konstruktionen

Bei den in Abbildung 74 genannten Parametern ist zu berücksichtigen, dass nicht bei jeder Beurteilung alle aufgeführten Punkte zur Entscheidung herangezogen werden müssen.

Aufgrund der Besonderheit, dass die Raumaufteilung von Bürogebäuden häufigen Veränderungen unterliegt, wird im Speziellen zusätzlich eine kostenmäßige Beurteilung nichttragender Trennwandsysteme bei mehreren Veränderungen untersucht. Bei Fußbodenunterkonstruktionen ist dieser Ansatz nicht zielführend, da dort bei Veränderungsmaßnahmen in der Regel geänderten Nutzungsanforderungen Rechnung getragen werden muss und das gleiche System selten wieder eingebaut wird.

In den daran anschließenden Kapiteln wird eine abschließende Bewertung der verschiedenen nichttragenden Trennwand- und Fußbodenunterkonstruktionen hinsichtlich ausgewählter Beurteilungskriterien, die für das „Bauen im Bestand“ relevant sind, vorgenommen.

## **8.2 Investitionskostenrechnung zur Beurteilung nichttragender Trennwandsysteme bei mehreren Veränderungsmaßnahmen**

Wie bereits beschrieben wird die Raumaufteilung häufig durch das Einziehen und Wegnehmen von nichttragenden Trennwandsystemen bei der Nutzung von Bürogebäuden verändert. In diesem Kapitel sollen anhand von Firmenbefragungen für das in Kapitel 7.2 beschriebene Musterprojekt die Bau-, Rückbau- und Wiederaufbaukosten für verschiedene Trennwandsysteme untersucht werden. Bei der Untersuchung wurden eine GK-Ständerwand, eine verputzte Mauerwerkswand, eine Schalenwand und eine Monoblockwand berücksichtigt. Die Umfrage wurde im Jahr 2001 durchgeführt. Es wurden Marktpreise erfragt, die aus Sicht des Bauherrn, Generalunternehmers oder Investors, als Baukosten bezeichnet werden können. Die ermittelten Werte unterliegen sowohl nachfrage- als auch regionalbedingt gewissen Schwankungen.

Die Untersuchungen können für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, eine aktive Immobilienbewirtschaftung und für Alternativvorschläge bei Ausschreibungen herangezogen werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Bau- und Rückbaukosten nichttragender Trennwandsysteme, die anhand von Unternehmensbefragungen ermittelt worden sind. Die Rückbaukosten verstehen sich bei nicht wiederverwendbaren Wandkonstruktionen inklusive der Entsorgung.

	GK-Ständerwand, einfach beplankt,	Mauerwerkswand, d = 11,5 cm, Gasbeton geklebt und verputzt	Schalenwand mit einklemmbaren Metallschalen	Monoblockwand, Bsp.: System Ritterwand
Baukosten	57 €/m <sup>2</sup>	93 €/m <sup>2</sup>	94,50 €/m <sup>2</sup>	101 €/m <sup>2</sup>
Rückbaukosten	27,50 €/m <sup>2</sup>	27 €/m <sup>2</sup>	16,50 €/m <sup>2</sup>	23,50 €/m <sup>2</sup>

Abbildung 75 Bau- und Rückbaukosten für verschiedene nichttragende Trennwände

Basierend auf den bisherigen Erkenntnissen werden am Beispiel von nichttragenden Trennwandsystemen die Investitionskosten der verschiedenen Systeme über einen längeren Betrachtungszeitraum gegenübergestellt.

### Investitionsrechenverfahren

Investitionsrechenverfahren lassen sich in statische und dynamische Verfahren untergliedern. Bei den statischen Verfahren wird nur ein Jahr der Nutzungsdauer einer Investition betrachtet und dieser Wert wird als kennzeichnend für die ganze Investition angenommen. Bei den dynamischen Verfahren hingegen erfolgt eine Gesamtbetrachtung, bei der Ausgaben und Einnahmen einer Investition über den betrachteten Nutzungszeitraum erfolgt.

Zu den traditionellen dynamischen Verfahren, für die hier anvisierten Zwecke, zählen:

- Kapitalwertmethode
- Interne Zinsfußmethode
- Annuitätenmethode

Es ist bei der Auswahl eines geeigneten Verfahrens darauf zu achten, dass alle Kosten in Abhängigkeit ihres zeitlichen Eintreffens gewichtet, in die Berechnung eingehen. Die genannten Verfahren ermöglichen es, die Ein- und Auszahlungsströme von Einzelinvestitionen auf den Beginn des Betrachtungszeitraumes zu diskontieren. Im Falle der hier betrachteten Baukosten existieren keine Einzahlungen.

Grundsätzlich sollte eine Investitionsentscheidung auf Grundlage der in der Summe niedrigsten Kosten am Ende des Betrachtungszeitraums getroffen werden.

Als geeignetes Instrument zur Berechnung der Investitionskosten bietet sich somit das dynamische Verfahren der Kapitalwertmethode an. Bei diesem Verfahren können alle Ausgaben auf den Kalkulationszeitpunkt abgezinst werden.

Mathematisch stellt sich die Kapitalwertmethode folgendermaßen dar:

Berechnung des Kapitalwertes eines einzelnen Kostenbetrages:

$$C_o = C_n \times (1+r)^{-n}$$

$C$  = Kapitalwert       $o$  = Basiszeitpunkt  
 $r$  = Zinssatz       $n$  = Zeitpunkt des Kostenanfalls

Berechnung des Kapitalwertes mehrerer in unregelmäßiger Reihenfolge anfallender Kostenbeträge ( $C_t$ ):

$$C_o = \sum_{t=1}^n C_t \times (1+r)^{-t}$$

$C_t$  = Kostenbetrag       $t$  = Zeitpunkt des Kostenanfalls  
 $n$  = Zeitpunkt des letzten Kostenanfalls

Für die Vergleichsrechnung werden die ermittelten Werte des Musterprojekts aus Kapitel 7.2 herangezogen. Für die Berechnung müssen weiterhin gewisse Parameter festgelegt werden, die in großen Teilen den Ergebnissen der durchgeführten Untersuchungen entsprechen.

Eine wichtige Größe neben den Veränderungsintervallen ist die Festlegung des Kalkulationszinsfußes, der von entscheidender Bedeutung für die Investitionsrechnung ist. Die Wahl des Kalkulationszinssatzes ist ein schwieriges Unterfangen. Die Zinsentwicklungen sind veränderlich und ungewiss. Für die Wahl des Zinssatzes unterscheidet Brandt drei verschiedene Ansätze:

**Kapitalzins:** Der Kalkulationszinsfuß orientiert sich hier an den Kapitalkosten für Fremdkapital sowie am Verhältnis zwischen Eigenkapital und Fremdkapital.

**Normalzins:** Unter Normalzins kann die unter normalen Verhältnissen erwartete Verzinsung des Kapitaleinsatzes verstanden werden. Dies beinhaltet die objektiven Marktgegebenheiten, die Gewinnforderungen des Investors und die Finanzierungskosten.

**Ausnahmezins:** Beim Ausnahmezins können noch Zuschläge für besondere Risiken Berücksichtigung finden. Auch Abschläge sind weiterhin denkbar.

Brandt favorisiert aus diesen Möglichkeiten die Auswahl des Normalzinses, da dieser die Stetigkeit und Vergleichbarkeit der Investitionsbeurteilung begünstigt. Für diese Untersuchung schließt sich der Verfasser dieser Meinung an. Im Einzelfall kann auch einer der anderen angebotenen Zinssätze als Wahl durchaus sinnvoll sein. In der hier vorgestellten Rechnung wird ein Zinssatz von 5% berücksichtigt.

Festlegung der Parameter:

- Als Zinssatz findet der Wert von 5% Berücksichtigung.
- Nach durchschnittlich 11,8 Jahren werden die einzelnen Trennwandsysteme versetzt bzw. verändert (Ergebnis aus Kapitel 3.2.6).
- Der Betrachtungszeitraum wird zunächst mit 47,2 Jahren angesetzt.

- Steuerliche Aspekte werden vernachlässigt.
- Für den Wiederaufbau der Systeme werden die ermittelten Zuschläge aus der durchgeführten Untersuchung berücksichtigt.
- Politische Einflussnahmen auf zu entrichtende Entsorgungsgebühren werden idealisierend vernachlässigt.
- Der Baupreisindex wird mit jährlich 3% festgelegt.

In der folgenden Abbildung 76 werden die unter Zuhilfenahme der Kapitalwertmethode gefundenen Ergebnisse der betrachteten Trennwandsysteme als übersichtliches Balkendiagramm aufgeführt.

Abbildung 76 zeigt die Ergebnisse der durchgeführten Berechnung.

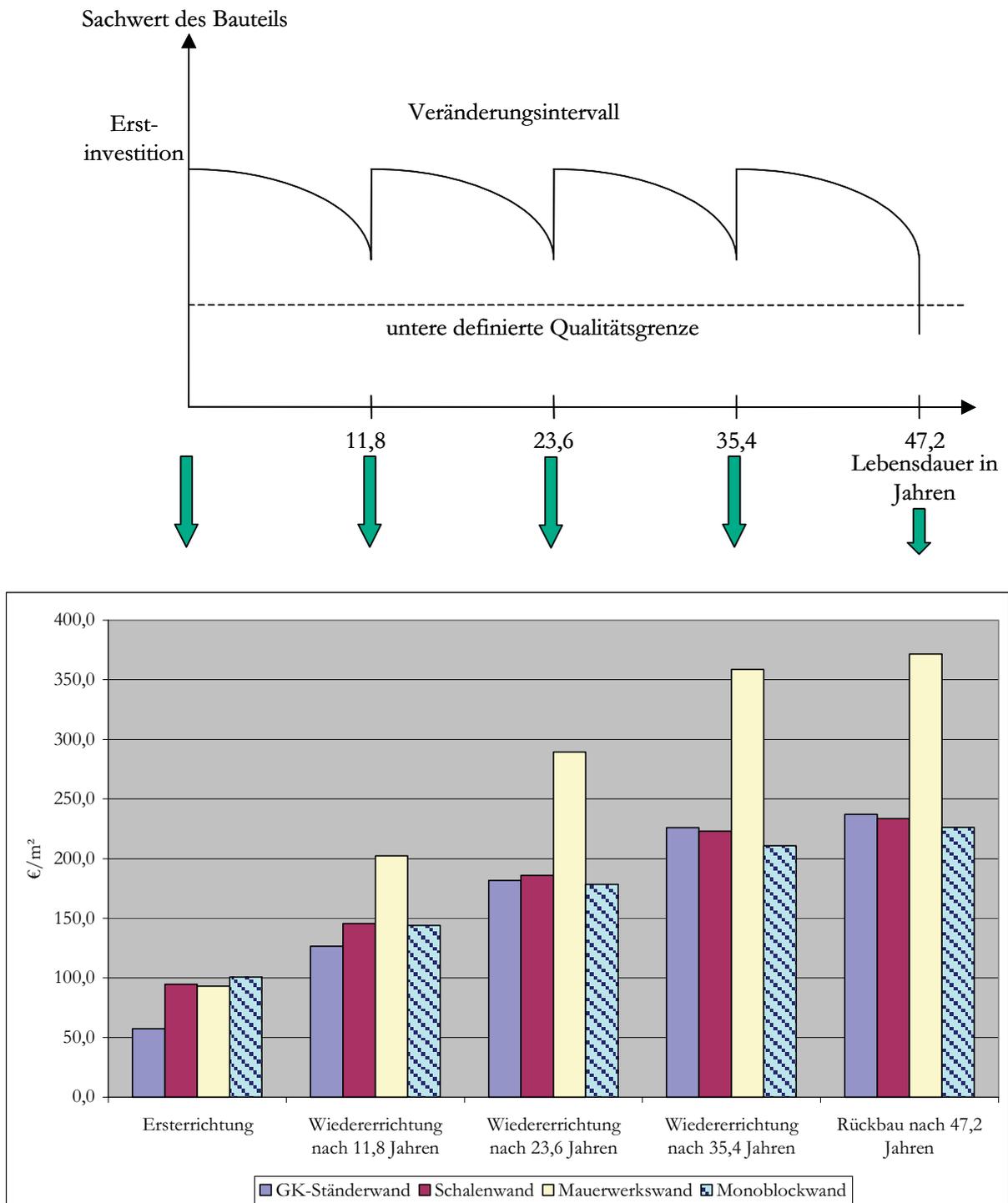


Abbildung 76 Investitionskosten von Trennwandsystemen auf Basis der gewählten Parameter bei verschiedenen Betrachtungszeiträumen

	GK-Ständerwand	Schalenwand	Mauerwerkswand	Monoblockwand
<b>Ersterrichtung in €/m<sup>2</sup></b>	<b>57,3</b>	<b>94,6</b>	<b>93,1</b>	<b>100,7</b>
Rückbaukosten nach 11,8 Jahren	22,0	13,0	21,6	18,7
Wiedererrichtung	47,3	37,9	87,6	24,5
<b>Summe Wiedererrichtung nach 11,8 Jahren in €/m<sup>2</sup></b>	<b>126,5</b>	<b>145,5</b>	<b>202,3</b>	<b>143,9</b>
Rückbaukosten nach 23,6 Jahren	17,5	10,4	17,2	14,9
Wiedererrichtung	37,6	30,2	69,8	19,5
<b>Summe Wiedererrichtung nach 23,6 Jahren in €/m<sup>2</sup></b>	<b>181,7</b>	<b>186,1</b>	<b>289,3</b>	<b>178,3</b>
Rückbaukosten nach 35,4 Jahren	14,0	12,9	13,7	11,9
Wiedererrichtung	30,3	24,1	55,6	20,5
<b>Wiedererrichtung nach 35,4 Jahren in €/m<sup>2</sup></b>	<b>225,9</b>	<b>223,1</b>	<b>358,6</b>	<b>210,7</b>
Rückbaukosten nach 47,2 Jahren	11,1	10,3	13,0	11,6
<b>Gesamtkosten nach 47,2 Jahren in €/m<sup>2</sup></b>	<b>237,0</b>	<b>233,4</b>	<b>371,6</b>	<b>222,3</b>

Abbildung 77 Investitionskosten von Trennwandsystemen auf Basis der gewählten Parameter (diskontiert)

In der Abbildung werden die einzelnen Trennwandsysteme und deren Investitionskosten bei verschiedenen Nutzungszeitpunkten gegenübergestellt. Die in der Abbildung 76 unter zu Hilfenahme der Kapitalwertmethode ermittelten Ergebnisse der Investitionskosten zeigen, dass die Mauerwerkswand die mit Abstand teuerste Variante darstellt. Bei diesem System fallen bei einer Veränderung der Raumaufteilung, neben den Rückbau- auch immer die Entsorgungskosten an. Die beiden betrachteten Systemwände (Schalenwand und Monoblockwand) spielen ihre Vorteile bei mehrmaligem umsetzen aus. Bei einem Versetzen fallen bei diesen Systemen keine Entsorgungskosten an, da diese wiederverwendet werden können. Nach dreimaligem Versetzen stellen diese Systeme die preiswertesten Varianten dar. Anpassarbeiten, architektonische und gestalterische Aspekte sind bei der Betrachtung allerdings noch zusätzlich zu berücksichtigen. Bedingt durch die niedrigen Baukosten zeichnet sich die GK-Ständerwand bei einem kurzen Betrachtungszeitraum durch niedrige Investitionskosten aus. Bei einem Betrachtungszeitraum von 35,4 Jahren verschiebt sich das Ergebnis allerdings zu Gunsten der Systemwände, die dann niedrigere Investitionskosten im Vergleich zu der GK-Ständerwand aufweisen.

Zusammenfassend kann ausgesagt werden, dass die Gesamtinvestitionskosten der Systemwände und der GK-Ständerwand über einen längeren Zeitraum betrachtet, zwar unterschiedlich, aber trotz starker Schwankungen der Bau-, Wiederaufbau- und Rückbaukosten

nicht sehr stark voneinander abweichen. Die Mauerwerkswand hingegen unterscheidet sich bei den Gesamtinvestitionskosten doch sehr stark von den anderen Trennwandsystemen. Über einen längeren Zeithorizont betrachtet, stellt diese Konstruktionsvariante mit Abstand die teuerste dar. Die Auswertung verdeutlicht signifikant, dass Systemwände zwar höhere Baukosten bei der ersten Erstellung aufweisen, aber in der Summe bei häufigen Veränderungen der Raumaufteilung kostengünstiger sein können.

Die aufgeführte Berechnung bietet eine Grundlage, auf deren Basis unter Berücksichtigung der eigenen Eingangsparameter Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen angestellt werden können. Wichtig für die Berechnung ist vor allem die voraussichtliche Dauer der Veränderungszyklen, die das Ergebnis stark beeinflussen kann.

## **8.3 Abschließende Beurteilung nichttragender Trennwandkonstruktionen**

### **8.3.1 Allgemeines**

Jedes der betrachteten nichttragenden Trennwandsysteme besitzt hinsichtlich der einzelnen Anforderungen Vor- und Nachteile. Eine allgemeingültige Standardempfehlung kann aus diesem Grund nicht gegeben werden.

Zunächst sollte eine Festlegung der zu bewertenden Kriterien vorgenommen werden. Als wichtige Beurteilungskriterien werden die Baukosten sowie die Rückbau- und Entsorgungskosten angesehen. Ähnliches gilt für die Beurteilung der Wiederverwendungsmöglichkeit bzw. Umsetzbarkeit des Trennwandsystems. Können Systeme wiederverwendet werden, so fallen bei Veränderungen der Raumaufteilung keine zusätzlichen Entsorgungskosten an, da das gleiche System an anderer Stelle wieder eingebaut werden kann. Des Weiteren wird die Warte- und Trocknungszeit bewertet, da dieses Kriterium unter speziellen Randbedingungen, wie z.B. engen Terminvorgaben, den Ausschluss einzelner Wandsysteme bedingen kann.

### **8.3.2 Einschalige nichttragende Trennwandsysteme**

Bei diesem System, das aus gemauerten Steinen besteht, wird je nach Ausführung ein Putz und eine Tapete verarbeitet. Es besteht bei einigen Materialien auch die Möglichkeit der Ausführung als Sichtmauerwerk. Prinzipiell bleibt festzuhalten, dass beim Verputzen der Wand eine technologisch bedingte Wartezeit entsteht und weiterhin Baufeuchte in das Gebäude gelangt. Ein weiterer wichtiger Komplex ist das Gewicht der Wandkonstruktion, das je nach Wanddicke und Material hinsichtlich der statischen Voraussetzungen des Gebäudes und der Einbaumöglichkeit zu prüfen ist.

Die Wiederverwendungsmöglichkeit dieses Wandsystems ist nicht gegeben. Der Rückbau solcher Wandsysteme kann mit handgeführten Werkzeugen, wie Elektro- oder Hydraulikmeißel durchgeführt werden. Bei Trennwänden aus mineralischem Material ist davon auszugehen, dass die Entsorgungskosten der rückgebauten Materialien als kostengünstig einzustufen sind. Für die abschließende Bewertung wird eine gemauerte und verputzte Trennwand mit Tapete herangezogen.

### **8.3.3 Mehrschalige nichttragende Trennwandsysteme**

Ein Hauptvorteil dieser nichttragenden Trennwandsysteme besteht in der leichten und trockenen Bauweise. Es entsteht keine bzw. nur minimale Baufeuchte bei der Spachtelung einiger Systeme. Es muss i.d.R. kein Putz aufgetragen werden, wie bei anderen Systemen, weshalb kaum Wartezeiten entstehen. Eine Wiederverwendung ist bei fest eingebauten mehrschaligen nichttragenden Trennwandsystemen nicht möglich. Konstruktiv lassen sich diese Wandsysteme gut integrieren. Installationen, wie Elektro- und Rohrleitungen können einfach eingebaut werden. Für verschiedene Anforderungen wie Wandanschlüsse sind speziell entwickelte Sonderbauteile am Markt erhältlich. Es bleibt als Bewertung festzuhalten, dass sich diese Konstruktion bei Baumaßnahmen im Bestand in vielen Fällen aufgrund der vorher beschriebenen Argumente anbietet. Für die Bewertung dieses Wandsystems wird exemplarisch eine Gipskartonständerwand herangezogen.

Die Baukosten von GK-Ständerwänden in einfacher Ausführung können als niedrig eingestuft werden. Zu den Entsorgungskosten beim Rückbau ist anzumerken, dass dieses Wandsystem aus verschiedenen Materialfraktionen besteht, was sich ungünstig auswirkt, wenn keine Materialtrennung erfolgt. Werden die Materialien zusammen entsorgt, so sind die Entsorgungsgebühren von Baustellenabfällen zu entrichten. Vorteilhaft auf die Entsorgungskosten dieses Wandsystems wirkt sich das geringe Eigengewicht aus.

### 8.3.4 Umsetzbare nichttragende Trennwände

Bei diesem System ist als Hauptvorteil die Umsetzbarkeit bzw. Wiederverwendungsmöglichkeit zu nennen. Diesen Vorteil hat sowohl die Schalenwand als auch die Monoblockwand gemein. Diese Systeme können demontiert und an einer anderen Stelle des Gebäudes wieder aufgebaut werden. Für die Beurteilung werden Schalen- und Monoblockwand getrennt betrachtet. Im Regelfall ist bei diesen Systemen mit hohen Erstinvestitionskosten zu rechnen, was als nachteilig angesehen werden kann. Die Umsetzbarkeit wird von vielen Herstellern in den Vordergrund gestellt und bietet unter anderem eine Begründung für die hohen Investitionskosten. Zur Einbau- und Trocknungszeit dieser Wandsysteme ist anzumerken, dass diese aufgrund ihrer Vorfertigung im Herstellerwerk, auf der Baustelle nur noch montiert werden müssen, was einen Zeitvorteil beim Einbau bedingen kann. Eine ablaufbedingte Wartezeit aufgrund von Trocknungszeiten ist bei diesen Wandsystemen nicht zu berücksichtigen. Da die Wandflächen i.d.R. schon oberflächenfertig geliefert werden, müssen keine weiteren Arbeiten an der Oberfläche am Einbauort durchgeführt werden.

Bei der Umsetzbarkeit dieser Systeme sind die Aspekte der Lebensdauer aufgrund der gestellten Anforderungen aus Kapitel 3.2.4 zu berücksichtigen.

Der Beschaffungsprozess, bedingt durch die Vorfertigung im Herstellerwerk stellt eine Besonderheit bei diesen Wandsystemen dar, die terminlich zu integrieren ist. Dies bedeutet für die Planung einen bestimmten Vorlauf bzw. eine frühzeitige Festlegung. Kurzfristige Planungsänderungen sind hier im Vergleich zu einer gemauerten Wand oder einer GK-Ständerwand nur schwer möglich. Bei Umsetzungsvorgängen während der Nutzung des Gebäudes ist die Problematik der Anpassung zu berücksichtigen. Der Beschaffungsprozess zusätzlicher Bauteile nach vielen Jahren und die sich wandelnden ästhetischen Ansprüche zukünftiger Nutzer sollten bedacht werden.

Bei Veränderungen können diese Wandsysteme analog zu dem Einbau rückgebaut werden. Die Entsorgungskosten sind je nach eingesetztem Material, unterschiedlich hoch. Bei Monoblockwänden ist davon auszugehen, dass die Trennwandelemente aus mehreren unterschiedlichen Materialien zusammengesetzt sind, was sich negativ auf die Entsorgungskosten auswirkt. Schalenwände können beim Rückbau leichter in Unterkonstruktion und Wandelement getrennt werden.

### 8.3.5 Gesamtbeurteilung der betrachteten Trennwandsysteme

Die einzelnen zu bewertenden Kriterien der betrachteten Trennwandsysteme wurden in den jeweiligen Kapiteln bereits detailliert erläutert. Die abschließende Bewertung basiert auf den bisher angestellten theoretischen Überlegungen, Projektanalysen, Expertenbefragungen und den daraus gewonnenen Erkenntnissen. Diese Beurteilung darf nicht als absolute Größe verstanden werden, sondern muss vielmehr als relative Größe, die eine Beurteilung der Systeme untereinander darstellt, betrachtet werden.

<b>Beurteilung nichttragender Trennwandsysteme</b>	Einschalige Trennwand Bsp.: verputzte Mauerwerkswand	Mehrschalige Trennwand Bsp.: GK-Ständerwand	Umsetzbare Trennwand Bsp.: Schalenzwand	Umsetzbare Trennwand Bsp.: Monoblockwand
Baukosten	-	+	-	-
Trocknungszeit/ Wartezeit	-	o	+	+
Wiederverwendungsmöglichkeit/ Umsetzbarkeit	-	-	+	+
Rückbau- und Entsorgungskosten	-	-	o	o

- + = positive Beurteilung
- o = durchschnittliche Beurteilung
- = negative Beurteilung

Abbildung 78 Gesamtbeurteilung nichttragender Trennwandsysteme

## 8.4 Abschließende Beurteilung von Fußbodenunterkonstruktionen

### 8.4.1 Allgemeines

Bei Fußbodenunterkonstruktionen ist abschließend zu bewerten, inwieweit deren Einsatz bei baulichen Veränderungen an bestehenden Gebäuden hinsichtlich ausgewählter Kriterien sinnvoll möglich ist. Aufgrund der speziellen Anforderungen bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden wurden mehrere Bewertungskriterien zur Beurteilung herangezogen. Die Baukosten stellen eine maßgebende Größe zur Beurteilung eines Systems dar. Weiterhin sind die Beurteilungskriterien flexible Nutzung und Installationsmöglichkeit bei Bürogebäuden wichtige Entscheidungskriterien, welche es zu beurteilen gilt. Daneben wird eine Beurteilung hinsichtlich der anfallenden Rückbau- und Entsorgungskosten vorgenommen. Aufgrund der bereits beschriebenen häufig engen Terminvorgaben bzw. des Ziels der Minimierung der Bauzeit ist weiterhin eine Beurteilung der Trocknungszeit bei der Erstellung der einzelnen Systeme von großer Relevanz.

### 8.4.2 Estrichkonstruktionen

Bei dieser Art von Konstruktion ist bei der Planung und Ausführung zu berücksichtigen, dass diese nass eingebaut werden und eine längere Trocknungszeit als technologische Abhängigkeitsbeziehung vor der weiteren Bearbeitung mit einem Fußbodenoberbelag nötig ist. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass Feuchtigkeit in das Gebäude eingetragen wird. Somit bleibt festzuhalten, dass bei sehr engem Terminrahmen zu prüfen ist, ob diese Art der Unterkonstruktion sinnvoll einzusetzen ist. Im Rahmen einer Bewertung ist noch anzumerken, dass der Einbau witterungs- und temperaturabhängig ist und mit größeren Verschmutzungen zu rechnen ist. Der Faktor „Zeit“ spielt im Hinblick auf den Arbeitsablauf eine entscheidende Rolle. Wichtig hierbei ist der frühestmögliche Starttermin für das darauffolgende Anschlussgewerk. Die führenden Hersteller dieser Baustoffsparte haben dem Rechnung getragen und es gibt mittlerweile Produktionsentwicklungen mit sehr kurzen Trocknungszeiten. Es kommt hierbei auf den eingesetzten Estrich an. Es ist jedoch

festzuhalten, dass diese Sonderlösungen, die teilweise am Markt angeboten werden mit erhöhten Kosten zu bewerten sind, die die Kosten von Baumaßnahmen im Bestand im Vergleich zu Neubaumaßnahmen erhöhen. Bei der Beurteilung des Estrichs ist eine Unterscheidung zwischen den eingesetzten Estrichen zu machen. Ein Zementestrich, der bei Neubauten heute üblich ist, hat für Modernisierungsmaßnahmen viele ungünstige Eigenschaften. Dieser Estrich hat eine lange Trocknungszeit, eine langsame Erhärtung, einen hohen Feuchtegehalt, hohes Gewicht und ein großes Schwindmaß. Die beschriebenen Eigenschaften sind für Veränderungsmaßnahmen als ungünstig einzustufen. Besser geeignet ist hier ein Anhydritestrich, der nach ein bis zwei Tagen begangen werden kann. Gipshaltiger Anhydritestrich ist allerdings feuchteempfindlich und darf nicht ständig einwirkender Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Zur Trocknungs- und Wartezeit ist im Vergleich zu trocken einzubauenden Systemen festzuhalten, dass Estrichkonstruktionen diesbezüglich nachteilig zu bewerten sind.

Zum Installationsfreiraum dieser Konstruktionen muss man die verschiedenen Systeme getrennt betrachten. Ein monolithischer Hohlraumboden bietet einen großen Installationsfreiraum mit hoher Flexibilität, wohingegen ein schwimmender Estrich mit Unterflurkanalsystem einen weitaus geringeren Installationsfreiraum aufweist und auch nicht sehr flexibel nutzbar ist. Bei einer schwimmenden Estrichkonstruktion ohne Unterflurkanalsystem ist kein Freiraum für Installationen vorgesehen und eine flexible Nutzung ist somit bei diesem System nicht gegeben. Bei den Baukosten ist dieses System allerdings als sehr kostengünstig einzustufen. Das gleiche System mit Unterflurkanälen ist entsprechend teurer. Ein monolithischer Hohlraumboden liegt kostenmäßig zwischen der schwimmenden Estrichkonstruktion und dem Doppelboden.

### **8.4.3 Doppelboden und mehrschichtiger Hohlraumboden**

Ein Vorteil bei diesen Konstruktionsarten besteht darin, dass der Einbau trocken erfolgt. Wartezeiten der darauffolgenden Gewerke sind somit nicht nötig. Weiterhin wird keine Feuchte in das Gebäude eingetragen. Es ist zu prüfen, ob die benötigte Mindestaufbauhöhe ausgeführt werden kann. Im Rahmen einer Bewertung ist außerdem zu berücksichtigen,

dass diese „sauber“ d.h. im Vergleich zu Estrichkonstruktionen ohne größere Verschmutzungen eingebaut werden kann. Bei Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden hat dieser Aspekt großes Gewicht. Weiterhin kann diese Konstruktion witterungs- und temperaturunabhängig verlegt werden. Eine Doppelbodenkonstruktion stellt die teuerste Ausführungsvariante dar. Die sehr flexible Nutzungsmöglichkeit macht aber eventuell den Rückbau dieses Systems bei Veränderungen überflüssig, was sich positiv auf die Kosten, über einen längeren Nutzungszeitraum betrachtet, auswirkt. Die spätere Zugänglichkeit an jeder Stelle dieses Systems ist ein weiterer Vorteil. Ein mehrschichtiger Hohlraumboden mit Trockenestrich ist hinsichtlich der späteren Zugänglichkeit nicht so flexibel. Die Baukosten sind bei diesem System allerdings etwas niedriger, als eine Doppelbodenkonstruktion.

#### **8.4.4 Alternative Konstruktion mit Gussasphaltestrich**

Diese Konstruktion nimmt bei Bürogebäuden einen Randbereich ein, bietet aber im Vergleich zu Estrichkonstruktionen mehrere Vorteile. Ein schneller Einbau und eine sehr kurze Abbindezeit ermöglichen einen idealen Einsatzbereich bei engen Terminvorgaben. Weiterhin entsteht bei dieser Konstruktionsart kaum Baufeuchte. Es bleibt festzuhalten, dass diese Konstruktion gerade bei Baumaßnahmen im Bestand eine gute Alternativlösung darstellt.

#### **8.4.5 Gesamtbeurteilung der betrachteten Fußbodensysteme**

Aufbauend auf den bisher durchgeführten Untersuchungen der einzelnen Systeme werden hier anhand einer Matrix die einzelnen Beurteilungen der betrachteten Kriterien durchgeführt. Ein Vergleich der einzelnen Systeme untereinander ist hier übersichtlich möglich. Analog zu Abbildung 78 stellt die Beurteilung keine absolute Größe dar, sondern eine relative Größe, bei der die Systeme untereinander beurteilt werden.

Beurteilung der Fußbodenunterkonstruktionen	Schwimmender Estrich	Schwimm. Estrich mit Unterfurkanal	Hohlraumboden monolithisch	Hohlraumboden mehrschichtig	Doppelboden	Gussasphaltestrich
Baukosten	+	o	o	o	-	-
Freiraum für Installationen	-	o	+	+	+	-
Trocknungszeit/ Wartezeit	-	-	-	+	+	+
Spätere Zugänglichkeit	-	offen + geschl. -	o	o	+	-
Rückbau- und Entsorgungskosten	o	o	-	-*	-*	o

+ = positive Beurteilung

o = durchschnittliche Beurteilung

- = negative Beurteilung

\* = Entsorgungskosten i.d.R. hoch; Rückbaukosten niedrig

Abbildung 79 Gesamtbeurteilung verschiedener Fußbodenunterkonstruktionen

## 8.5 Zusammenfassende Darstellung

Die kostenmäßige Beurteilung der verschiedenen Trennwandsysteme verdeutlicht, dass eine isolierte Betrachtung der Ersterstellungskosten bei zeitlich längerfristigen Beurteilungen von Konstruktionen nicht zielführend ist. Es konnte anhand der Berechnungen ermittelt werden, dass bei häufigen Veränderungen der Raumaufteilung und somit einem häufigen Umsetzen der Wandsysteme, Systemwände kostenmäßig vorteilhaft sein können. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass umsetzbare Systeme, die normalerweise bereits oberflächenfertige Wandflächen aufweisen, nach mehrmaligem Umsetzen noch den gewünschten ästhetischen Anforderungen der Nutzer genügen müssen.

In der daran anschließenden Gesamtbeurteilung konnten, basierend auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Kapitel, die betrachteten Systeme hinsichtlich relevanter Kriterien für das „Bauen im Bestand“ bewertet werden.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können als Entscheidungsunterstützung für Investoren und Bauunternehmen, die auch Immobilien betreiben, herangezogen werden. Weiterhin können Bauunternehmen auf Basis der Überlegungen und Untersuchungen gezielt Sondervorschläge anbieten und somit einen Markt- und Wettbewerbsvorteil erzielen.

## 9 Zusammenfassung und Ausblick

Das „Bauen im Bestand“ stellt mittlerweile ein enorm großes Baumarktsegment dar. Der Bereich des raumbildenden Ausbaus, im Speziellen die nichttragenden Trennwand- und Fußbodenkonstruktionen, die häufigen Veränderungszyklen unterliegen, wurden in dieser Arbeit vertiefend untersucht. Die abschließende Bewertung der einzelnen Systeme hinsichtlich verschiedener Kriterien bei Baumaßnahmen an bestehenden Bürogebäuden kann für eine Beurteilung bei Veränderungsmaßnahmen herangezogen werden.

In Kapitel 2 wurden die Grundlagen für die weitere Behandlung dieses Themenkomplexes geschaffen. Um eine Einheitlichkeit zu erhalten wurden wichtige Begrifflichkeiten erläutert und definiert.

Für die weitergehende Betrachtung war die Kenntnis von Bedeutung, wie häufig Veränderungsmaßnahmen des raumbildenden Ausbaus bei Bürogebäuden durchgeführt werden. Um hier zu Erkenntnissen zu gelangen, wurden eine Telefonumfrage, eine Datenauswertung bei einer Immobilienfondsgesellschaft und mehrere Expertenbefragungen durchgeführt. Als Ergebnis wurde hierbei festgehalten, dass die technische Lebensdauer der einzelnen Materialien und Bauteile häufig nicht entscheidend für eine Veränderung ist. Einflüsse wie Mode, Trends, Büroorganisation, Mieterwechsel, wirtschaftliche Lebensdauer usw. spielen hingegen eine viel größere Rolle.

Kapitel 4 befasst sich mit der Kostenstruktur der Herstellung von Bürogebäuden. Anhand mehrerer Datenauswertungen wurde dargelegt, wie hoch der durchschnittliche Anteil der Bauwerkskosten der Bereiche raumbildender Ausbau, Rohbau, TGA und Gebäudehülle bei Bürogebäuden ist. Anhand einer Beispielrechnung gelangt man zu dem Ergebnis, dass die Kosten des raumbildenden Ausbaus und der TGA über die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes im Vergleich zu den Kosten des Rohbaus einen enormen Anteil aufweisen. Der hohe Kostenanteil des raumbildenden Ausbaus und der TGA liegt darin begründet, dass

diese während der Nutzungsdauer des Gebäudes häufigen Veränderungen unterzogen werden.

In Kapitel 5 wurden Grundlagen zum Ausbauprozess und die verschiedenen Systeme von Fußbodenunterkonstruktionen und nichttragenden Trennwandsystemen erläutert. Diese bilden das Fundament für die nachfolgenden baubetrieblichen Untersuchungen.

Anhand der Detailanalysen des Erstellungsprozesses in Kapitel 6 wurde herausgearbeitet, wie der Bauablauf einzelner Systeme durchgeführt werden kann. Des Weiteren wurden exemplarisch die Interdependenzen der einzelnen Bauteile beim Erstellungsprozess untereinander erarbeitet und dargestellt. Die Kenntnis verschiedener Bauablaufvarianten ermöglicht es dem Leser dieser Arbeit bei Veränderungsmaßnahmen die Terminplanung und Koordinierung der einzelnen Gewerke gezielter durchzuführen. Es werden somit Grundlagen zu diesem, in der Literatur bisher nur wenig erarbeiteten Themenkomplex, gelegt.

Ein weiterer Kernpunkt der Arbeit liegt in der strukturierten Darstellung möglicher Einflussfaktoren auf die Kosten bei Baumaßnahmen im Bestand, die in Kapitel 7 abgehandelt wurden. Anhand der Projektanalysen und Expertenbefragungen konnten wesentliche Einflüsse dargelegt werden. Für die Beurteilung von zu planenden und kalkulierenden Projekten können die Einflüsse, auch wenn diese nur schwer quantifizierbar und projektspezifisch zu beurteilen sind, herangezogen werden. Anhand eines konkreten Musterprojekts konnten die Einflussfaktoren auf die Kosten für nichttragende Trennwandsysteme und prozentuale Kostenunterschiede erarbeitet werden. Die Erkenntnisse führen zweifellos zu einer fundierteren Beurteilung von Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden. Die vorgestellten Faktoren liefern somit einen Beitrag zur Erfassung möglicher Risiken, die Einfluss auf die anfallenden Kosten haben.

Im letzten Abschnitt der Arbeit wurde unter Berücksichtigung der Ergebnisse der vorherigen Kapitel eine zusammenfassende Bewertung der betrachteten Konstruktionen des raumbildenden Ausbaus durchgeführt. Zur Bewertung wurden maßgebende Kriterien

für das „Bauen im Bestand“ herangezogen. Anhand dieser Bewertung können die einzelnen Konstruktionen untereinander qualitativ beurteilt werden. Anhand einer Vergleichsrechnung mit den gewonnenen Erkenntnissen, konnte eine Beurteilung verschiedener Trennwandsysteme über einen längeren Betrachtungszeitraum vorgenommen werden.

Grosses Interesse an diesem Themenkomplex ist mittlerweile auch in der Bauindustrie erwacht, die erkannt hat, dass dieser Bereich ein großes Marktsegment bietet.

Neben den in der Arbeit neu gewonnenen Erkenntnissen liefert diese Untersuchung auch Ansatzpunkte für weitere baubetriebliche Forschungsthemen. Es bieten sich aus Sicht des Verfassers konkret die folgenden Themenbereiche hierfür an:

- Entwicklung von Detailanalysen des Bauablaufs für weitere Bauteile von Bürogebäuden.
- Zusätzliche Zeitaufnahmen zur Ermittlung von weiteren Aufwandswerten für einzelne Entkernungstätigkeiten.
- Durchführung weiterer Projektanalysen zur Erweiterung des bisher erhobenen Datenmaterials und zur Überprüfung der ermittelten Werte.
- Integration der gewonnenen Erkenntnisse von nichttragenden Trennwandsystemen und Fußbodenunterkonstruktionen für ein ganzheitliches Gebäudebewirtschaftungskonzept von Bürogebäuden.



## 10 Literaturverzeichnis

Ahrend, C.: Altbausanierung -Leitfaden zur Erhaltung und Modernisierung alter Häuser-, Stuttgart: Deutsche Verlags Anstalt 1993

Arbeitsgemeinschaft Abfallberatung Unterfranken: Der umweltverträgliche Betrieb -Bau-  
branche-, Eigenverlag 2000

Architektenkammer Hessen (Hrsg.): Bauen im Bestand, Informationsreihe für Hessische  
Architekten Nr. 17, Eigenverlag 1996

Bauer, H.: Baubetrieb 1 und 2, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 1992

Becker; Pfau; Tichelmann: Trockenbau-Atlas, Grundlagen und konstruktive Details, Köln:  
R. Müller 1996

Böker, H.: Trockenbaupraxis mit Gipskartonplatten-Systemen, Köln: R. Müller 1983

Brüssel, W.: Baubetrieb von A-Z, Düsseldorf: Werner-Verlag 1998

Bubenik, A.: Die Fassade und ihr Einfluss auf die schlüsselfertige Bauausführung,  
Dissertation, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2001

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.): Kostendämpfung  
durch vergleichende Untersuchungen baubetrieblicher Verfahren für den Rückbau bzw.  
Umbau von Wohngebäuden, Stuttgart: IRB-Verlag

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.): Recyclinggerechte  
Bauweisen im Innenausbau, Stuttgart: IRB-Verlag

Bundesminister für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.): Modernisierungshandbuch für Architekten, Bonn 1981

Bunk, S.; Ebner, T.: Die Planung und Durchführung der Entkernung eines mit Schadstoffen belasteten Gebäudes, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2000

Busch, A.: Planungswirksamkeit von Kostenentscheidungen am Beispiel von Bürogebäuden, Dissertation 1993

Dietz, H.: Untersuchung der Herstell- und Rückbaukosten verschiedener nichttragender Trennwandsysteme; Diplomarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2001

Dittert; L.; Schmitt: Altbaumodernisierung aus einer Hand, Eschborn: RKW-Verlag 1999

Frick; Neumann; Weinbrenner: Baukonstruktionslehre Teil 1 und 2, 31. Auflage, Stuttgart: Teubner Verlag 1997

Frühauf, H.: Qualitätsverbesserung im Schlüsselfertigen Hochbau, Schriftenreihe des Instituts für Baubetriebslehre der Universität Stuttgart Band 40, Dissertation, Expert-Verlag 1998

Gabler-Wirtschafts-Lexikon, Taschenbuch-Kassette mit 8 Bänden; 13. Auflage; Wiesbaden: Gabler 1993

Geiselhart, W.; Ebner, T.: Die Planung und Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen bei Bürogebäuden, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1998

Gewiese, A.: Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Berlin: Ernst & Sohn Verlag 1998

Gottschalk, O.: Verwaltungsbauten: flexibel – kommunikativ – nutzerorientiert 4. Auflage, Wiesbaden, Berlin: Bauverlag 1994

Hauptverband der deutschen Bauindustrie e.V. und Zentralverband des Baugewerbes e.V. (Hrsg.): Kosten- und Leistungsrechnung der Bauunternehmen, 5. Auflage, Berlin: Bauverlag 1990

Hoffmann; Kremer: Zahlentafeln für den Baubetrieb 5. Auflage, Stuttgart, Leipzig: Teubner Verlag 1999

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), Textausgabe mit Stichwortverzeichnis 5. Auflage, Stuttgart 1996

Itt, T.; Mayer, D.: Umbau von Büroräumen, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1999

Kastner, R. H: Gebäudesanierung- Analyse, Planung, Durchführung, München: Callwey 1983

Klaus, P.; Krieger, W.: Gabler-Lexikon Logistik: Management logistischer Netzwerke und Flüsse, Wiesbaden: Gabler 1998

Klärner; Schwörer: Qualitätssicherung im Schlüsselfertigen Bauen, Hrsg.: Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, Wiesbaden 1992

Klingenberger, J.; Ebner, T.: Die Planung und Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen bei Bürogebäuden, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2000

Kohler: Recyclingpraxis Baustoffe, 2. Auflage, Köln: TÜV Rheinland 1994

Kornardt, O. (Hrsg.): Gebäude von morgen, Forschungsbericht, Düsseldorf: Beton-Verlag 1997

Krampe, H.; Lucke, H.-J.: Grundlagen der Logistik, München: Huss-Verlag 1993

KURT, Kostenorientierte unverbindliche Richtpreistabellen, München: Heinrich-Vogel-Verlag 1995

Landua, T.: Untersuchung der genehmigungsrechtlichen Seite bei Modernisierungs- bzw. Umbaumaßnahmen, Diplomarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1999

Langner, J.; Ebner, T.: Der Einfluss der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) bei Modernisierungs- bzw. größeren Renovierungsmaßnahmen bei Bürogebäuden, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2001

Langner J.: Untersuchungen der Herstell- und Rückbaukosten verschiedener Fußbodensysteme, Diplomarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2001

Mainka, T.: Die optimale baubetriebliche Abwicklung schlüsselfertiger Bauvorhaben hinsichtlich Organisation und Produktionstechnik dargestellt am Beispiel der raumauskleidenden Ausbauarbeiten, Dissertation, Dortmund 1988

Mayer, D.: Entscheidungshilfe für die Beurteilung von Fußbodensystemen im Hochbau, Dissertation, TU-Darmstadt, Berlin: Mensch-und-Buch-Verlag 2000

Mayer, D.; Loschert, P.: Einbindung der Ausbauarbeiten im SFB, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1995

Mehrholz, A.; Mayer, D.: Analyse der Mehrkosten bei Fußbodenaufbauten durch nachträglichen Ausbau, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1998

Merkel, C.; Ebner, T.: Kostenvergleich im Ausbaubereich und der TGA bei Modernisierungen und größeren Renovierungen im Vergleich zum Neubau bei Bürogebäuden, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1998

Meyer-Bohe: Gebäudeerneuerung – Altbaumodernisierung und –sanierung, Kissing: WEKA-Verlag 1986

Meyer-Bohe: Umbauten - Alternativen zum Neubau, Stuttgart: Deutsche Verlags Anstalt 1991

Mosler, F: Wirtschaftliche Instandhaltung von Betonaußenbauteilen, Dissertation, TH-Darmstadt, Erlangen: Expert-Verlag, 1995

Motzko, C.: Schlüsselfertigbau I, Skriptum zur Vorlesung, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2000

Nävy, J.: Facility Management, 2. Auflage, Berlin: Springer Verlag 1998

Nagel; Götting; Hänel; Wagner: Ausbauprozesse, Berlin: Verlag für Bauwesen 1990

Neddermann, Rolf: Kostenermittlung von Bauerneuerungsmaßnahmen, Dissertation, Stuttgart: Institut für Bauökonomie 1994

Nehm; Neubauer; Riering; Seidel: Gebäudekosten 1997, Baupreistabellen Teil 1 und 2, Stuttgart: R. Müller Verlag 1996

Platzer, L.: Tarifverträge Arbeitsrecht Bau 1998/99, Stamsried: Verlag Ernst Vögel 1998

Pott; Dahlhoff; Kniffka: HOAI, Kommentar 7. Auflage, Köln-Braunsfeld: R. Müller Verlag 1996

Racky, P.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe zur Festlegung der Vergabeform, Dissertation, TH-Darmstadt: VDI Verlag 1997

REFA-Verband (Hrsg.): REFA in der Baupraxis Teile 1 bis 4, Frankfurt am Main: ztv-Verlag 1984

Rösel, W.: Baumanagement 3. Auflage, Berlin: Springer-Verlag 1994

Schenke, M.: Die Logistik des Materialtransports bei Modernisierungsmaßnahmen, Diplomarbeit TU Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1999

Schleidt, M.: Untersuchung der Termin- und Ablaufplanung eines konkreten Projekts mit Beurteilung der Terminplanung, Diplomarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1998

Schmitz, H.: Baugewerbe und Altbaumodernisierung – Der Markt von heute und morgen, Hrsg. RG-Bau, Köln: R. Müller 1988

Schmitz, H.; Böhning, J.; Krings, E.: Konstruktionsempfehlungen, Altbaumodernisierung im Detail, Köln: R. Müller 1991

Schmitz, H.: Planen und Bauen im Bestand, Stuttgart: Forum-Verlag

Schmitz; Krings; Dahlhaus; Meisel: Baukosten -Instandsetzung/ Sanierung/ Modernisierung/ Umnutzung-, 10. Aufl., Essen: Verlag für Wirtschaft und Verwaltung, Wingen 1995

Schneider, C.; Ebner, T.: Untersuchung nichttragender Innenwände im Hinblick auf flexible Nutzung, Schnittstellenproblematik, Umsetzbarkeit und Rückbaumöglichkeit, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1999

Schneider, C.: Untersuchung der Herstell- und Rückbaukosten verschiedener nichttragender Innenwandsysteme und deren Rückbautechniken, Diplomarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1998

Schröder, E.: Die Strukturierung von integrierten EDV-Systemen in der Planung, Realisation und Bewirtschaftung von baulichen Objekten, Dissertation, Eigenverlag 1994

Schubert, E.: Textbuch I & II, Skriptum zur Vorlesung, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb, Eigenverlag 1998

Schubert, E.: Die Erfassbarkeit des Risikos der Bauunternehmung bei Angebot und Abwicklung einer Baumaßnahme, Dissertation, Düsseldorf: Werner-Verlag 1971

Schubkegel, S.; Ebner, T.: Lebensdauern von Materialien im Ausbaubereich, Vertieferarbeit TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 1998

Silbe, K.: Wirtschaftlichkeit kontrollierter Rückbauarbeiten, Dissertation, TH-Darmstadt, Berlin: Mensch-und-Buch-Verlag 1999

Simons, K.: Kostendämpfung durch vergleichende Untersuchungen baubetrieblicher Verfahren für den Rückbau bzw. Umbau von Wohngebäuden, Forschungsbericht des Instituts für Baubetrieb der TU Braunschweig im Auftrag des BMBF, Bonn 1987

Sommer, H.: Projektmanagement im Hochbau 2. Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 1998

Stahr, M.: Praxiswissen Bausanierung, Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag 1999  
sto Handbuch: Altbaumodernisierung/ Modernisierung, Eigenverlag 2000

Tichelmann, K.: Altbausanierung und Modernisierung: Zur Instandsetzungsmethodik von Bauwerken mit tragenden Holzkonstruktionen, Skriptum Teil 1, TH-Darmstadt, Fachgebiet Holzbau und Versuchsanstalt für Trockenbau

Vogels, M.: Grundstücks- und Gebäudebewertung Marktgerecht, Wiesbaden: Bauverlag 1989

Wendehorst, M.: Bautechnische Zahlentafeln 26. Auflage, Stuttgart: Teubner Verlag 1994

Willkomm: Abbruch und Recycling (Projekt 52202), RKW-Verlag 1990

Zeller, R.; Ebner, T.: Einteilung von Gebäuden in Baualtersklassen und Erarbeitung typischer Bauschadenspunkte des raumbildenden Ausbaus, Vertieferarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2000

Zeller R.: Untersuchungen zur Modernisierungshäufigkeit und technische Gebäudebeurteilung von Bürogebäuden am Beispiel einer Immobilienfondsgesellschaft, Diplomarbeit, TU-Darmstadt, Fachbereich Bauingenieurwesen, Institut für Baubetrieb 2001

## Anlage I Fußbodenunterkonstruktionen

### I.1 Fußbodenunterkonstruktionen aus Estrich

Abhängig von den Anforderungen gibt es verschiedene Ausführungsmöglichkeiten von Fußbodenunterkonstruktionen aus Estrich. Prinzipiell lassen sich die einzelnen Ausführungsmöglichkeiten nach folgenden Kriterien sinnvoll einteilen.<sup>75</sup>

- Einteilung nach dem verwendeten Bindemittel  
(z.B. Anhydritestrich, Zementestrich, Magnesiaestrich, Gussasphaltestrich, Kunstharzestrich)
- Einteilung nach der Verlegeart  
(Verbundestrich, Estrich auf Trennschicht, Estrich auf Dämmschicht)
- Einteilung nach besonderen Anforderungen  
(Heizestrich auf Dämmschicht, Estrich auf Hohlraumboden, Industrieestrich)
- Einteilung nach der Verlegetechnik  
(Selbstnivellierender Estrich, Kellenverlegbarer erdfeuchter Estrich)

Bei Estrichen lassen sich nach dem Aufbau prinzipiell zwei Konstruktionsprinzipien einteilen:

**Konstruktion im Verbund** und

**Schwimmende Konstruktion**

Nachfolgend werden verschiedene Konstruktionsvarianten vorgestellt und kurz erläutert.

---

<sup>75</sup> vgl.: Frick; Knöll; Neumann; Weinbrenner: Baukonstruktionslehre Teil 1 und 2, 1997

### I.1.1 Estrich im Verbund

Verbundestriche sind vollflächig mit dem tragenden Untergrund verbunden. Diese Ausführungsvariante findet Anwendung als Ausgleichsestrich, als Gefälleestrich oder als Nuttschicht im industriellen Bereich. Der Estrich kommt immer dann zur Anwendung, wenn die Anforderungen an den Schall- und Wärmeschutz gering, aber die Anforderungen aus Lasten hoch sind. Diese Konstruktion wird der Vollständigkeit halber aufgeführt, wobei anzumerken ist, dass deren Anwendungsbereich nicht bei modernen Bürogebäuden liegt.

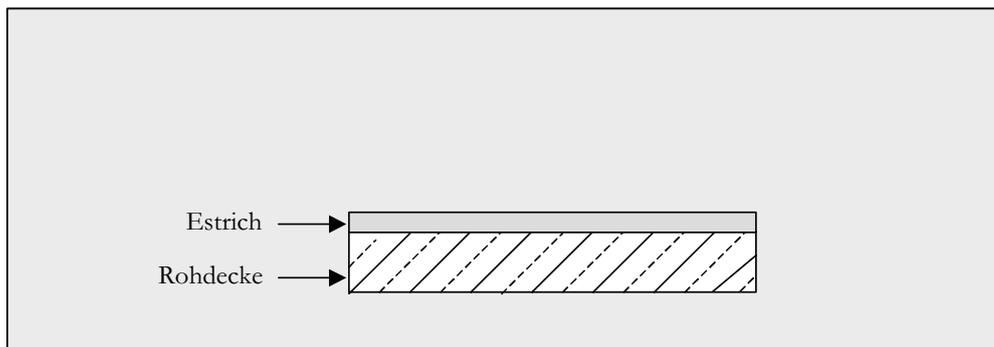


Abbildung 80 Prinzipieller Aufbau eines Estrichs im Verbund (Verbundestrich)<sup>76</sup>

### I.1.2 Estrich mit Dämmschicht

Der Estrich auf Dämmschicht, der auch schwimmender Estrich genannt wird, ist eine Konstruktion, bei der der Estrich auf einer Dämmschicht und einer Trennschicht aufgebracht wird. Diese Konstruktion hat positive Eigenschaften bezüglich des Schall- und Wärmeschutzes.

---

<sup>76</sup> nach DIN 18560 Teil 3, Estriche im Bauwesen

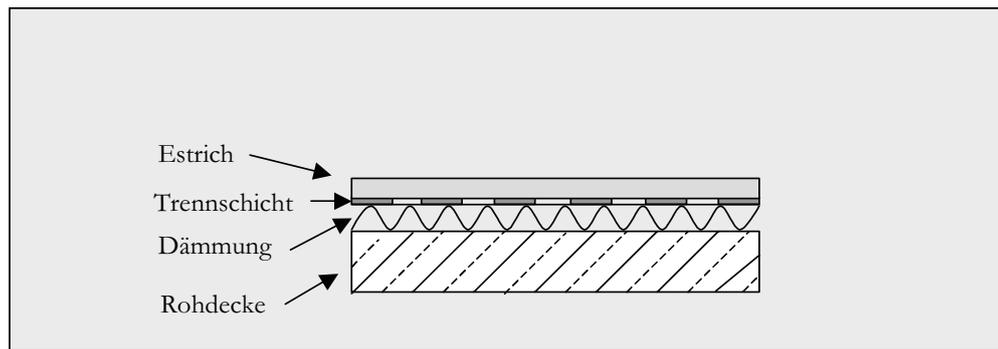


Abbildung 81 Prinzipieller Aufbau eines Estrichs mit Trennschicht und Dämmung (schwimmender Estrich)<sup>77</sup>

### I.1.3 Unterflurkanalsysteme

Bei Unterflurkanalsystemen sind in der Estrichkonstruktion Installationskanäle integriert. Es gibt Unterflurkanalsysteme in verschiedenen Bauarten<sup>78</sup>:

- Unterflurkanäle estrichbündig verlegt mit dazwischenliegendem Verbundestrich
- Unterflurkanäle estrichüberdeckt verlegt mit und ohne Trennestrich
- Unterflurkanäle estrichüberdeckt verlegt mit Estrich und Dämmschicht

Unterflurkanalsysteme können mit den oben beschriebenen Bauarten hergestellt werden und unterscheiden sich zu den aufgeführten Estrichen nur durch die integrierten Installationskanäle.

<sup>77</sup> nach DIN 18560 Teil 3, Estriche im Bauwesen

<sup>78</sup> vgl.: Frick; Knöll; Neumann; Weinbrenner: Baukonstruktionslehre Teil 1 und 2, 1997

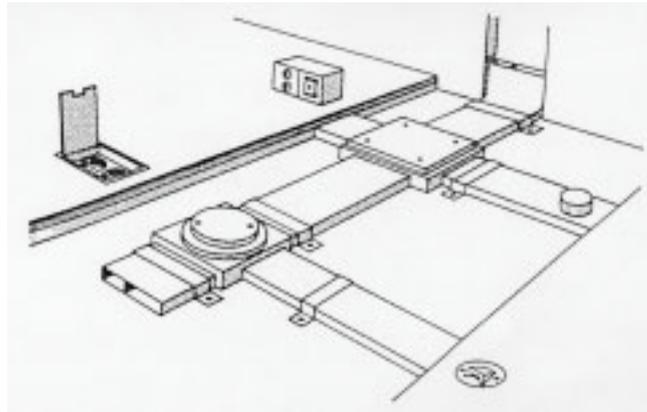


Abbildung 82 Unterflurkanalsystem mit verschiedenen Einbauten

#### **I.1.4 Monolithischer und mehrschichtiger Hohlraumboden**

Bei einem monolithischen Hohlraumboden handelt es sich um ein estrichüberdecktes Fußbodensystem auf einer Unterkonstruktion mit Hohlräumen. Durch die Formgebung der Unterkonstruktion entsteht ein Hohlraum, welcher als Installationsebene zur Verfügung steht. Hohlraumböden finden ihren Einsatzbereich vorwiegend in Bürogebäuden, wobei der Hohlraum für Verkabelungen, wie Telekommunikation, Datenkabel und elektrische Versorgung genutzt werden kann. Aufgrund ihrer Konstruktion kann Hohlraumböden in monolithischen und mehrschichtigen Hohlraumböden einteilen.

##### **I.1.4.1 Monolithischer Hohlraumboden**

Bei diesem Hohlraumboden wird auf ein Schalungselement (mit einer Gewölbestruktur) ein Nassestrich aufgebracht, so dass ein monolithischer Fußbodenaufbau entsteht. Unter dem verlorenen Schalungselement, meist aus Kunststoff, verbleibt ein Freiraum, der für Installationen genutzt werden kann.

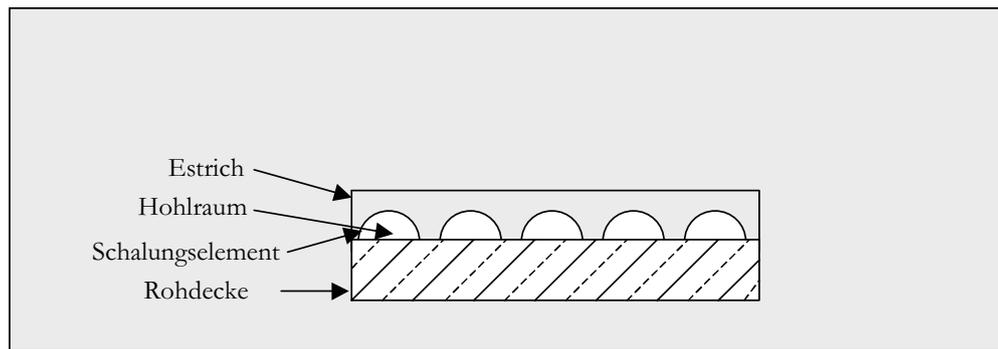


Abbildung 83 Prinzipieller Aufbau eines monolithischen Hohlraumbodens<sup>79</sup>

#### I.1.4.2 Mehrschichtiger Hohlraumboden

Der mehrschichtige Hohlraumboden besteht i.d.R. aus Tragfüßen, einem Schalungselement, gegebenenfalls einer Trennschicht und einem Estrich, so dass ein mehrschichtiger Fußbodenaufbau entsteht. Es gibt mittlerweile auch Systeme, die mit Trockenestrich ausgeführt werden, weshalb diese Fußbodenunterkonstruktion auch in Kapitel I.2 eingeordnet werden könnte. Bei diesen Systemen ist das Aufbringen einer Trennschicht nicht nötig.

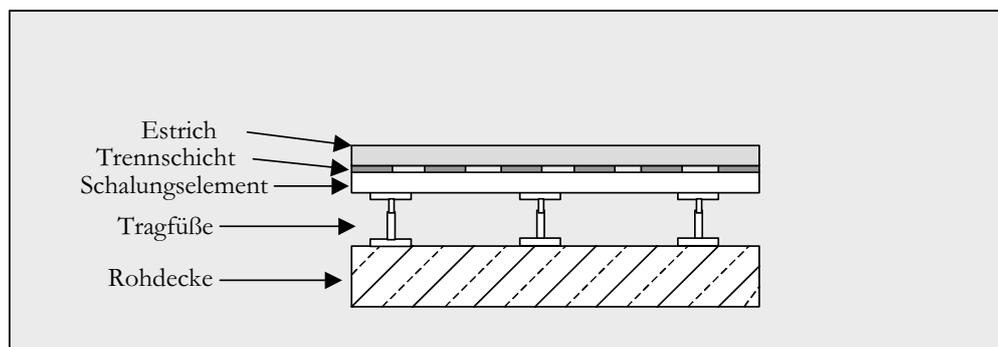


Abbildung 84 Prinzipieller Aufbau eines mehrschichtigen Hohlraumbodens<sup>80</sup>

<sup>79</sup> vgl.: Bundesverband Systemböden e.V.

<sup>80</sup> vgl.: Bundesverband Systemböden e.V.

## I.2 Doppelboden

Ein Doppelboden ist ein auf der Rohdecke aufgeständertes Fußbodensystem bestehend aus Doppelbodenstützen und Doppelbodenplatten. Am Markt werden unterschiedliche Systeme angeboten. Die Doppelbodenplatten sind mit oder ohne Bodenbelag erhältlich. Des Weiteren gibt es die Doppelbodenstützen in unterschiedlichen Konstruktionshöhen von ca. 6 bis 150 cm. Ein Doppelboden zeichnet sich dadurch aus, dass die Einzelplatten an jeder Stelle herausgenommen werden können und somit ein idealer Zugang zu den Installationen im Fußboden gegeben ist. Dadurch wird eine hohe Flexibilität bei Veränderungen der Anforderungen gewährleistet. Der Hauptanwendungsbereich von Doppelbodensystemen liegt aus diesem Grund bei komplexen Bürogebäuden sowie Rechenzentren, Schalträumen usw.

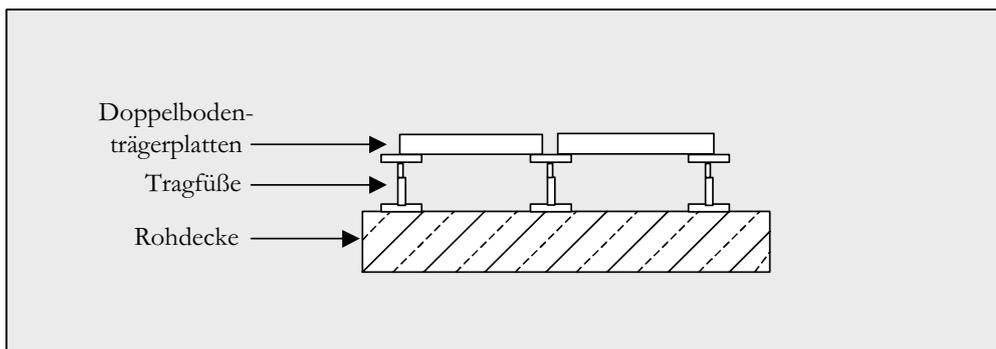


Abbildung 85 Prinzipieller Aufbau eines Doppelbodens<sup>81</sup>

---

<sup>81</sup> vgl.: Bundesverband Systemböden e.V.

## **Anlage II Nichttragende Trennwandsysteme**

### **II.1 Fest eingebaute nichttragende Trennwände**

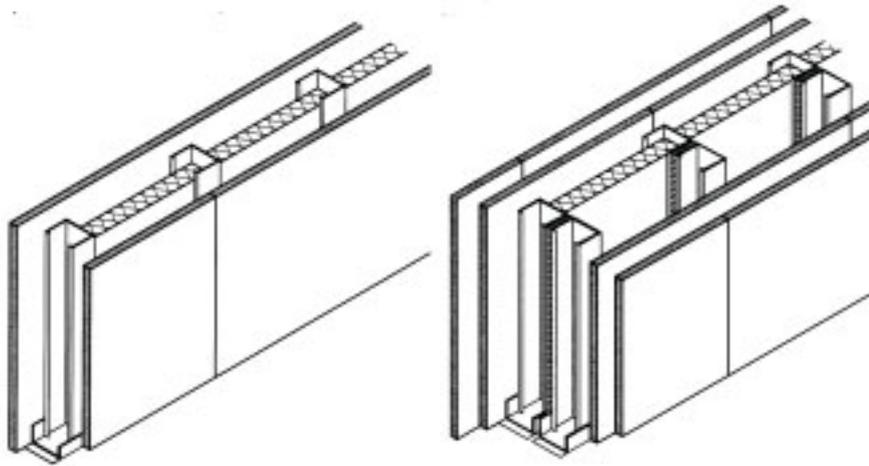
Unter dieser Bauart von nichttragenden Trennwänden werden Wandsysteme mit Wanddicken von 5 bis 24 cm verstanden. Diese Trennwände werden im Regelfall auf der Baustelle hergestellt. Sie können je nach System verputzt, als Sichtmauerwerk ausgeführt oder gespachtelt werden. Als Materialien können verschiedene Werkstoffe zum Einsatz kommen.

#### **II.1.1 Einschalige nichttragende Trennwandsysteme**

Einschalige nichttragende Trennwandsysteme sind gemauerte Wände, die z.B. aus Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton, Gipsplatten, Leichtbeton oder Glasbausteinen erstellt werden können. Je nach Anforderung und Material, können diese anschließend verputzt und eventuell tapeziert und gestrichen werden. Die Wanddicken dieser Systeme variieren zwischen 5 und 24 cm.

#### **II.1.2 Mehrschalige nichttragende Trennwandsysteme**

Mehrschalige nichttragende Trennwandsysteme bestehen aus einem Rahmen bzw. einer Unterkonstruktion, welche mit einer Beplankung versehen wird. Für die Unterkonstruktion kommen im Normalfall Metallprofile oder Holz zur Anwendung. Am häufigsten findet die Unterkonstruktion aus Metallprofilen Anwendung. Als Beplankung bieten sich verschiedene Materialien, wie z.B. Gipskartonplatten, Spanplatten, Bleche und Faserzementplatten an. Die Wandzwischenräume können noch mit Dämmmaterial für höhere Schallschutzanforderungen versehen werden. Unterschieden werden weiterhin sogenannte Einfachständerwände und Doppelständerwände. Die folgenden Prinzipskizzen in Abbildung 86 zeigen zwei verschiedene Konstruktionsmöglichkeiten.



Einfachständerwand mit Metallunterkonstruktion, Dämmung und einlagiger Beplankung

Doppelständerwand mit Metallunterkonstruktion, Dämmung, zweilagig beplankt, Ständer durch federnde Zwischenlage getrennt

Abbildung 86 Prinzipskizzen mehrschaliger nichttragender Trennwandsysteme

## II.2 Umsetzbare nichttragende Trennwände

Es gibt im raumbildenden Ausbau mannigfaltige Systeme von umsetzbaren nichttragenden Trennwänden der verschiedenen Hersteller. Die Systeme lassen sich in folgende zwei Grundkonstruktionsweisen unterteilen:

- Monoblockwand
- Schalenwand

Beide Systeme werden industriell vorgefertigt und auf der Baustelle bzw. am Einbauort direkt montiert.

### II.2.1 Monoblockwand

Eine Monoblockwand ist eine beim Hersteller unter Berücksichtigung spezieller Anforderungen der Baumaßnahme hergestellte Wand. Das Wandsystem wird beim Hersteller komplett vorgefertigt und einbau- und oberflächenfertig an den Einbauort geliefert und dort montiert. Die Montage erfolgt im Regelfall mit einfachen

Steckverbindungen. Früher wurde diese Art von Wandsystemen auch unter dem Begriff Elementwand geführt. Abbildung 87 zeigt die Prinzipskizze einer Monoblockwand.



Abbildung 87 Prinzipskizze Monoblockwand<sup>82</sup>

### II.2.2 Schalenwand

Eine Schalenwand ist ein Wandsystem, welches aus im Herstellerwerk vorgefertigten Einzelteilen besteht. Als Materialien kommen für die Schalen häufig beschichtete Spanplatten, Melaminplatten oder Metallschalen zum Einsatz. Die Einzelteile werden auf der Baustelle montiert. Die Unterkonstruktion wird zuerst aus den vorgefertigten Teilen mit Klemm- oder Steckverbindungen zusammengesetzt und danach je nach Anforderung mit Dämmmaterialien oder sonstigen Einbauten versehen. Im Anschluss daran werden die häufig schon oberflächenfertigen Wandschalen an der Unterkonstruktion mit je nach System unterschiedlichen Verbindungsmitteln zusammengefügt. Schalenwände werden in der älteren Literatur auch unter dem Begriff Skelettwände aufgeführt. Abbildung 88 zeigt die Montage einer Schalenwand und die Prinzipskizze einer Schalenwand mit einklemmbaren Metallschalen.

---

<sup>82</sup> Frick; Knöll; Weinbrenner: Baukonstruktionslehre Teil 1 und 2, 1997



Montage einer Elementmetallwandschale auf die Unterkonstruktion



Schalenwand mit einklemmbaren Metallschalen

Abbildung 88 Montage und Prinzipskizze einer Schalenwand<sup>83</sup>

### II.3 Bewegliche Trennwände

Diese Trennwandsysteme lassen sich waagrecht und/oder senkrecht verschieben. Der ideale Einsatzbereich dieser Systeme liegt bei einer variablen Raumaufteilung. In DIN 4103 werden diese Systeme nicht erfasst. In diesem Bereich gibt es sehr viele Konstruktionsmöglichkeiten, von denen im folgenden einige aufgelistet werden:

- Faltwände
- Schiebwände
- Bewegliche Elementwände
- Teleskopwände
- Rollwände

Da diese Systeme i.d.R. nicht als Standardausstattung bei Bürogebäuden zur Ausführung kommen, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht vertiefend auf sie eingegangen.

---

<sup>83</sup> Bildquelle: Ritterwand und Richter System



