

Bestimmung der Herstellungskosten und Instandsetzungskosten  
sowie der Grauen Energie für die Gesamtnutzungsdauer  
unterschiedlicher Immobilientypen unter besonderer  
Berücksichtigung der Lebensdauer der Bauteile

Maximilian Ferdinand Reiser

Vollständiger Abdruck der von der TUM School of Engineering and Design der  
Technischen Universität München zur Erlangung eines  
Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)  
genehmigten Dissertation.

Vorsitz: Prof. Dr.-Ing. Kai-Uwe Bletzinger

Prüfer der Dissertation:

1. Prof. Dr.-Ing. Josef Zimmermann
2. Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer
3. Hon.-Prof. Dr. Torsten Grothmann

Die Dissertation wurde am 03.07.2023 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die TUM School of Engineering and Design am 20.10.2023  
angenommen.



## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München. An dieser Stelle möchte ich allen meinen Dank aussprechen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem akademischen Lehrer und Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Zimmermann, der mich fachlich stets förderte und forderte. Durch seine konstruktiven Anmerkungen und nicht zuletzt seine Diskussionsbereitschaft hat er entscheidend zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Karsten Körkemeyer danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens sowie für den spannenden Gedankenaustausch in Kaiserslautern.

Herrn Hon. Prof. Dr. Torsten Grothmann danke ich für die Übernahme des Drittgutachtens sowie für die anregende Diskussion in München.

Weiter danke ich Herrn Dr. Wolfgang Eber, der stets für den wissenschaftlichen Dialog zur Verfügung stand und eine Vielzahl von Diskussionen fachlich bereicherte. Bei meinen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen bedanke ich mich für die angenehme Arbeitsatmosphäre und den Zusammenhalt am Lehrstuhl. Unsere gemeinsame Zeit am Lehrstuhl werde ich in bester Erinnerung behalten.

Mein ganz persönlicher Dank gilt meinen Eltern für den bedingungslosen Rückhalt und die immerwährende Unterstützung auf meinem akademischen Weg – ohne sie wäre diese Dissertation nicht möglich gewesen. Insbesondere bei meinem Vater möchte ich mich für das gewissenhafte Lektorat bedanken. Meiner Lebenspartnerin Melisande, welche die Höhen und die Tiefen der wissenschaftlichen Arbeit für die Dissertation geduldig teilte, danke ich für ihr Vertrauen in mich.

München, Juni 2023

Maximilian Reiser





## Inhaltsübersicht

Inhaltsübersicht	I
Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	XII
Formelverzeichnis	XIV
Abkürzungsverzeichnis	XV
1 Einführung	1
2 Stand der Forschung zur Ermittlung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten	11
3 Stand der Forschung zur Ermittlung der Grauen Energie	83
4 Modellentwicklung	96
5 Simulation der Auswirkungen der wesentlichen Parameter auf Herstellungs- und Instandsetzungskosten und auf Graue Energie	129
6 Ergebnisse	149
7 Fazit	203
Glossar	206
Literaturverzeichnis	212
Anhangsverzeichnis	225
Anhang A Ausstattungsstandards	226
Anhang B Standardräume	255
Anhang C Bauteilabhängigkeiten	294
Anhang D Nach dem Material abgeleitete Kennwerte der Grauen Energie	300

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	I	
Inhaltsverzeichnis	II	
Abbildungsverzeichnis	VII	
Tabellenverzeichnis	XII	
Formelverzeichnis	XIV	
Abkürzungsverzeichnis	XV	
1	Einführung	1
1.1	Forschungsgegenstand	2
1.2	Problemstellung	4
1.3	Zielsetzung und Forschungsmethodik	6
1.4	Aufbau der Arbeit	9
2	Stand der Forschung zur Ermittlung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten	11
2.1	Die Immobilie als Investitionsobjekt	11
2.1.1	Die Immobilie und Immobilientypen	11
2.1.2	Der Standard von Immobilien	12
2.1.3	Der Ertrag und die Kosten im Lebenszyklus von Immobilien	13
2.1.4	Die Bewertung von Immobilien	15
2.1.4.1	Die Rendite von Immobilien	15
2.1.4.2	Das Risiko von Immobilien	16
2.1.4.3	Relevanz der Grauen Energie für die Immobilieninvestition	17
2.1.4.4	Die Verfahren der Investitionsrechnung	19
2.1.4.5	Die Verkehrswertermittlung von Immobilien	20
2.2	Die Ermittlung der Herstellungskosten	22
2.2.1	Der Kenntnisstand bei Realisierungsentscheidung	22
2.2.1.1	Die Gestaltungsplanung im Prozess der Immobilienentwicklung	22
2.2.1.2	Die Beurteilung der Gestaltungsplanung anhand des Funktionalitätsgrads	24
2.2.2	DIN 276 - Kosten im Bauwesen	25
2.2.3	Die Kostenermittlungsverfahren in frühen Projektphasen	26
2.2.3.1	Kennwertverfahren auf Basis von Bauwerksflächen und Rauminhalten nach DIN 277	26
2.2.3.2	Kennwertverfahren mit Gliederung der Bauleistung nach Gewerk	28
2.2.3.3	Kostenkennwerte	30
2.2.3.3.1	Kostenkennwerte des Baukosteninformationszentrums (BKl)	31
2.2.3.3.2	Kostenkennwerte von SIRADOS	32
2.2.4	Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung	32
2.2.5	Die Methodik der Standardraumstrukturen	34
2.2.5.1	Die Ermittlung der Herstellungskosten auf Basis der Methodik von Standardraumstrukturen	41
2.3	Die Ermittlung der Instandsetzungskosten	42
2.3.1	Grundlagen der Instandhaltung	42
2.3.1.1	Begriffe der Instandhaltung	42
2.3.1.2	Materielle und immaterielle Abnutzung	43
2.3.2	Definition der Instandsetzungskosten von Gebäuden	44
2.3.3	Instandsetzungskosten in der Literatur	45
2.3.4	Die Prognose der Instandsetzungskosten auf Basis der Methodik von Standardraumstrukturen	47

## Inhaltsverzeichnis

---

2.4	Die Lebensdauer von Gebäuden und Bauteilen	48
2.4.1	Definition der wirtschaftlichen und technischen Lebensdauer von Immobilien und Bauteilen	48
2.4.1.1	Die wirtschaftliche Lebensdauer	48
2.4.1.2	Die technische Lebensdauer	49
2.4.1.2.1	Definition	49
2.4.1.2.2	Der Abnutzungsvorrat	50
2.4.1.2.3	Einflussfaktoren der technischen Lebensdauer	51
2.4.2	Die Ermittlung der technischen Lebensdauer von Bauteilen	58
2.4.2.1	Die Lebensdauer in der Betriebsfestigkeitslehre	58
2.4.2.1.1	Grundlagen der Betriebsfestigkeitslehre	58
2.4.2.1.2	Lebensdauer Nachweis in der Betriebsfestigkeitslehre	60
2.4.2.1.3	Stand der Technik der versuchstechnischen Bestimmung der Lebensdauer	62
2.4.2.2	Das Nutzungspotential von Gebäudebauteilen	62
2.4.2.2.1	Türen und Fenster	63
2.4.2.2.2	Jalousien und Rollläden	64
2.4.2.2.3	Bodenbeläge	64
2.4.2.3	Die Nutzungsintensität von Gebäudebauteilen	68
2.4.2.4	Anwendungsorientierte Näherungsmethoden	71
2.4.2.4.1	Referenzfaktorenmethode nach TOMM, RENTMEISTER UND FINKE	71
2.4.2.4.2	Faktorenmethode nach ISO 15686	72
2.4.2.4.3	Generelles Alterungsmodell nach SCHULTER UND MAYDL	73
2.4.2.4.4	Erweiterte Faktorenmethode nach BAHR und LENNERTS	74
2.4.2.4.5	Praxisnahe Prognostizierung der Lebensdauer von Bauteilen nach RITTER	75
2.4.2.4.6	Nutzungsdauerberechnung nach der VDI 2076	76
2.4.2.5	Resümee	77
2.4.3	Kennwerte für die technische Lebensdauer von Bauteilen	77
2.4.3.1	Nutzungsdauern nach IEMB	79
2.4.3.2	Lebensdauern nach BTE	79
2.4.3.3	Paritätische Lebensdauern nach HEV	80
2.4.3.4	Nutzungsdauern nach BBSR	80
2.4.3.5	Nutzungsdauern nach VDI 2067 Blatt1:2012-09	81
2.4.3.6	Resümee	82
3	Stand der Forschung zur Ermittlung der Grauen Energie	83
3.1	Primärenergie und Primärenergieträger	83
3.2	Die Bestimmung des Primärenergieaufwands	84
3.2.1	Die Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040	84
3.2.2	Der kumulierte Energieaufwand nach VDI-Richtlinie 4600	85
3.2.3	Grundregeln für Umweltproduktdeklarationen nach DIN EN 15804	86
3.3	Die Graue Energie	88
3.3.1	Die Berechnung der Grauen Energie von Gebäuden nach SIA-Merkblatt 2032	89
3.3.2	Die Ermittlung der Graue Energie auf Basis der Methodik von Standardraumstrukturen	91
3.4	Kennwerte für die Graue Energie von Bauteilen	91
3.4.1	Die Ökobaudat 2021	92
3.4.2	Die Ökobilanzdaten im Baubereich 2021 der KBOB	94
3.4.3	Resümee	95
4	Modellentwicklung	96
4.1	Methodik zur Modellentwicklung	96
4.2	Die Generierung der Objektstruktur	96
4.2.1	Immobilientyp	97
4.2.2	Gebäudetyp	98
4.2.3	Ausstattungsstandard	99
4.2.4	Standardräume	101
4.2.4.1	Die Entwicklung der Standardräume	101

---

## Inhaltsverzeichnis

---

4.2.4.1.1	Die übergeordneten Standardräume	102
4.2.4.1.2	Die nutzungsspezifischen Standardräume	103
4.2.4.2	Auswahl und Dimensionierung der Standardräume	104
4.2.4.3	Generierung der Bauteillisten und die Zuordnung von Kennwerten	105
4.2.4.4	Die Objektstruktur auf Bauteilebene	106
4.3	Die Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen	107
4.3.1	Bestimmung des Nutzungspotentials	107
4.3.1.1	Das Nutzungspotential unter Prüfbedingungen als Referenzfall	107
4.3.1.2	Das Nutzungspotential unter Objektbedingungen im Anwendungsfall	108
4.3.1.2.1	Die Objektbedingungen zur Bestimmung von $N_{\text{Objekt}}$ eines Bauteils	108
4.3.2	Bestimmung der Nutzungsintensität	113
4.3.2.1	Die Nutzungsintensität unter Erhebungsbedingungen als Referenzfall	113
4.3.2.2	Die Nutzungsintensität unter Objektbedingungen im Anwendungsfall	113
4.3.3	Berechnung der technischen Lebensdauer von Bauteilen für den Anwendungsfall	117
4.3.4	Leitfaden zur Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen	118
4.4	Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten	119
4.4.1	Herstellungskosten	119
4.4.2	Die Bestimmung der Instandsetzungskosten	120
4.4.2.1	Bauteilabhängigkeiten	120
4.4.2.2	Die Instandsetzungsstrategie	122
4.4.2.3	Bestimmung der Häufigkeit des Bauteilersatzes	123
4.4.2.4	Berechnung der Instandsetzungskosten	124
4.5	Die Bestimmung der Grauen Energie	125
4.5.1	Die Bestimmung der Grauen Energie für die Herstellung	125
4.5.2	Die Bestimmung der Grauen Energie für die Instandsetzung	127
5	Simulation der Auswirkungen der wesentlichen Parameter auf Herstellungs- und Instandsetzungskosten und auf Graue Energie	129
5.1	Die Eingabe der Gebäudeparameter	129
5.1.1	Die Nutzung des Objekts als Wohnimmobilie	130
5.1.1.1	Funktionsbetrieb	130
5.1.1.2	Gebäudetyp	130
5.1.1.3	Ausstattungsstandard	133
5.1.1.4	Standardräume	135
5.1.2	Die Nutzung des Objekts als Büroimmobilie	136
5.1.2.1	Funktionsbetrieb	136
5.1.2.2	Gebäudetyp	136
5.1.2.3	Ausstattungsstandard	136
5.1.2.4	Standardräume	138
5.1.3	Die Nutzung des Objekts als Hotelimmobilie	139
5.1.3.1	Funktionsbetrieb	139
5.1.3.2	Gebäudetyp	139
5.1.3.3	Ausstattungsstandard	140
5.1.3.4	Standardräume	141
5.1.4	Die Nutzung des Objekts als Einzelhandelsimmobilie	142
5.1.4.1	Funktionsbetrieb	142
5.1.4.2	Gebäudetyp	142
5.1.4.3	Ausstattungsstandard	143
5.1.4.4	Standardräume	144
5.2	Die Eingabe der Bauteilparameter	145
5.2.1	Die Ansätze für die Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile	145
5.2.2	Die Ansätze für die Graue Energie von Bauteilen	145
5.2.3	Die Ansätze für die technische Lebensdauer von Bauteilen	146
5.3	Der Ansatz für die Gesamtnutzungsdauer	147
5.4	Simulationsaufbau und -durchführung	148

---

## Inhaltsverzeichnis

---

6	Ergebnisse	149
6.1	Einzelergebnisse der Simulation	149
6.1.1	Die qualitative und quantitative Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten	149
6.1.1.1	Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene des Immobilientyps	149
6.1.1.2	Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene der Gebäudeteile Rohbau, Fassade, Ausbau und TGA	158
6.1.1.3	Die Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene der Bauteile	160
6.1.2	Die qualitative und quantitative Bestimmung der Grauen Energie	165
6.1.2.1	Die Bestimmung der Grauen Energie auf Ebene der Nutzungsart	165
6.1.2.2	Die Bestimmung der Grauen Energie auf Ebene der Gebäudeteile Rohbau, Fassade, Ausbau und TGA	174
6.1.2.3	Die Bestimmung der Grauen Energie auf Bauteilebene	176
6.1.3	Die Entwicklung einer Planungsgrundlage zur Optimierung der Immobilie hinsichtlich Kosten und Grauer Energie	181
6.1.3.1	Planungsgrundlage zur Optimierung hinsichtlich Kosten	181
6.1.3.2	Planungsgrundlage zur Optimierung hinsichtlich Grauer Energie	185
6.1.4	Sensitivitätsanalyse zur Nutzungsintensität	190
6.1.4.1	Der Einfluss der Nutzungsintensität auf die Instandsetzungskosten	190
6.1.4.2	Der Einfluss der Nutzungsintensität auf die Graue Energie	192
6.1.5	Die Instandsetzungskosten für die Immobilienwertermittlung	194
6.2	Modell zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie	197
6.2.1	Modellteil 1 „Daten“ und Modellteil 2 „Objektstruktur“	197
6.2.2	Modellteil 3 „Technische Lebensdauer“	198
6.2.3	Modellteil 4 „Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten“	199
6.2.4	Modellteil 5 „Die Bestimmung der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung“	200
6.2.5	Integrale Darstellung der Modellteile 1 bis 5	201
7	Fazit	203
7.1	Resümee	203
7.2	Ausblick und Empfehlungen für weitere Untersuchungen	205
	Glossar	206
	Literaturverzeichnis	212
	Anhangsverzeichnis	225
Anhang A	Ausstattungsstandards	226
	Ausstattungsstandards Büro	226
	Ausstattungsstandards Hotel	234
	Ausstattungsstandards Wohnen	240
	Ausstattungsstandards Shopping-Center	247
Anhang B	Standardräume	255
	Übergeordnete Standardräume	255
	Nutzungsspezifische Standardräume Büro	257
	Nutzungsspezifische Standardräume Wohnen	265
	Nutzungsspezifische Standardräume Hotel	275
	Nutzungsspezifische Standardräume Shopping	288
Anhang C	Bauteilabhängigkeiten	294

---

## Inhaltsverzeichnis

---

Bauteilabhängigkeiten in Wandkonstruktionen	294
Bauteilabhängigkeiten in Fußbodenkonstruktionen	296
Bauteilabhängigkeiten in Deckenkonstruktionen	298
Bauteilabhängigkeiten in Dachkonstruktionen	299
Anhang D      Nach dem Material abgeleitete Kennwerte der Grauen Energie	300

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Die Realisierungsentscheidung in der Immobilienentwicklung. ....	5
Abbildung 1-2: Gliederung des Modells und der Untersuchung. ....	7
Abbildung 1-3: Aufbau der Arbeit. ....	9
Abbildung 2-1: Die Unterscheidung von Immobilientypen anhand des Funktionsbetriebs. ....	11
Abbildung 2-2: Die Entwicklung der Spitzenrenditen von 2009 bis 2019 unterschiedlicher Immobilientypen in den Top 7 Städten in Deutschland. ....	16
Abbildung 2-3: Systemische und nicht systemische Risiken. ....	17
Abbildung 2-4: Gliederung der Verfahren von Investitionsrechnungen. ....	19
Abbildung 2-5: Wertermittlungsverfahren nach ImmoWertV. ....	21
Abbildung 2-6: Phasen der Immobilienentwicklung. ....	23
Abbildung 2-7: Anforderungen aus Institutionen. ....	24
Abbildung 2-8: Beispiel für die Anforderungen des Bauherrn an die Planung. ....	25
Abbildung 2-9: Grundflächendefinitionen von Bauwerken gem. DIN 277-1. ....	27
Abbildung 2-10: Leistungsbereiche nach Standardleistungsbuch-Bau (StLB). ....	29
Abbildung 2-11: Kostenstruktur der Einzelkosten der Teilleistungen für 48 Leistungsbereiche im Hochbau. .....	30
Abbildung 2-12: Baupreisindizes für Wohn- und Straßenbau von 2012 bis 2021. ....	31
Abbildung 2-13: Beispiel der Abhängigkeit des Trading-profits von der Erhöhung der Bauwerkskosten. .	33
Abbildung 2-14: Einordnung eines Kostenprognosemodells nach MAYER in den Prozess der Immobilienentwicklung. ....	34
Abbildung 2-15: Zeitliche Einordnung der Anwendung der Methode der Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung in die Phasen der Immobilienentwicklung. ....	34
Abbildung 2-16: Flächenarten nach DIN 277-1 und Nutzungsgruppen DIN 277-2. ....	36
Abbildung 2-17: Exemplarische Komposition eines Gebäudes aus Standardräumen am Beispiel einer Büronutzung (vereinfachte Darstellung). ....	37
Abbildung 2-18: Beispiele für die Zuordnung von Bauteilen zu übergeordneten bzw. nutzungsspezifischen Standardräumen. ....	38
Abbildung 2-19: Datenblatt zur Anpassung eines Standardraums an die vorliegenden Randbedingungen. .....	39
Abbildung 2-20: Gebäudehüllflächen und Gebäudegrundflächen bezogene Standardräume. ....	40
Abbildung 2-21: Maßnahmen der Instandhaltung nach DIN 31051. ....	43
Abbildung 2-22: Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zur Beeinflussung immaterieller und materieller Abnutzung. ....	43
Abbildung 2-23: Verweise aus Normen und Richtlinien auf die Instandsetzungskosten von Gebäuden. .	44
Abbildung 2-24: Abgrenzung von Ersatz- und Betriebsinstandsetzung zur DIN 31501. ....	45
Abbildung 2-25: Orientierungswerte für die Gesamtnutzungsdauer unterschiedlicher Immobilien bei ordnungsmäßiger Instandhaltung. ....	49
Abbildung 2-26: Beispiel für den Verlauf des Abnutzungsvorrats über der Zeit. ....	51
Abbildung 2-27: Qualitative Abbaukurve des Abnutzungsvorrats mit anschließender Instandsetzung beim Erreichen der Abnutzungsgrenze nach KLINGENBERGER. ....	56
Abbildung 2-28: Qualitative Abbaukurve des Abnutzungsvorrats mit anschließender Instandsetzung vor und nach Erreichen der Abnutzungsgrenze. ....	56
Abbildung 2-29: Grundstrategien der Instandhaltung nach BAHR UND LENNERTS. ....	57
Abbildung 2-30: Gliederung der Bauteil-Wöhlerlinie in Kurzzeitfestigkeit, Zeitfestigkeit und Dauerfestigkeit. .....	59
Abbildung 2-31: Exemplarische Versuchsauswertung mit der 50 %- und 10 %-Wöhlerlinie. ....	59
Abbildung 2-32: Qualitative Darstellung der Linearen Schadenakkumulation anhand der Wöhlerlinie. ....	60
Abbildung 2-33: Bestimmung der Lebensdauer in der Betriebsfestigkeitslehre. ....	61
Abbildung 2-34: Klassifizierung der Dauerfunktion von Fenster und Türen nach DIN EN 12400:2003-01. .....	64
Abbildung 2-35: Lebensdauerklassen für Außenjalousien und Rollläden nach DIN EN 13659:2015-07. .	64
Abbildung 2-36: Nutzungsklassen für elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge nach DIN EN ISO 10874:2012-04. ....	65
Abbildung 2-37: Klassifizierungsanforderungen und Beanspruchungsklassen für Laminatböden nach DIN EN 13329:2017-12. ....	66

Abbildung 2-38: Klassifizierung von keramischen Fliesen und Platten nach DIN EN ISO 10545-7:1999-03. .....	67
Abbildung 2-39: Klassifizierung glasierten keramischen Fliesen und Platten nach DIN EN 14411:2016-12. .....	67
Abbildung 2-40: Die Nutzungsintensität am Beispiel der Aufzugsanlagen nach DIN EN ISO 25745-2:2015. .....	68
Abbildung 2-41: Auszug aus Übersichtstabelle Aufzugsmessungen in DIS-Projekt Nr.101106.....	69
Abbildung 2-42: Grenzwerte der Einflussfaktoren im arithmetischen Mittel nach RITTER für Fenster. ....	76
Abbildung 3-1: Stufen der Umwandlung von Energie und Energieträgern. ....	83
Abbildung 3-2: Beispielhafte Darstellung zur Festlegung von Systemgrenzen nach DIN EN ISO 14040. ....	85
Abbildung 3-3: Verfahrensschritte der energetischen Analyse nach VDI-Richtlinie 4600. ....	86
Abbildung 3-4: Lebenswegmodule gemäß DIN EN 15804. ....	87
Abbildung 3-5: Erstellung und Betrieb im Lebenszyklus von Gebäuden gemäß SIA 2032:2020. ....	88
Abbildung 3-6: Bauteile der Bilanzierung nach SIA 2032:2020. ....	89
Abbildung 3-7: Bilanzgrenzen der Ökobilanzierung von Gebäuden nach SIA-Merkblatt 2032:2020. ....	90
Abbildung 3-8: Lebenswegmodule der Datensätze in der Ökobaudat gemäß DIN EN 15804. ....	93
Abbildung 4-1: Differenzierung der Objektstruktur anhand des Immobilientyps. ....	97
Abbildung 4-2: Allgemeine Objektstruktur unter Berücksichtigung des Immobilientyps. ....	97
Abbildung 4-3: Die Unterscheidung von Gebäudetypen anhand der Gebäudeklasse nach Art. 2 BayBO. ....	98
Abbildung 4-4: Allgemeine Objektstruktur unter Berücksichtigung des Gebäudetyps. ....	99
Abbildung 4-5: Allgemeine Objektstruktur unter Berücksichtigung des Ausstattungsstandards. ....	100
Abbildung 4-6: Übergeordnete Standardräume für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping, in Abhängigkeit von Gebäudetyp und Ausstattungsniveau. ....	103
Abbildung 4-7: Nutzungsspezifische Standardräume der Immobilientypen Büro, Wohnen, Hotel, Shopping. ....	104
Abbildung 4-8: Die Generierung der Bauteilliste und die Zuordnung von Kennwerten am Beispiel eines Ausschnitts des Standardraums Büro. ....	105
Abbildung 4-9: Die Objektstruktur unter Berücksichtigung der Bauteilebene. ....	106
Abbildung 4-10: Beispiel für Referenzwerte von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht. ....	107
Abbildung 4-11: Bemessungsgrundlagen für die Strahlungsbelastung, Windlast und Niederschlag gem. Deutscher Wetterdienst, DIN 1055-4 und DIN 4108-3. ....	109
Abbildung 4-12: Bemessungsgrundlagen für die Vereisungsbeanspruchung, Hitzebeanspruchung und Schneelast gem. DIN 1055-5, DIN 4108-2 und DIN 1055-100. ....	110
Abbildung 4-13: Identifikation der Bauteile in den KG 300 und 400 für den konstruktiven Schutz. ....	112
Abbildung 4-14: Anzahl der Personen je Wohnfläche nach Statistischem Bundesamt Mikrozensus 2014. .....	114
Abbildung 4-15: Verteilung der Arbeitsplatztypen kategorisiert nach der Unternehmensgröße anhand der Mitarbeiteranzahl (MA). ....	115
Abbildung 4-16: Die Zimmerauslastung von Hotelimmobilien in den Top 7 Städten in Deutschland Stand Quartal 1-4 im Jahr 2020. ....	115
Abbildung 4-17: Öffentlich zugängliche Messdaten der Top 10 Passantenfrequenzen in den Einkaufsstraßen in Deutschland und Österreich mit Stand 01.12.2022 der hystreet.com GmbH. ....	116
Abbildung 4-18: Leitfaden zur Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen. ....	118
Abbildung 4-19: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Herstellungskosten im Modell. ....	120
Abbildung 4-20: Zugänglichkeit, Verbindungsbeziehungen und technische Installationen des Fußbodenaufbau mit Heizestrich. ....	122
Abbildung 4-21: Analyse Fußbodenaufbau - Heizestrich auf Geschossdecke mit Fußbodenheizung. ....	122
Abbildung 4-22: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Austauschhäufigkeit $n_{\text{Ersatz}}$ eines zum Zeitpunkt (t) der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	123
Abbildung 4-23: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Instandsetzungskosten im Modell. ....	125
Abbildung 4-24: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Grauen Energie für die Herstellung im Modell. ....	126
Abbildung 4-25: Ablaufdiagramm zur Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung im Modell je Zeit (t) der Gesamtnutzungsdauer (GND). ....	128
Abbildung 5-1: Beispiel für die Flächenplanung des Funktionsbetriebs Wohnen. ....	130
Abbildung 5-2: Regelschnitt der Höhenentwicklung des Gebäudes und Stützenraster. ....	131
Abbildung 5-3: Die Flächenplanung Untergeschoss Tiefgarage. ....	132
Abbildung 5-4: Beispiel für die Flächenplanung des Funktionsbetriebs Büro. ....	136
Abbildung 5-5: Beispiel für die Planung des Funktionsbetriebs Hotel. ....	139
Abbildung 5-6: Beispiel für die Planung des Funktionsbetriebs Shopping. ....	142



---

Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 6-1: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten in Abhängigkeit des Immobilientyps und des Ausstattungsstandards. ....	149
Abbildung 6-2: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten je m <sup>2</sup> BGF gem. DIN 277 in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	150
Abbildung 6-3: Prozentualer Anteil der Herstellungs- und Instandsetzungskosten an den kumulierten Gesamtkosten je Immobilientyp in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. ....	151
Abbildung 6-4: Entwicklung der kumulierten Kosten für die Immobilientypen im Ausstattungsstandard Niedrig über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren. ....	152
Abbildung 6-5: Entwicklung der kumulierten Kosten für die Immobilientypen im Ausstattungsstandard Mittel über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren. ....	152
Abbildung 6-6: Entwicklung der kumulierten Kosten für die Immobilientypen im Ausstattungsstandard Hoch über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren. ....	153
Abbildung 6-7: Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten kumuliert und je Jahr über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Niedrig. ....	154
Abbildung 6-8: Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten kumuliert und je Jahr über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Mittel. ....	155
Abbildung 6-9: Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten kumuliert und je Jahr über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Hoch. ....	156
Abbildung 6-10: Gegenüberstellung der Entwicklung der kumulierten Kosten der Immobilientypen in Abhängigkeit der Ausstattungsstandards Niedrig, Mittel und Hoch. ....	157
Abbildung 6-11: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Gebäudeteile über 100 Jahre je Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	158
Abbildung 6-12: Prozentualer Anteil der Herstellungskosten der Gebäudeteile an den Gesamtkosten für Herstellung je Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	159
Abbildung 6-13: Prozentualer Anteil der kumulierten Kosten der Gebäudeteile an den kumulierten Gesamtkosten nach 100 Jahren je Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	160
Abbildung 6-14: Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 sowie deren prozentualer Anteil an den kumulierten Gesamtkosten im Standard Niedrig. ....	161
Abbildung 6-15: Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 sowie deren prozentualer Anteil an den kumulierten Gesamtkosten im Standard Mittel. ....	162
Abbildung 6-16: Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren für den Standard Hoch. ....	163
Abbildung 6-17: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten der einflussreichsten fünf Bauteile in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	164
Abbildung 6-18: Kumulierte Graue Energie für die Herstellung- und Instandsetzung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	165
Abbildung 6-19: Graue Energie für Herstellungs- und Instandsetzung je Quadratmeter BGF gem. DIN 277 in Abhängigkeit von Ausstattungsstandard und Immobilientyp. ....	166
Abbildung 6-20: Anteil der Grauen Energie für die Herstellung und die Instandsetzung am Gesamtaufkommen der Grauen Energie je Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	166
Abbildung 6-21: Entwicklung der Grauen Energie je Immobilientyp über 100 Jahre im Standard Niedrig. ....	168
Abbildung 6-22: Entwicklung der Grauen Energie je Immobilientyp über 100 Jahre im Standard Mittel. ....	168
Abbildung 6-23: Entwicklung der Grauen Energie je Immobilientyp über 100 Jahre im Standard Hoch. ....	169
Abbildung 6-24: Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung kumuliert und je Jahr über 100 Jahren je Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Niedrig. ....	170
Abbildung 6-25: Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung kumuliert und je Jahr über von 100 Jahre je nach Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Mittel. ....	171
Abbildung 6-26: Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung kumuliert und je Jahr über 100 Jahre je Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Hoch. ....	172
Abbildung 6-27: Gegenüberstellung der Entwicklung der kumulierten Grauen Energie der Immobilientypen in Abhängigkeit der Ausstattungsstandards Niedrig, Mittel und Hoch. ....	173
Abbildung 6-28: Kumulierte Graue Energie für die Herstellung und Instandsetzung der Gebäudeteile je Immobilientyp und Ausstattungsstandard nach 100 Jahren. ....	174
Abbildung 6-29: Anteil der Grauen Energie der Gebäudeteile an der gesamthaft kumulierten Grauen Energie zum Zeitpunkt der Errichtung je Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	175
Abbildung 6-30: Anteil der Grauen Energie der Gebäudeteile an der gesamthaft kumulierten Grauen Energie nach 100 Jahren je Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	176
Abbildung 6-31: Graue Energie der Bauteile in den KG 300 und 400 je Immobilientyp im Standard Niedrig. ....	177

---

Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 6-32: Graue Energie der Bauteile in KG 300 und 400 je Immobilientyp im Standard Mittel. ...	178
Abbildung 6-33: Graue Energie der Bauteile in KG 300 und 400 je Immobilientyp im Standard Hoch. ...	179
Abbildung 6-34: Kumulierte Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung für die Top 5 einflussreichsten Bauteile nach DIN 276 über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren. ....	180
Abbildung 6-35: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Niedrig. ....	182
Abbildung 6-36: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Mittel. ....	183
Abbildung 6-37: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Hoch. ....	184
Abbildung 6-38: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der fünf einflussreichsten Bauteile in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	185
Abbildung 6-39: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Niedrig. ....	186
Abbildung 6-40: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Mittel. ....	187
Abbildung 6-41: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Hoch. ....	188
Abbildung 6-42: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der fünf einflussreichsten Bauteile in Abhängigkeit Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	189
Abbildung 6-43: Einfluss der Nutzungsintensität auf die kumulierten Instandsetzungskosten über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ...	191
Abbildung 6-44: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Entwicklung der Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	192
Abbildung 6-45: Einfluss der Nutzungsintensität auf die kumulierte Graue Energie für Instandsetzung über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard. ....	193
Abbildung 6-46: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Standard. ....	194
Abbildung 6-47: Ablaufdiagramm von Modellteil 1 und 2 zur Generierung der Objektstruktur auf Bauteilebene. ....	198
Abbildung 6-48: Ablaufdiagramm von Modellteil 3 zur Ermittlung der technischen Lebensdauer von Bauteilen. ....	199
Abbildung 6-49: Ablaufdiagramm von Modellteil 4 zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten. ....	200
Abbildung 6-50: Ablaufdiagramm für Modellteil 5 zur Bestimmung der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung. ....	201
Abbildung 6-51: Gesamtablauf des Modells zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie. ....	202
Abbildung 7-1: Standardraum Badezimmer Teil 1 von 2. ....	265
Abbildung 7-2: Standardraum Badezimmer Teil 2 von 2. ....	266
Abbildung 7-3: Standardraum Flur. ....	267
Abbildung 7-4: Standardraum Schlafzimmer. ....	268
Abbildung 7-5: Standardraum Küche Teil 1 von 2. ....	269
Abbildung 7-6: Standardraum Küche Teil 2 von 2. ....	270
Abbildung 7-7: Standardraum Wohnraum Teil 1 von 2. ....	271
Abbildung 7-8: Standardraum Wohnraum Teil 2 von 2. ....	272
Abbildung 7-9: Standardraum Balkon. ....	273
Abbildung 7-10: Standardraum Terrasse. ....	274
Abbildung 7-11: Standardraum Doppelzimmer Teil 1 von 3. ....	275
Abbildung 7-12: Standardraum Doppelzimmer Teil 2 von 3. ....	276
Abbildung 7-13: Standardraum Doppelzimmer Teil 3 von 3. ....	277
Abbildung 7-14: Standardraum Einzelzimmer Teil 1 von 2. ....	278
Abbildung 7-15: Standardraum Einzelzimmer Teil 2 von 2. ....	279
Abbildung 7-16: Standardraum Gepäckraum. ....	280
Abbildung 7-17: Standardraum Restaurant Teil 1 von 2. ....	281
Abbildung 7-18: Standardraum Restaurant Teil 2 von 2. ....	282

---

Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 7-19: Standardraum Empfangshalle Teil 1 von 2.....	283
Abbildung 7-20: Standardraum Empfangshalle Teil 2 von 2.....	284
Abbildung 7-21: Standardraum Flur Teil 1 von 2. ....	285
Abbildung 7-22: Standardraum Flur Teil 2 von 2. ....	286
Abbildung 7-23: Standardraum Personalraum.....	287
Abbildung 7-24: Standardraum Verkaufsraum.....	288
Abbildung 7-25: Standardraum Rolltreppe.....	292

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Gliederung der Bauwerkskosten (KG 300 und 400) nach DIN 276. ....	26
Tabelle 2-2: Kennwerte für jährliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten und je m <sup>2</sup> BGF der Literatur.....	46
Tabelle 2-3: Einflüsse auf die materielle Abnutzung von Bauteilen nach DIN 15686. ....	51
Tabelle 2-4: Definition von Nutzungs- und Betriebsstunden nach DIN V 18599-10:2018-09. ....	70
Tabelle 2-5: Nutzungs- und Betriebszeiten nach DIN V 18599-10:2018-09. ....	70
Tabelle 2-6: Einflussfaktoren auf die Lebensdauer nach TOMM, RENTMEISTER und FINKE. ....	71
Tabelle 2-7: Einflussfaktoren auf die Lebensdauer von Bauteilen nach ISO 15686-1:2011-04. ....	73
Tabelle 2-8: Einflussfaktoren nach VDI 2076 Blatt 50.....	77
Tabelle 2-9: Literaturquellen zu Lebensdauerangaben von Bauteilen.....	78
Tabelle 2-10: Reduktion der Lebensdauer bei besonderer Nutzung gegenüber Wohnen nach HEV und MV. ....	80
Tabelle 3-1: Veröffentlichungen von Kennwerten zum kumulierten, nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von Baustoffen und Bauteilen. ....	92
Tabelle 4-1: Ausstattungsstandards von Wänden, Stützen und Decken für den Immobilientyp Büro. ...	101
Tabelle 4-2: Zuordnung der Einflussfaktoren aus den Objektbedingungen zu den Bauteilen der KG 300 und KG 400 der DIN 276 unter spezieller Berücksichtigung des konstruktiven Schutzes. ....	112
Tabelle 4-3: Grundfläche pro Arbeitsplatz nach ASR A1.2. ....	114
Tabelle 5-1: Flächen der Geschosse sowie der Fassade des Objekts. ....	132
Tabelle 5-2: Angesetzte Ausstattungsstandards für übergeordnete Standardräume in der Simulation. .	134
Tabelle 5-3: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume der Nutzung Wohnen. ....	134
Tabelle 5-4: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Wohnen. ....	135
Tabelle 5-5: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume in der Simulation für die Nutzung Büro. ....	137
Tabelle 5-6: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Büro. ....	138
Tabelle 5-7: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume in der Simulation für die Nutzung Hotel.....	140
Tabelle 5-8: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Hotel. ....	141
Tabelle 5-9: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume in der Simulation für die Nutzung Shopping.....	143
Tabelle 5-10: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Shopping. ....	144
Tabelle 5-11: Ansätze zur Berücksichtigung der Unterschiede der Nutzungsintensität je Funktionsbetrieb. .....	147
Tabelle 5-12: Darstellung des Simulationsaufbaus zur Bestimmung der wesentlichen Einflussparameter bei der Ermittlung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten und der Grauen Energie. .....	148
Tabelle 6-1: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten über 100 Jahre in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.....	191
Tabelle 6-2: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Graue Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard nach 100 Jahren.....	193
Tabelle 6-3: Durchschnittliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten je Gesamtnutzungsdauer (GND) in Abhängigkeit von Immobilientyp Wohnen und Büro, Standard und Nutzungsintensität. ....	195
Tabelle 6-4: Durchschnittliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten je Gesamtnutzungsdauer (GND) in Abhängigkeit von Immobilientyp Hotel und Shopping, Standard und Nutzungsintensität. ....	195
Tabelle 6-5: Durchschnittliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten je Restnutzungsdauer (RND) bei einer Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren in Abhängigkeit von Immobilientyp Wohnen und Büro, Standard und Nutzungsintensität... ..	196
Tabelle 6-6: Durchschnittliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten je Restnutzungsdauer (RND) bei einer Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren in Abhängigkeit von Immobilientyp Hotel und Shopping, Standard und Nutzungsintensität. ....	197
Tabelle 7-1: Baukonstruktion Büro. ....	229

---

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 7-2: Technische Gebäudeausrüstung Büro.....	233
Tabelle 7-3: Baukonstruktion Hotel. ....	237
Tabelle 7-4: Technische Gebäudeausrüstung Hotel. ....	240
Tabelle 7-5: Baukonstruktion Wohnen. ....	244
Tabelle 7-6: Technische Gebäudeausrüstung Wohnen. ....	247
Tabelle 7-7: Baukonstruktion Shopping-Center. ....	250
Tabelle 7-8: Technische Gebäudeausrüstung Shopping-Center. ....	254
Tabelle 7-9: Standardraum Flachdach. ....	255
Tabelle 7-10: Standardraum Stützen. ....	255
Tabelle 7-11: Standardraum Installationsschacht Elektro. ....	256
Tabelle 7-12: Standardraum Büro Geschäftsführer Teil 1 von 2. ....	257
Tabelle 7-13: Standardraum Büro Geschäftsführer Teil 2 von 2. ....	258
Tabelle 7-14: Standardraum Großraumbüro Teil 1 von 2. ....	258
Tabelle 7-15: Standardraum Großraumbüro Teil 2 von 2. ....	259
Tabelle 7-16: Standardraum Besprechungsraum. ....	260
Tabelle 7-17: Standardraum Doppelbüro. ....	261
Tabelle 7-18: Standardraum Büro. ....	262
Tabelle 7-19: Standardraum Flur. ....	263
Tabelle 7-20: Standardraum Eingangsbereich. ....	264
Tabelle 7-21: Standardraum Warenlager. ....	289
Tabelle 7-22: Standardraum Ladenstraße. ....	290
Tabelle 7-23: Standardraum Gastronomie Teil 1 von 2. ....	291
Tabelle 7-24: Standardraum Gastronomie Teil 2 von 2. ....	292
Tabelle 7-25: Standardraum Lastenaufzug. ....	293
Tabelle 7-26: Standardraum Personenaufzug. ....	293
Tabelle 7-27: Analyse der einschaligen Außenwand ohne Dämmung. ....	294
Tabelle 7-28: Analyse der einschaligen Außenwand mit Dämmung. ....	294
Tabelle 7-29: Analyse der zweischaligen tragenden Innenwandkonstruktion mit Dämmung. ....	295
Tabelle 7-30: Analyse der Innenwand in Trockenbauweise. ....	295
Tabelle 7-31: Analyse Fußbodenaufbau - Estrich auf Geschossdecke ohne Fußbodenheizung. ....	296
Tabelle 7-32: Analyse Fußbodenaufbau - Heizestrich auf Geschossdecke mit Fußbodenheizung. ....	296
Tabelle 7-33: Analyse der Fußbodenkonstruktion - Installationsboden mit textilem Belag. ....	297
Tabelle 7-34: Analyse der Fußbodenkonstruktion – Hohlraumboden. ....	297
Tabelle 7-35: Analyse der Innendeckenkonstruktion mit Deckenputz. ....	298
Tabelle 7-36: Analyse der Abhangdecken mit Deckenbekleidung. ....	298
Tabelle 7-37: Analyse des Flachdachs als konventionelles Warmdach auf Massivdecke. ....	299
Tabelle 7-38: Nach dem Material abgeleitete Kennwerte der Grauen Energie. ....	300

## Formelverzeichnis

Formel 2-1: Bestimmung der Lebenszykluserträge einer Immobilie. ....	13
Formel 2-2: Bestimmung der Lebenszykluskosten / Life Cycle Cost LCC von Immobilien. ....	14
Formel 2-3: Bestimmung des Immobilienwirkungsgrads im Lebenszyklus von Immobilien. ....	14
Formel 2-4: Der Barwert (PV) von zukünftigen Zahlungen. ....	20
Formel 2-5: Funktionalitätsgrad. ....	24
Formel 2-6: Berechnung der Herstellungskosten eines Standardraums. ....	42
Formel 2-7: Berechnung der Instandsetzungskosten eines Standardraums. ....	47
Formel 2-8: Berechnung der Restlebenserwartung anhand von Einflusssummanden. ....	72
Formel 2-9: Berechnung der Restlebenserwartung mit Abnutzungsfaktor. ....	72
Formel 2-10: Berechnung der spezifischen Bauteillebensdauer nach ISO 15686-1:2011-04. ....	73
Formel 2-11: Berechnung der technischen Bauteillebensdauer nach BAHR und LENNERTS. ....	75
Formel 2-12: Berechnung der zu erwartenden Lebensdauer nach RITTER. ....	76
Formel 2-13: Berechnung der rechnerischen Bauteillebensdauer nach VDI 2076 Blatt 50. ....	77
Formel 3-1: Die Berechnung der Graue Energie von einem Gebäude auf Basis von Standardräumen. ...	91
Formel 4-1: Anpassung von $N_{pRef}$ eines Bauteils $i$ an die betrachteten Objektbedingungen. ....	108
Formel 4-2: Anpassung von $N_{iRef}$ eines Bauteils $i$ an die betrachteten Objektbedingungen. ....	113
Formel 4-3: Die technische Lebensdauer eines Bauteils $i$ als Verhältnis von Nutzungspotential und Nutzungsintensität. ....	117
Formel 4-4: Beispielrechnung zur Bestimmung der technischen Lebensdauer von Außenjalousien, Roll- und Drehläden. ....	117
Formel 4-5: Berechnung der Herstellungskosten je Bauteil $i$ in einem Standardraum $j$ im Modell. ....	119
Formel 4-6: Berechnung der Herstellungskosten je Kostengruppe (KG) nach DIN 276 je Standardraum $j$ im Modell. ....	119
Formel 4-7: Berechnung der Herstellungskosten je KG nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps im Modell. ....	119
Formel 4-8: Berechnung der gesamt kumulierten Herstellungskosten des Immobilientyps im Modell. ....	119
Formel 4-9: Berechnung der Instandsetzungskosten je Bauteil $i$ ohne Bauteilbeziehung in einem Standardraum $j$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer. ....	124
Formel 4-10: Berechnung der Instandsetzungskosten je Bauteil $i$ mit Bauteilbeziehungen in einem Standardraum $j$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	124
Formel 4-11: Berechnung der Instandsetzungskosten je Kostengruppe (KG) $IZK_{KG,j}$ nach DIN 276 je Standardraum $j$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	124
Formel 4-12: Berechnung der Instandsetzungskosten je KG $IZK_{KG}$ nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	124
Formel 4-13: Berechnung der gesamt kumulierten Instandsetzungskosten der Immobilie $IZK_{Immobilientyp}$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	125
Formel 4-14: Berechnung der Grauen Energie für Herstellung je Bauteil in einem Standardraum $j$ $GE_{i,j}$ im Modell. ....	126
Formel 4-15: Berechnung der Grauen Energie für Herstellung je Kostengruppe (KG) nach DIN 276 je Standardraum $j$ $GE_{KG,j}$ im Modell. ....	126
Formel 4-16: Berechnung der Grauen Energie für Herstellung je KG nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps $GE_{KG}$ im Modell. ....	126
Formel 4-17: Berechnung der gesamt kumulierten Grauen Energie für Herstellung der Immobilie $GE_{Immobilientyp}$ im Modell. ....	126
Formel 4-18: Berechnung der Grauen Energie je Bauteil $GE_{i,j}$ ohne Bauteilbeziehung in einem Standardraum zum Zeitpunkt $t$ im Modell. ....	127
Formel 4-19: Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung je Bauteil $GE_{i,j}$ mit Bauteilbeziehung in einem Standardraum $j$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	127
Formel 4-20: Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung je Kostengruppe (KG) nach DIN 276 $GE_{i,KG,j}$ je Standardraum $j$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	127
Formel 4-21: Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung je KG nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps $GE_{i,KG}$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	127
Formel 4-22: Berechnung der Grauen Energie für die Instandsetzung der Immobilie auf Ebene des Immobilientyps $GE_{i,Immobilientyp}$ zum Zeitpunkt $t$ der Gesamtnutzungsdauer im Modell. ....	128
Formel 5-1: Berechnung der technischen Lebensdauer nach HEV. ....	146
Formel 5-2: Beispiel für die Berechnung der Technischen Lebensdauer im Modell. ....	146

## Abkürzungsverzeichnis

### A

a.a.O.	am angegebenen Ort
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage

### B

bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise

### C

ca.	circa
cod.	codiert

### D

d	Tag
d.h.	das heißt

### E

elektr.	elektrisch
et al.	et alius
etc.	et cetera
e.V.	eingetragener Verein
exkl.	exklusive

### F

ff.	folgende
-----	----------

### G

ggf.	gegebenenfalls
gem.	gemäß

### H

Hrsg.	Herausgeber
-------	-------------

### I

i.d.R.	in der Regel
inkl.	inklusive

### K

KG	Kostengruppe
----	--------------

**L**

LD Lebensdauer

**M**

mgl. möglich

**O**

o. oder

OG Obergeschoss

OK Oberkante

o.V. ohne Verfasserangabe

**P**

p.a. jährlich

**Q**

QS Querschnitt

**R**

RG Regelgeschoss

**S**

sog. sogenannt

SR Standardraum

SRS Standardraumstruktur

St Stück

**T**

TGA Technische Gebäudeausrüstung

**U**

u. und

u.a. unter anderem

UG Untergeschoss

**V**

v.a. vor allem

**Z**

z.B. zum Beispiel

Z. Ziffer



# 1 Einführung

Die Immobilie ist mit dem Ziel zu entwickeln, dass die Anforderungen der Nutzung und der Investoren über die gesamte Nutzungsdauer (Lebenszyklus) erfüllt werden, um nachhaltig Erträge zu generieren. Zugleich sind die Lebenszykluskosten, die Erstinvestition sowie die Kosten des Objektbetriebs im Verhältnis zur jeweiligen Nutzung zu optimieren und werden wesentlich durch die Herstellungskosten und Instandsetzungskosten beeinflusst.<sup>1</sup> Die Immobilie ist physisch definiert durch die Geometrie und das Material, bestehend aus einzelnen Bauteilen. Die Herstellungskosten entstehen bei der Herstellung der Bauteile und die Instandsetzungskosten bei der Erneuerung der Bauteile am Ende deren Lebensdauer. Der Bauteileersatz erzeugt so auch immer wieder Kosten für deren Instandsetzung.<sup>2</sup>

Für die Herstellung und Erneuerung von Bauteilen muss auch Energie bzw. Primärenergie aufgewendet werden. Insbesondere die Nutzung von nicht erneuerbarer Primärenergie führt zu weiterhin ansteigenden Kohlendioxidemissionen bzw. deren äquivalenten Treibhausgasen. Im Rahmen der klimapolitischen Beschlüsse und der sich weiter verschärfenden Situation in Bezug auf den Klimawandel rückt der Verbrauch von Primärenergie und -ressourcen durch Bauwerke gesellschaftlich wie wirtschaftlich in den Fokus.<sup>3 4</sup> Gebäude sind für etwa 40 % des Energieverbrauchs (Betrieb) und 36 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen (Stand 2018) in der EU verantwortlich.<sup>5</sup> Die Relevanz der Immobilienbranche und der damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Einsparpotentiale ist unbestritten. Neben diversen Förder- und Beratungsangeboten zur Gebäudesanierung soll nicht erneuerbare Primärenergie durch die Lenkungswirkung der geltenden CO<sub>2</sub>-Bepreisung von fossilen Brennstoffen, der Einhaltung von ESG-Kriterien mit der EU-Taxonomie-Verordnung<sup>6</sup>, dem Verbot des Einbaus von Ölheizungen ab 2026 und durch das nationale Gebäudeenergiegesetz<sup>7</sup> (GEG) reduziert werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Reduktion des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs für die Wärmeversorgung im Betrieb. Die erforderliche, nicht erneuerbare Primärenergie der in Gebäuden eingesetzten Materialien wird dabei nicht geregelt.<sup>8 9</sup> Allerdings ist die den Materialien innewohnende, nicht erneuerbare Primärenergie, die Graue Energie vom Grundsatz in die Bewertung der Umweltverträglichkeit von Immobilien miteinzubeziehen.<sup>10 11 12</sup> Der Begriff Graue Energie kommt ursprünglich aus der Schweiz und umfasst nach dem Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA) den

1 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014, S. 24-30.

2 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

3 Vgl. vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.: Klima 2030. Nachhaltige Innovationen, vbw, München, 2020, S13-20.

4 Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Energieeffizienz-strategie Gebäude Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, Berlin, 2015, S1-10.

5 Vgl. Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz, Brüssel, 2018, S. 13-15.

6 Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088.

7 Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.

8 Vgl. vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.: Klima 2030. Nachhaltige Innovationen, München, 2020, S.34.

9 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020, S.2.

10 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032-Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden, 2020. Z.1-2.

11 Vgl. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München: Graue Energie von Einfamilienhäusern in Niedrigstenergie-Gebäudestandard. Forschungsbericht, München, 2019, S.3-4.

12 Vgl. Reiser, M.: Verbrauch von Grauer Energie in den Bauteilen der KG 300 + 400. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der TU München, 2016. S.55.

kumulierten Aufwand an nicht erneuerbarer Primärenergie von Rohstoffbereitstellung bis Gebäudeerrichtung, für Bauteilersatz sowie für Gebäuderückbau bzw. -entsorgung. Die Graue Energie ist eindeutig vom Primärenergieaufwand für den Betrieb (z.B. Raumwärme) abzugrenzen.<sup>13</sup>

Die Immobilie stellt in ihrer Gesamtheit im Regelfall ein Unikat dar. Die jeweiligen Bauteile kommen auch in anderen Immobilien vor und führen nur in Bezug auf die Lage und Komposition zu einem Unikat-Charakter.<sup>14</sup> Die Planung von Gebäuden erfolgt für die jeweilige Nutzung, den Funktionsbetrieb, und legt die Flächen sowie die erforderlichen Bauteile auf Basis der Nutzerbedürfnisse, fest.<sup>15</sup> <sup>16</sup> Das fertiggestellte Objekt und die damit zusammenhängenden Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie sind daher im Wesentlichen eine Funktion der Nutzung, die sich hinsichtlich der Nutzungsart sowie dem verwendeten Standard bzw. den Materialien unterscheidet.<sup>17</sup> <sup>18</sup> Die Kosten und die Graue Energie sind daher nach Nutzungsart zu differenzieren und erlauben so im Rahmen der Planung eine dahingehende Optimierung. Nur eine transparente Bestimmung der Kosten und der Grauen Energie ermöglicht eine diesbezügliche Optimierung von Neubau und Bestand sowie eine entsprechend ganzheitliche Bewertung der Investition und der Umweltverträglichkeit. Für die hinreichend genaue Ermittlung und Prognose der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie wurde von KORNBLUM das Verfahren der Standardraumstrukturen (SRS) vorgeschlagen. Damit ist es möglich, eine Immobilie standardisiert auf Bauteilebene abzubilden und die Lebensdauer jedes einzelnen Bauteils zu erfassen.<sup>19</sup> Die Lebensdauern der Bauteile sind u.a. abhängig von der Intensität der Nutzung.<sup>20</sup> Demzufolge entwickeln sich die Lebenszykluskosten und die Graue Energie unterschiedlich für verschiedene Immobilientypen wie etwa für Büro, Wohnen oder Hotel. Beispielsweise werden Fußböden im Hotel intensiver benutzt als im Wohnraum oder Eingangstüren von Shopping-Centern unterliegen einem höheren Verschleiß als bei der Büronutzung.<sup>21</sup>

## 1.1 Forschungsgegenstand

Die Methode der Standardraumstrukturen kann eine Gebäudestruktur bereits in frühen Projektphasen in Art und Menge der eingesetzten Bauteile erfassen. Sie basiert auf dem Gedanken, dass sich eine Immobilie entgegen ihrem Unikatcharakter hinsichtlich ihrer einzelnen

---

13 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032–Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. Zürich, 2020. Z.1-2.

14 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung – Bauprozessmanagement. In: Schneider Bautabellen für Architekten. Hrsg. Andrej Albert und J. P. Heisel, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag, Köln 2014, S. 8.3.

15 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

16 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014, S. 44-50.

17 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

18 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020, S 2.

19 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

20 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.24-26.

21 Vgl. Tank, T.: Quantifizierung des Einflusses der Nutzungsintensität auf die Lebensdauer der Bauteile in den KG 300 und 400 unter besonderer Berücksichtigung des Immobilientyps. Masterarbeit, Technische Universität München, 2019.

Räume in Bezug auf Struktur und Aufbau standardisieren lässt. Mithilfe einer standardisierten Vorwegnahme der Planung wird im Voraus die Zusammenfassung von Bauteilen zu einem virtuellen, baukastenähnlichen Modell aus sogenannten Standardräumen ermöglicht.<sup>22 23</sup>

Im Jahr 2019 erfolgten erste Beispielrechnungen von KORNBLUM zur Ermittlung der Grauen Energie und der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Basis der Standardraumstrukturen für Büroimmobilien. Die Berechnungen setzen dabei die ordnungsgemäße Nutzung und Instandhaltung voraus und zeigten, dass Büroimmobilien zusätzlich 82,5 % der ursprünglichen Grauen Energie der Errichtung und 90 % der Herstellungskosten über den Lebenszyklus von 50 Jahren verbrauchen.<sup>24</sup> ZIMMERMANN UND ZIEGEL zeigten 2019 in ihren Kostenberechnungen für Wohnimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen und vergleichbaren Annahmen, dass 72 % der Herstellungskosten auf die Baukonstruktion (KG 300) und 28 % auf die technischen Anlagen (KG 400) gem. DIN 276 zurückzuführen sind und ca. 60 % der Instandsetzungskosten in den ersten 50 Jahren anfallen.<sup>25</sup> Der Zeitpunkt des Bauteilersatzes wurde dabei durch die sog. technische Lebensdauer der Bauteile abgebildet, die den Grenzzeitpunkt der maximal möglichen Abnutzung infolge Verschleiß festlegt.<sup>26</sup> Die Literatur kennt hierzu eine Vielzahl von Quellen für die technische Lebensdauer, die untereinander abweichen und grundsätzlich keine belastbaren Kennwerte liefern und beispielsweise die Nutzungsintensität nicht berücksichtigen.<sup>27 28 29</sup> Die Nutzungsintensität verschiedener Immobilientypen wirkt sich auf die Lebensdauer der Bauteile unterschiedlich aus und ist bei der Berechnung von Grauer Energie sowie Herstellungs- und Instandsetzungskosten unterschiedlicher Immobilientypen nicht außer Acht zu lassen.<sup>30</sup>

ZIMMERMANN UND ZIEGEL werfen weiter die Fragen auf, ob im Rahmen der Instandhaltung alle Bauteile unabhängig voneinander am Ende deren Lebensdauer ersetzt werden können und welche Rolle ein unterschiedlicher Ausstattungsstandard der Immobilie einnimmt. Abhängigkeiten zwischen Bauteilen, beispielsweise durch die nicht vorhandene beschädigungsfreie Trennbarkeit der Bauteile in Konstruktionen, können den Zeitpunkt des Bauteilersatzes beeinflussen.<sup>31</sup> Der Ausstattungsstandard definiert das Leistungsniveau bzw. die Wertigkeit eines Bauteils und die damit verbundenen Eigenschaften und Merkmale, die sich z.B. aus Nutzerbedürfnissen, Gesetzen, Normen und den Ankerkannten Regeln der Technik

---

22 Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 144.  
23 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.  
24 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.  
25 Vgl. Zimmermann, J.; Ziegel, C: Kostenermittlung in frühen Projektphasen mit Standardraumstrukturen im Wohnungsbau. in: Bauingenieur, Band 94, 2019, S.395-404.  
26 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.  
27 Vgl. Zimmermann, J.; Ziegel, C: Kostenermittlung in frühen Projektphasen mit Standardraumstrukturen im Wohnungsbau. in: Bauingenieur, Band 94, 2019, S.395-404.  
28 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.  
29 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020, S. 2-4.  
30 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.  
31 Vgl. Zimmermann, J.; Ziegel, C: Kostenermittlung in frühen Projektphasen mit Standardraumstrukturen im Wohnungsbau. in: Bauingenieur, Band 94, 2019, S.395-404.

zusammensetzen.<sup>32 33</sup> Der erforderliche Standard charakterisiert Bauteile z.B. hinsichtlich des Materials und bestimmt damit die Graue Energie, die Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile sowie deren technische Lebensdauer.<sup>34 35 36</sup> Beispielsweise ist für die Gewährleistung des erforderlichen Wärmeschutzniveaus gem. GEG zur Herstellung oder Entsorgung der Produkte physikalisch ein gewisser Primärenergieaufwand oder Kosten zwingend erforderlich.<sup>37</sup> Die Optimierung der Immobilie hinsichtlich Grauer Energie oder Kosten ist folglich nur im Rahmen der vom Investor vorgegebenen bzw. vom Nutzer geforderten Standards möglich.<sup>38</sup> Die Berechnungen zur Grauen Energie von Gebäuden von ZIMMERMANN UND REISER aus dem Jahr 2020, die aufbauend auf den Annahmen von KORNBLUM den Ausstattungsstandard beispielsweise anhand der Sachwertrichtlinie berücksichtigen, zeigten, dass bei Wohnimmobilien nach einem Lebenszyklus von 50 Jahren Graue Energie etwa in gleichem Maße durch den Rohbau (ca. 36 %), die Fassade (ca. 33 %) und den Ausbau inklusive der technischen Gebäudeausrüstung (ca. 31 %) verbraucht wird.<sup>39</sup> Der Ausstattungsstandard beeinflusste die Graue Energie von Wohnimmobilien im Mittel um 10 %.<sup>40</sup>

## 1.2 Problemstellung

Die Verschärfung von Gesetzen, die Einführung von CO<sub>2</sub>-Abgaben, steigende Preise für fossile Energieträger, Strom und Wasser, die Entwicklung neuer Gebäudetechnik und neuer Baumaterialien sowie die vorzugsweise Nutzung erneuerbarer Energien erfordern einen höheren Standard von Immobilien.<sup>41 42</sup> Nach SCHAULE stellen die Verwendung bzw. der Einbau von ökologischen Materialien und das zur Verfügung stellen von Informationen zu den eingebauten Materialien, wie die entsprechende Graue Energie, Kriterien dar, um sich im Markt von Wettbewerbern positiv zu differenzieren.<sup>43 44</sup> Gebäude, die nicht nachgefragt werden, sind zunächst wertlos.<sup>45</sup>

---

32 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung – Bauprozessmanagement. In: Schneider Bautabellen für Architekten. Hrsg. Andrej Albert und J. P. Heisel, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag, Köln 2014, S. 8.3.

33 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

34 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

35 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020.

36 Vgl. Zimmermann, J.; Ziegel, C: Kostenermittlung in frühen Projektphasen mit Standardraumstrukturen im Wohnungsbau. in: Bauingenieur, Band 94, 2019, S.395-404.

37 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020.

38 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

39 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020.

40 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020.

41 Vgl. Strunk, S.: Nachhaltigkeitsrating zur Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Immobilien, Dissertation, Universität Stuttgart (D93), Hrsg. Prof. Dr. C. Stoy, Oldenburg Verlag, 2016.

42 Vgl. Meins, E., Lützkendorf, T., Lorenz, D., Leopoldsberger, G., Frank, S. O., Burkhard, H.- P., Stoy, C., Bienert, S.: Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien. Leitfaden für Deutschland, Österreich und die Schweiz (NUWEL). CCRS, Universität Zürich, Zürich, 2011.

43 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

44 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

45 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

Die beschriebene Entwicklung hat relevante Auswirkungen für den Investor hinsichtlich Kosten und Erträge und kann eine Chance als auch eine Gefahr für Neubau und Bestand darstellen. Immobilien müssen den Anforderungen des Marktes gerecht werden, um ein befriedigendes Nutzen/Kosten-Verhältnis zu erzielen.<sup>46</sup> Für verschiedene Nutzungen bzw. Funktionsbetriebe sind, wie oben beschrieben, Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Verbrauch von Grauer Energie in Abhängigkeit des Standards zu differenzieren und bereits in den frühen Phasen der Planung zu prognostizieren.<sup>47</sup> <sup>48</sup> Kosten und Graue Energie für die Instandsetzung der Immobilie werden im Kern vom Bauteilersatz über die Nutzungsdauer beeinflusst. Der Bauteilersatz ist dabei abhängig von der technischen Lebensdauer, den Bauteilabhängigkeiten in den Konstruktionen sowie der Instandsetzungsstrategie des Investors. Die technische Lebensdauer ist damit entsprechend präzise unter Berücksichtigung der Nutzungsintensität eines Funktionsbetriebs zu ermitteln. Die Bestimmung der genannten Parameter wird bereits zum Ende der Phase der Projektentwicklung zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung relevant, vgl. Abbildung 1-1.<sup>49</sup>

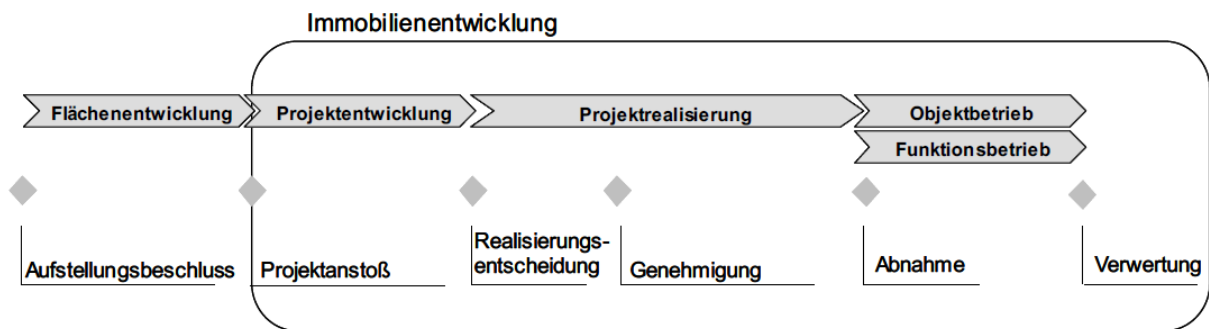


Abbildung 1-1: Die Realisierungsentscheidung in der Immobilienentwicklung.<sup>50</sup>

In der Projektentwicklung optimiert der Investor gemeinsam mit seinen Planern die Objektkonzeption hinsichtlich der angestrebten Nutzung (Funktionsbetrieb) in Bezug auf Kosten und Standards von Bauteilen bis zur Realisierungsentscheidung. Hierbei besteht das Risiko, dass zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung nicht alle Anforderungen des Funktionsbetriebs erfasst sind und darauf aufbauend, kostenrelevante Bindungen (Kauf des Grundstücks etc.) eingegangen werden.<sup>51</sup> Planerisch sind jedoch zu diesem Zeitpunkt erst ca. 30 % der Bauteile festgelegt.<sup>52</sup> Damit ist im Rahmen der vorliegenden Planungstiefe kein hinreichend genauer

46 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

47 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

48 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.

49 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

50 Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

51 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

52 Vgl. Zimmermann, J.; Nohe, B.: Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten. In: Planerverträge, Haftung der Planer und Mitverantwortung der Besteller. 14. Weimarer Baurechtstage 2005, S. 13-31.

Kenntnisstand gegeben, um die Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie der Immobilie in Abhängigkeit der Bauteile belastbar bestimmen zu können.<sup>53</sup>

Ein Verfahren zur transparenten und belastbaren Bestimmung der Grauen Energie sowie der Herstellungs- und Instandsetzungskosten einer Immobilie, das bereits zur Realisierungsentscheidung insbesondere die Nutzungsart, den Ausstattungsstandard, die technische Lebensdauer von Bauteilen, die Nutzungsintensität, die Bauteilabhängigkeiten und die Instandsetzungsstrategie adäquat berücksichtigt, liegt nicht vor.

### **1.3 Zielsetzung und Forschungsmethodik**

Das Ziel der Arbeit ist es, ein Modell zu entwickeln, das die Ermittlung der Herstellungs- (HK) und Instandsetzungskosten (IZK) sowie der Grauen Energie (GE) von unterschiedlichen Immobilientypen zu frühen Projektphasen ermöglicht. Damit soll der Kenntnisstand zu diesem Zeitpunkt erhöht werden, um unter den gegebenen Randbedingungen das Bauwerk dahingehend optimieren zu können. Kosten und Graue Energie für die Herstellung umfassen dabei die Bauwerkskosten (Kostengruppe 300 und 400 nach DIN 276) und beinhalten damit keine Aufwendungen für das Grundstück oder die Planung, vgl. Kapitel 2.2.2. Die Kosten sowie die Graue Energie für Instandsetzung enthalten alle Maßnahmen, die nicht unter die Betriebsinstandsetzung fallen, vgl. Kapitel 2.3.2.

Das Verfahren basiert auf dem Modell, das den Aufbau einer Immobilie zur Realisierungsentscheidung unter der Vorwegnahme der Planung mithilfe der Methodik der Standardraumstrukturen standardisiert. Kosten sowie die Graue Energie für die Herstellung des Gebäudes sollen mit dem Modell auf Basis von Standardräumen in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards auf Bauteilebene ermittelt werden. Kosten sowie der Verbrauch von Grauer Energie für die Instandsetzung sollen auf Basis des Bauteilersatzes, welcher eine Funktion der technischen Bauteillebensdauer, der Bauteilabhängigkeiten und der Instandsetzungsstrategie darstellt, ermittelt werden. Die Ermittlung der technischen Lebensdauer soll die Nutzungsintensität berücksichtigen.

Die Anwendung des Modells zur Bewertung und Optimierung der Immobilie ermöglicht die quantitative und qualitative Bestimmung der Kosten sowie der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung unterschiedlicher Immobilientypen. Hinsichtlich der Immobilienwertermittlung soll durch Identifikation wesentlicher Treiber der Herstellungs- und Instandsetzungskosten ein Erklärungsbeitrag bei der Bildung des Immobilienwerts von z.B. am Markt auftretenden Faktoren generiert werden sowie quantitativ Instandsetzungskosten für z.B. die Berücksichtigung im Ertragswertverfahren über die Nutzungsdauer bereitgestellt werden. Im Hinblick auf eine mögliche Berücksichtigung der Grauen Energie in der Immobilienbewertung in der Zukunft soll durch die entsprechende transparente Darstellung der Grauen Energie eine Vergleichsgrundlage geschaffen werden. Eine Gegenüberstellung der aufzuwendenden Grauen Energie für Bauteile zu deren jeweiligen Kosten soll im Rahmen der Planung einen Beitrag zur Optimierung der Immobilie liefern, um eine Reduzierung von nicht erneuerbarer Primärenergie zu ermöglichen.

---

<sup>53</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017 S. 22-35.

Eine Sensitivitätsanalyse wird die Auswirkung der Nutzungsintensität auf die Herstellungs- und Instandsetzungskosten und die Graue Energie über die Gesamtnutzungsdauer unterschiedlicher Immobilientypen aufzeigen.

Abbildung 1-2, stellt das Modell und die anschließende Untersuchung dar und wird nachfolgend beschrieben.

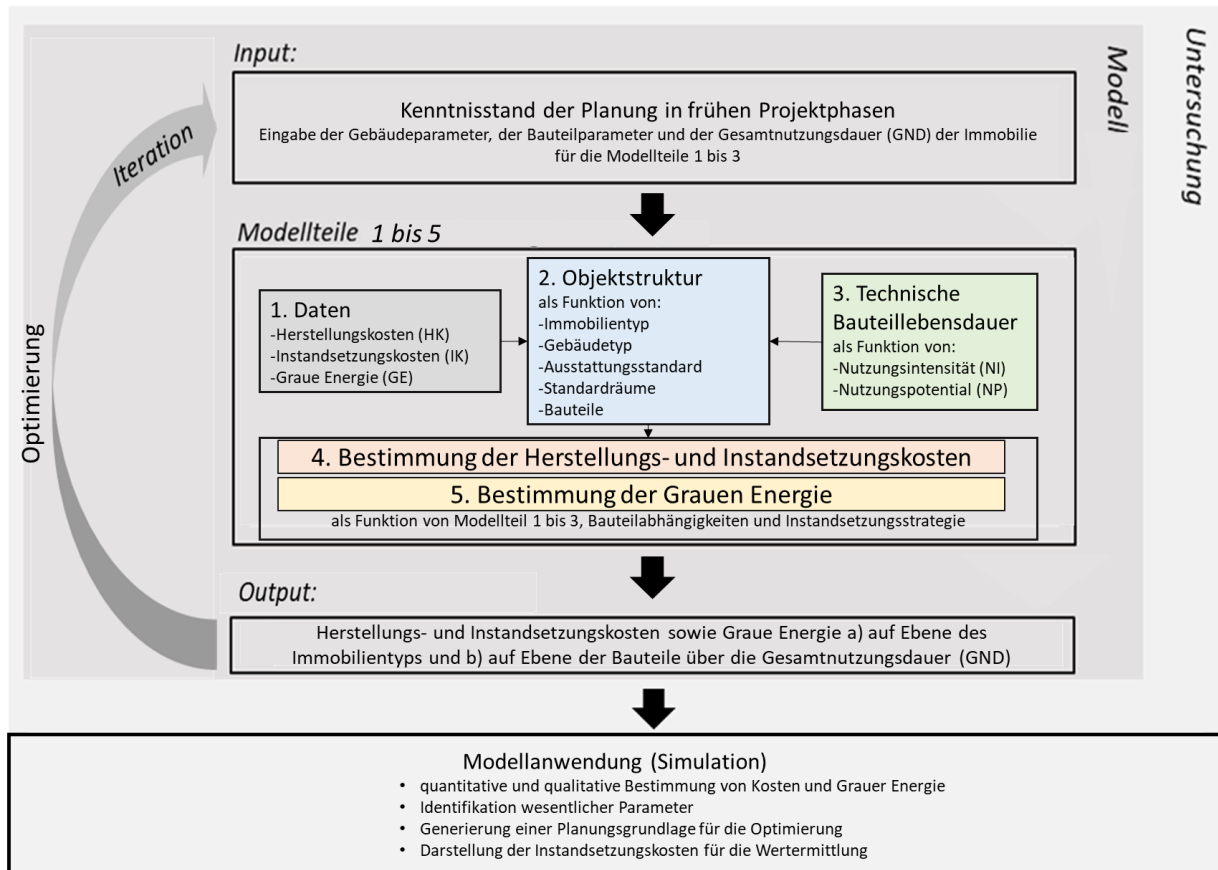


Abbildung 1-2: Gliederung des Modells und der Untersuchung.

Input: Der Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung, entsprechend dem Planungsstand der Leistungsphase 2 nach HOAI, beschränkt sich für den Investor im Wesentlichen auf die baurechtlichen Belange und die Ergebnisse der Vorplanung.<sup>54</sup> Auf dieser Basis sind die relevanten Gebäudeparameter und Bauteilparameter sowie die Gesamtnutzungsdauer der Immobilie für die Modellteile 1 bis 3 einzugeben.

Modellteil 1, Daten: Für das Modell sind die Bauteilkennwerte Herstellungskosten, Instandsetzungskosten und Graue Energie erforderlich.

Modellteil 2, Objektstruktur: Die Objektstruktur soll ein standardisiertes Abbild der Immobilie generieren. Die Festlegung der Gebäudeparameter (Immobilientyp, Gebäudetyp, Ausstattungsstandard und Standardräume mit deren Bauteilen) soll in Verbindung mit der einzugebenden Gesamtnutzungsdauer und den Bauteilparametern (Herstellungs- und

54 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

Instandsetzungskosten, Graue Energie, technische Bauteillebensdauer) die Immobilie auf Bauteilebene abbilden.

Modellteil 3, Technische Lebensdauer: Die technische Lebensdauer der Bauteile soll unter Berücksichtigung der Nutzungsintensität, d.h. der Frequenz der Bauteilbeanspruchung durch Nutzung<sup>55</sup>, ermittelt werden. Jedes Bauteil erträgt nur eine begrenzte Anzahl an Bauteilbeanspruchungen durch Nutzung<sup>56</sup>, bis sein sogenanntes Nutzungspotential aufgebraucht ist.

Modellteil 4 und 5: Auf Basis der Objektstruktur und unter Berücksichtigung von Bauteilabhängigkeiten von Konstruktionen und der Instandsetzungsstrategie sollen die Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie berechnet werden.

Output: Die Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie sollen zur Transparenz auf Ebene des Immobilientyps und auf Ebene der Bauteile ausgegeben werden. Darauf aufbauend können weitere Iterationen zur Optimierung des Objekts erfolgen.

Iteration: Zur Ermittlung von Optimierungspotentialen von Grauer Energie und Kosten einer betrachteten Objektkonzeption können einflussnehmende Parameter als Eingangsgrößen für eine erneute Modellrechnung variiert werden.

Modellanwendung: Im Untersuchungsteil soll eine Simulation durchgeführt werden, um Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie quantitativ und qualitativ für unterschiedliche Immobilientypen über die Gesamtnutzungsdauer zu bestimmen. Durch die Variation von Gebäude- und Bauteilparametern werden in einer Sensitivitätsanalyse die wesentlichen Einflussgrößen identifiziert. Die Ergebnisse sollen als Planungsgrundlage und zur Verwendung in der Wertermittlung eingesetzt werden können.

---

55 Vgl. SANDER, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008.

56 Vgl. Götz, S.; Eulitz, K. G.: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen. HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S1-9.



## 1.4 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit wird in Abbildung 1-3 dargestellt und nachfolgend beschrieben.

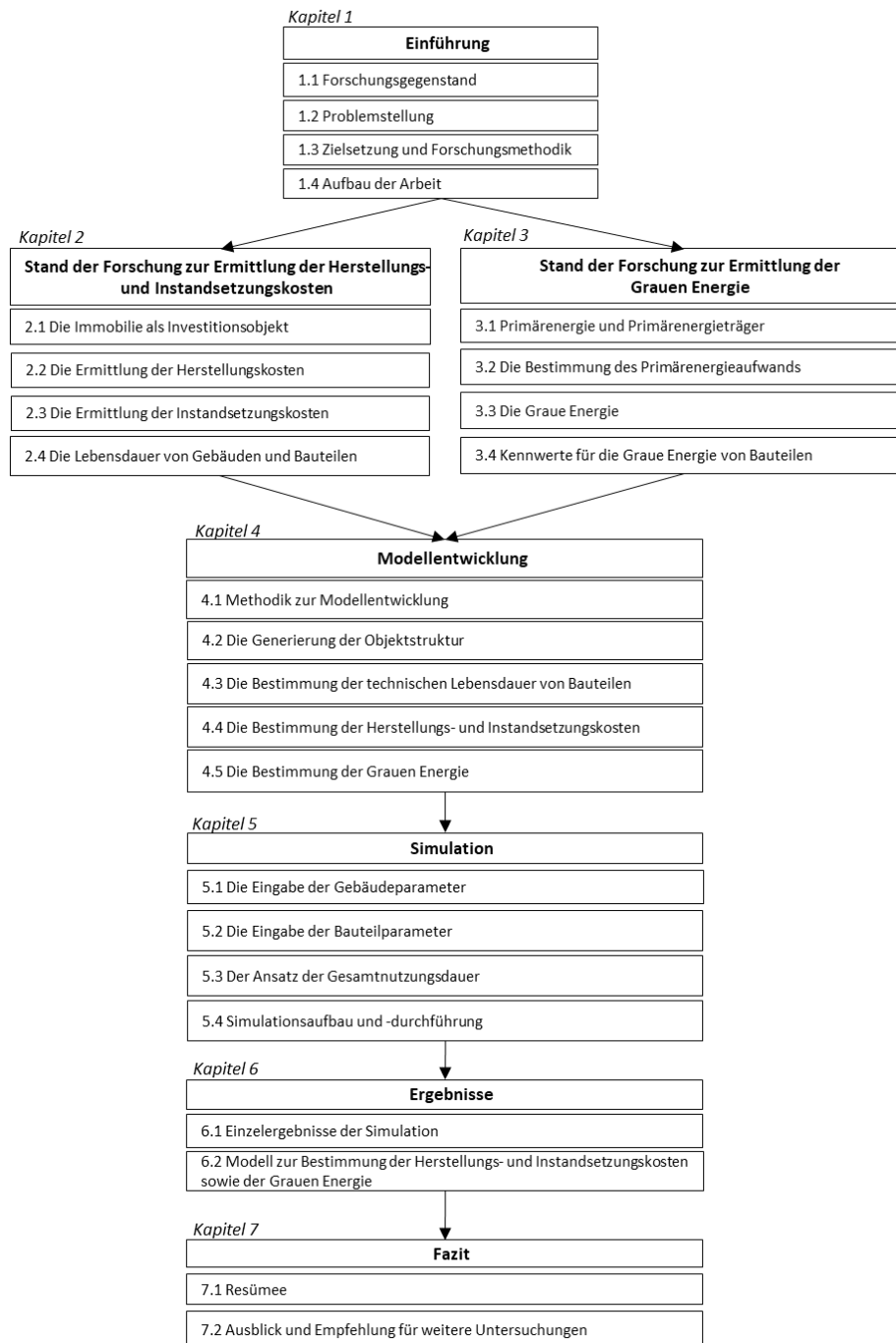


Abbildung 1-3: Aufbau der Arbeit.

In Kapitel 1 wird eine Abgrenzung des Forschungsgegenstandes der Arbeit vorgenommen. Weiter wird die sich aus der Problemstellung ergebende Relevanz der Untersuchung untermauert sowie Ziel und Forschungsmethodik beschrieben. Kapitel 1 schließt mit dem Aufbau der Arbeit.

In Kapitel 2 wird der Stand der Forschung der Kostenermittlung von Immobilien beschrieben. Es wird die Immobilie als Investitionsgut definiert, verschiedene Immobilientypen identifiziert und die

Relevanz der Kostenermittlung für die Immobilienbewertung aufgezeigt. Im Rahmen der Immobilienentwicklung wird der Kenntnisstand bei der Objektplanung zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung aufgezeigt und die Anforderungen für die Ermittlung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten dargestellt. Zur Instandsetzungskostenbestimmung wird die Lebensdauer von Bauteilen definiert, Bestimmungsmethoden und Veröffentlichungen zu Kostenkennwerten dargestellt und für die weitere Verwendung bewertet. Es wird Bezug zum Stand der Forschung der Kostenermittlung mit Standardraumstrukturen genommen.

In Kapitel 3 wird der Stand der Forschung zur Grauen Energie von Immobilien beschrieben. Es werden die physikalischen Zusammenhänge von Primärenergie und Primärenergieträgern beschrieben. Weiter werden Verfahren zur Ermittlung des Primärenergieaufwands von Produkten aufgezeigt sowie die Ermittlung der nicht erneuerbaren Primärenergie vollständiger Gebäude beschrieben. In einer kritischen Würdigung werden die genannten Verfahren bewertet und verglichen und der Begriff der Grauen Energie für diese Arbeit festgelegt. Kennwerte aus verfügbaren Datenquellen zur Grauen Energie von Bauteilen werden dargestellt und für die weitere Verwendung bewertet.

Kapitel 4 beschreibt die Modellentwicklung, welche aus dem Stand der Forschung abgeleitet wird. Eine allgemeine Objektstruktur wird auf Basis von Standardraumstrukturen definiert, um Objekte verschiedener Immobilientypen digital auf Bauteilebene abzubilden. Weiter wird ein allgemeines Verfahren zur Bestimmung der technischen Lebensdauer aufgezeigt, welches auf den Prinzipien der Betriebsfestigkeitslehre basiert. Weiter wird ein Verfahren für die Berechnung der Herstellungs-, und Instandsetzungskosten und der Grauen Energie der gesamten Immobilie sowie auf Bauteilebene entwickelt.

In Kapitel 5 werden die Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping mittels Simulation bestimmt. Hierzu wird ein Beispielobjekt definiert, welches mit den Nutzungsarten Wohnen, Hotel, Büro und Shopping beplant wird. Es werden die Eingaben der Gebäude- und Bauteilparameter sowie der Gesamtnutzungsdauer der Immobilie für die Simulation entsprechend beschrieben und festgelegt. Die Simulation bzw. Sensitivitätsanalyse wird für die vier Immobilientypen zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie in Abhängigkeit von Standard (Niedrig, Mittel, Hoch) und der zugrunde liegenden Unterschiede in der Nutzungsintensität durchgeführt.

Kapitel 6 stellt das Ergebnis der Arbeit dar. Zuerst werden die Ergebnisse der Simulation vorgestellt. Weiter wird das Modellergebnis als allgemeines Verfahren zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie anhand der entwickelten Methodik dargestellt und beschrieben.

In Kapitel 7 wird das Fazit aus der Arbeit und den gewonnenen Erkenntnissen gezogen. Das letzte Kapitel endet mit einem Ausblick und dem Aufzeigen des weiteren Forschungsbedarfs.

## 2 Stand der Forschung zur Ermittlung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten

### 2.1 Die Immobilie als Investitionsobjekt

In diesem Kapitel wird die Immobilie auf Basis der Literatur als Investitionsgut definiert und verschiedene Immobilientypen anhand des Funktionsbetriebs abgegrenzt sowie die Bildung von Kosten und Erträgen aus der Nutzung abgeleitet. Weiter werden Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Grauen Energie in Bezug zur Immobilienbewertung gesetzt und daraus resultierende Rahmenbedingungen für das in Kapitel 1.3 beschriebene Modell identifiziert.

#### 2.1.1 Die Immobilie und Immobilientypen

Immobilien können rechtlich als Grundstücke und deren Bestandteile verstanden werden, welche gem. § 94 BGB insbesondere Gebäude beinhalten, die mit Grund und Boden fest verbunden sind.<sup>57 58</sup> Der wirtschaftliche Begriff der Immobilie lässt die Unterscheidung in physikalischer und investitionstheoretischer Hinsicht zu.<sup>31</sup> Physikalisch wird diese als Grund und Boden mit dreidimensionalen Aufbauten verstanden. Die Immobilie wird physisch definiert durch ihre „geometrischen Abmessungen und ihre Materialität, d. h. durch ihre stoffliche Substanz“<sup>59</sup>. Aus investitionstheoretischer Sicht hingegen wird die Immobilie mit einer vierten Dimension beschrieben. Die physische Immobilie erhält durch ihre Nutzung über einen gewissen Zeitraum ihren Wert.<sup>60</sup> Die Nutzung bzw. der sog. Funktionsbetrieb generiert die Einnahmen einer Immobilie. Diese können direkt oder nicht direkt quantifizierbar sein.<sup>61</sup>

Immobilientypen nach Erlösen aus Funktionsbetrieb		
Direkt quantifizierbarer Funktionsbetrieb	Nicht direkt quantifizierbarer Funktionsbetrieb	
Betriebswirtschaftlich messbar	Volkswirtschaftlich messbar	Immateriell
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wohnen</li> <li>- Büro</li> <li>- Logistik</li> <li>- Hotel / Gastronomie</li> <li>- Shoppingcenter</li> <li>- Produktionsgebäude</li> <li>- Kliniken</li> <li>- Pflegeheime</li> <li>- Kraftwerke</li> <li>Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Straßen</li> <li>- Öffentliche Verwaltung</li> <li>- Wasserstraßen</li> <li>- Flughäfen</li> <li>- Bahnhöfe</li> <li>- Schulen</li> <li>- Universitäten</li> <li>- Museen</li> <li>Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Religiöse Einrichtungen</li> <li>- Denkmale</li> <li>- Selbstgenutzte Eigenheime</li> <li>Etc.</li> </ul>

Abbildung 2-1: Die Unterscheidung von Immobilientypen anhand des Funktionsbetriebs.<sup>62</sup>

<sup>57</sup> Vgl. Bürgerliches Gesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 72) geändert worden ist, § 94.

<sup>58</sup> Vgl. Grundbuchordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Mai 1994 (BGBl. I S. 1114), die zuletzt durch Artikel 16 des Gesetzes vom 19. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2606) geändert worden ist.

<sup>59</sup> Vgl. Zimmermann, J.; Vocke, B.: Leistungsbilder der Organisation in der Projektabwicklung von Immobilienprojekten. In: Bauingenieur, Band 86, 2011, S. 511.

<sup>60</sup> Vgl. Zimmermann, J.; Vocke, B.: Leistungsbilder der Organisation in der Projektabwicklung von Immobilienprojekten. In: Bauingenieur, Band 86, 2011, S. 511-519.

<sup>61</sup> Vgl. Zimmermann, J.; Vocke, B.: Leistungsbilder der Organisation in der Projektabwicklung von Immobilienprojekten. In: Bauingenieur 86 (2011), Heft 12, S.511-519.

<sup>62</sup> Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

Unter direkt quantifizierbare Einnahmen fallen betriebswirtschaftlich messbare Erträge, z.B. Mieten oder Pachten, die etwa aus den Immobilientypen Büro, Hotel und Wohnen erzielbar sind, aus denen ein Investor seinen kommerziellen Nutzen ziehen kann. Lebenszykluserträge sind im Regelfall materiell, können jedoch bei bestimmten Nutzungen auch immateriellen Charakter haben. Zu den nicht direkt quantifizierbaren Einnahmen zählen volkswirtschaftlich messbare oder immaterielle Erträge beispielsweise aus Infrastruktur bzw. religiösen Einrichtungen. Abbildung 2-1 zeigt die Unterscheidung von Immobilientypen anhand des Funktionsbetriebs nach ZIMMERMANN.<sup>63</sup>

Immobilien sind Investitionsgüter, sodass mit der Anschaffung von Immobilien mit direkt quantifizierbarem Funktionsbetrieb stets die Erwartung höherer Geldrückflüsse in der Zukunft einhergeht. Immobilieninvestitionen sind Sach- oder Realinvestitionen, die in die Erst-, Ersatz- und Erweiterungsinvestition differenziert werden können und stellen zielgerichtete und langfristige Kapitalbindungen zur Generierung zukünftiger Erträge dar.<sup>64</sup> Ein Investor ist also nur dann bereit, in eine Immobilie zu investieren, wenn eine Nachfrage nach einer bestimmten Nutzung vorhanden ist. Zu den Immobilieninvestoren zählen private, öffentliche oder institutionelle Investoren. Zu den institutionellen Investoren zählen beispielsweise Fonds, Pensionskassen, Leasinggesellschaften oder Versicherungsunternehmen.<sup>65</sup>

### 2.1.2 Der Standard von Immobilien

Immobilieiigenschaften sind Merkmale, die Nutzer wahrnehmen und damit auf dem Immobilienmarkt nachgefragt werden. Immobilieiigenschaften können untergliedert werden in Standort- und Objekteigenschaften, in „direkt quantifizierbare Eigenschaften und nicht direkt quantifizierbaren Eigenschaften“<sup>66</sup>. Nicht direkt quantifizierbare Eigenschaften stellen beispielsweise Ästhetik oder Funktionalität dar.<sup>67</sup> „Material, Gesetze und anerkannte Regeln der Technik liefern berechenbare und/oder messbare Soll-Vorgaben über Kennzahlen (bspw. in m<sup>2</sup>, kWh, etc.)“<sup>68</sup> für direkt quantifizierbare Eigenschaften. Der Stand und der Fortschritt der Technik bauen auf den Leistungen von Jahrhunderten auf, bestimmen die Grenzen des Realisierbaren und werden durch Gesetze, Gerichtsurteile eingeschränkt und konkret festgelegt.<sup>69</sup> Technische Festlegungen, die von einer „Mehrheit repräsentativer Fachleute als Wiedergabe des Stands der Technik“<sup>70</sup> angesehen werden, werden als anerkannte Regeln der Technik bezeichnet.

---

63 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

64 Vgl. Wöhe, G.; Kaiser, H.; Döring, U.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 25., überarb. und aktualisierte Aufl. München 2013, S. 520.

65 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

66 Vgl. Schaule, M.: Nachhaltigkeit in der Immobilienentwicklung - Untersuchung und Entwicklung von Anreizstrukturen; In: Zimmermann, J.: TAGUNGSBAND. 1. agenda4 Forschungssymposium der Baubetriebs- und Immobilienwissenschaften. Schriftenreihe agenda4: Forschung und Entwicklung in der Bau- und Immobilienwirtschaft, München, 2010, S. 179.

67 Vgl. Schaule, M.: Nachhaltigkeit in der Immobilienentwicklung - Untersuchung und Entwicklung von Anreizstrukturen; In: Zimmermann, J.: TAGUNGSBAND. 1. agenda4 Forschungssymposium der Baubetriebs- und Immobilienwissenschaften. Schriftenreihe agenda4: Forschung und Entwicklung in der Bau- und Immobilienwirtschaft, München, 2010, S. 179.

68 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation. Lehrstuhl Bauprozessmanagement u. Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

69 Vgl. Schaule, M.: Nachhaltigkeit in der Immobilienentwicklung - Untersuchung und Entwicklung von Anreizstrukturen; In: Zimmermann, J.: TAGUNGSBAND. 1. agenda4 Forschungssymposium der Baubetriebs- und Immobilienwissenschaften. Schriftenreihe agenda4: Forschung und Entwicklung in der Bau- und Immobilienwirtschaft, München, 2010, S. 179.

70 Vgl. Schaule, M.: Nachhaltigkeit in der Immobilienentwicklung - Untersuchung und Entwicklung von Anreizstrukturen; In: Zimmermann, J.: TAGUNGSBAND. 1. agenda4 Forschungssymposium der Baubetriebs- und Immobilienwissenschaften. Schriftenreihe agenda4: Forschung und Entwicklung in der Bau- und Immobilienwirtschaft, München, 2010, S. 179.

Qualität beschreibt nach Ziffer 3.6.2 der DIN EN ISO 9000, in welchem Maße die Merkmale eines Objekts (bzw. im Ergebnis das Objekt selbst) dazu geeignet sind, die an dieses Objekt gestellten Anforderungen zu erfüllen. Die Erfüllung bzw. Umsetzung der erforderlichen Merkmale bzw. Eigenschaften generiert damit Qualität. Wobei Objekte auch Produkte oder Prozesse sein können und Merkmale können für ein Produkt oder für einen Prozess kennzeichnende Eigenschaften darstellen.<sup>71</sup>

Der Begriff Standard beschreibt in diesem Zusammenhang die „erreichte Höhe“ eines „Qualitätsniveaus“.<sup>72</sup> Der Standard repräsentiert eine zeitgemäße Nachfrage und entspricht den gesetzlichen und technischen Anforderungen.<sup>73</sup> Der Standard nimmt Einfluss auf die variierenden funktionalen sowie physischen, morphologischen Anforderungen, die sich in einer unterschiedlichen Ausprägung von Bauteilen (Form, Gestalt, Struktur, Materialität, Bauweise) und ggf. in der Existenz von zusätzlichen Bauteilen (insb. TGA) auswirken.<sup>74</sup>

Direkt quantifizierbare Eigenschaften, wie der Standard von Bauteilen (Ausstattungsstandard), haben Auswirkung auf Zahlungsströme über die Gesamtnutzungsdauer bzw. die Lebenszykluskosten und Lebenszykluserträge, welche in der Planung prognostiziert oder im Betrieb gemessen werden können. Nicht direkt quantifizierbare Eigenschaften sind nicht über die Bestimmung der quantifizierbaren Kosten oder Erträge direkt quantifizierbar.<sup>75 76 77</sup>

### 2.1.3 Der Ertrag und die Kosten im Lebenszyklus von Immobilien

Die Einzahlungen ergeben über die gesamte Nutzungsdauer die Lebenszykluserträge (Life Cycle Revenue = LCR). Sie gliedern sich grundsätzlich in ordentliche und neutrale Erträge, Formel 2-1. Ordentliche Erträge sind nachhaltig aus dem Kerngeschäft erzielbar und neutrale Erträge sind betriebsfremde, außergewöhnliche oder bewertungsbedingte Erfolgskomponenten.<sup>78</sup>

$$LCR = \Sigma \text{ ordentliche} + \Sigma \text{ neutrale Erträge}$$

**Formel 2-1: Bestimmung der Lebenszykluserträge einer Immobilie.<sup>79</sup>**

---

71 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN EN ISO 9000 – Qualitätsmanagementsysteme, Grundlagen und Begriffe. Z. 4.

72 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 35.

73 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation. Lehrstuhl Bauprozessmanagement u. Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

74 Vgl. Mair, T.: Graue Energie im Lebenszyklus in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. Masterarbeit. Technische Universität München, 2021, S. 178-185.

75 Vgl. Rottke, N.; Wernecke, M.; Lebenszyklus von Immobilien, In: Schulte, Karl-Werner: Immobilienökonomie, Bd. 1, 4. Aufl., Oldenbourg Verlag, München, 2008, S. 211.

76 Vgl. Schaule, M.: Nachhaltigkeit in der Immobilienentwicklung - Untersuchung und Entwicklung von Anreizstrukturen; In: Zimmermann, J.: TAGUNGSBAND. 1. agenda4 Forschungssymposium der Baubetriebs- und Immobilienwissenschaften. Schriftenreihe agenda4: Forschung und Entwicklung in der Bau- und Immobilienwirtschaft, München 2010, S. 179.

77 Vgl. Haase, R.: Ertragspotentiale – hedonische Mietpreismodellierungen am Beispiel von Büroimmobilien, Dissertation an der ETH Zürich, 2011, S. 36.

78 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

79 Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

Neben dem Funktionsbetrieb gibt es eine Vielzahl von Prozessen, wie etwa die Instandsetzung, die diesen erst ermöglichen. Der Betrieb einer Immobilie setzt sich aus dem Funktionsbetrieb und dem Objektbetrieb zusammen.<sup>80</sup> Der Objektbetrieb enthält die Bewirtschaftung und Finanzierung des eigentlichen Objektes und generiert die Kosten der Immobilie. Werden alle Kosten der Immobilie kumuliert, beginnend von der ersten Idee über Planung, Erstellung, Betrieb und Verwertung, so spricht man von Lebenszykluskosten (Life Cycle Cost = LCC). Diese werden aus den Erstinvestitionskosten (EIK), den zukünftigen Investitionskosten (IK) und allen Kosten aus dem Betrieb (BK) gebildet, vgl. Formel 2-2. Zu den Erstinvestitionskosten zählen Grundstückskauf, Planung und Bau von Gebäuden mit deren Herstellungskosten (HK) sowie der Kauf von Maschinen. Zukünftige Investitionskosten sind Investitionen für den Ersatz eines Produktionsmittels gleicher Bauart, wie beispielsweise Instandsetzungskosten (IZK). Der Nominalzins  $Z$  ist der Zinssatz, der für das geliehene Kapital zu zahlen ist und setzt sich aus dem Realzins und dem Preissteigerungsindex zusammen. Der Nominalzins berücksichtigt damit den zu erwartenden Geldverlust.<sup>81</sup> Die HK und IZK werden zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung ermittelt. Verwendete Kostenansätze entsprechen den Marktpreisen zu diesem Zeitpunkt. Die IZK fallen je nach Bauteilersatz erst in der Zukunft an und sind dann unter Berücksichtigung der Preisentwicklung und des jeweils aktuellen Diskontierungszinssatzes anzupassen.<sup>82</sup>

$$LCC = \sum_{i=KG100}^{i=KG700} EIK_i + \sum_{t>j}^n [EIS_t + V_t + M_t + R_t] + \sum_{t>j}^n [SK_t + VW_t + ORK_t + I_t + W_t + BIS_t + VK_t] + \sum Z$$

**EIK**

Erstinvestitionskosten

**IK<sub>t</sub>**

Zukünftige Investitionskosten

**BK<sub>O</sub>**

Betriebskosten aus Objektbetrieb

**BK<sub>F</sub>**

Betriebskosten aus Funktionsbetrieb

**GIK**

Gesamtinvestitionskosten

**BK**

Betriebskosten

$j = \text{Zeitpunkt der Inbetriebnahme}; n = \text{Zeitpunkt der Verwertung}$

**Formel 2-2: Bestimmung der Lebenszykluskosten / Life Cycle Cost LCC von Immobilien.**<sup>83</sup>

Der Immobilienwirkungsgrad beschreibt das Verhältnis aus Lebenszykluserträgen (LCR) und Lebenszykluskosten (LCC) einer Immobilie über die Gesamtnutzungsdauer, vgl. Formel 2-3.<sup>84</sup>

$$\text{Immobilienwirkungsgrad} = LCR / LCC$$

**Formel 2-3: Bestimmung des Immobilienwirkungsgrads im Lebenszyklus von Immobilien.**<sup>85</sup>

80 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

81 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

82 Wöhe, G.; Döring, U.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 25. Auflage, Verlag Franz Vahlen, München, 2013, S. 472.

83 Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

84 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

85 Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 117.

## 2.1.4 Die Bewertung von Immobilien

Die Bewertung ist eine Methode zur Lösung von Entscheidungsproblemen.<sup>86</sup> Eine besondere Form von Entscheidungsproblemen in Bezug auf Wirtschaftsgüter sind Investitionsentscheidungen.<sup>87</sup> Das Maß für die Vergleichbarkeit von Gütern ist über deren Fähigkeit begründet, menschliche Bedürfnisse zu befriedigen. Geld dient als Vertreter für diese Bedürfnisse.<sup>88</sup> Der Wert eines Gutes wird nach der neoklassischen Theorie nicht über dessen Produktionskosten, sondern allein durch Angebot und Nachfrage auf den Märkten festgelegt.<sup>89</sup> Bewertungsmethoden simulieren diese Preisbildung am Markt.<sup>90</sup> Der Preis einer Immobilie muss dabei nicht ihrem Wert entsprechen.<sup>91</sup> Der Wert einer Immobilie entsteht über deren Zahlungsströme bzw. dessen bereits angesprochene Einnahmen aus der Nutzung, vgl. Kapitel 2.1.2. Ohne Nachfrage und damit gleichbedeutend auch ohne Einzahlungen ist eine Immobilie wertlos.<sup>92</sup>

### 2.1.4.1 Die Rendite von Immobilien

Immobilieninvestitionen sind eine unter vielen Anlagemöglichkeiten des Finanzmarktes.<sup>93</sup> Immobilientypen mit betriebswirtschaftlich messbarer Nutzung müssen die Anforderungen des Finanzmarktes hinsichtlich einer definierten „Rendite-Risiko-Relation“<sup>94</sup> (Nutzen / Kosten-Verhältnisses) erfüllen. Die Rendite setzt den erwirtschafteten Gewinn (Ertrag – Kosten > 0) ins Verhältnis zum eingesetzten Kapital. Je nach Bezugsgröße lassen sich verschiedene Kennzahlen für die Rentabilität bestimmen. In der Literatur werden die Begriffe Rentabilität und Rendite oft subsumiert, wobei im Kontext von einzelnen Investitionsgütern in der Regel von Rendite gesprochen wird, sodass sie hier als Synonym verwendet werden.<sup>95 96</sup>

Abbildung 2-2 zeigt beispielhaft die Entwicklung der Spitzenrenditen von 2009 bis 2019 unterschiedlicher Immobilientypen in den Top 7 Städten in Deutschland.<sup>97 98 99</sup> Die dargestellte Spitzenrendite als (Brutto-) Anfangsrendite entspricht dem Verhältnis von Ertrag zu Marktwert (vgl. Kapitel 2.1.3.4) für Immobilien mit höchstem Standard der Ausstattung in den absoluten Spitzenlagen am jeweiligen Immobilienmarkt.<sup>100</sup>

---

86 Vgl. Gutenberg, E.; Hasenack, W.; Hax, K.; Schäfer, E.; Engels, Wolfram: Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie. Wiesbaden 1962, S. 33.

87 Vgl. Kruschwitz, L.: Investitionsrechnung. 13., aktualisierte Aufl. München 2011, S. 1.

88 Vgl. Aristoteles; Gigon, O.: Die Nikomachische Ethik. 6. Auflage, Deutscher Taschenbuch Verlag, München 1986, S. 165-166.

89 Vgl. Marshall, A.: Principles of Economics. Eighth Edition, Palgrave Macmillan, Basingstoke 2013, S. 288.

90 Vgl. Francke, H.-H.: Immobilien als Vermögensgüter und Besonderheiten von Immobilieninvestitionen. In: Immobilienökonomie - Band IV: Volkswirtschaftliche Grundlagen. Hrsg. Karl-Werner Schulte, München, 2008, S. 30.

91 BGH, Urteil vom 25. Oktober 1967, Az. VIII ZR 215/66.

92 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation. Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. München, 2014, S. 24.

93 Vgl. Schierenbeck, Henner: Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre. 18., überarb. Aufl., Studienausg. München, 2012, S. 7.

94 Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115.

95 Vgl. Thommen, J.-P.; Achleitner, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht. 7. Auflage, Imprint Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012, S. 570.

96 Wöhe, G.; Döring, U.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 25. Auflage, Verlag Franz Vahlen, München, 2013, S. 472.

97 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

98 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation. Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. München, 2014, S. 24.

99 Vgl. Zimmermann, J.; Eber, W.; Tilke, C.: Unsicherheiten bei der Realisierung von Bauprojekten - Grenzen einer wahrscheinlichkeitbasierten Risikoanalyse. In: Bauingenieur, Heft 89, 2014, S. 273.

100 Savills: Investment-Markt Deutschland, Marktdaten, Entwicklung der Spitzenrenditen der Top 7 Städte in Deutschland, 2019.

### Spitzenrenditen (Ø Top 7)

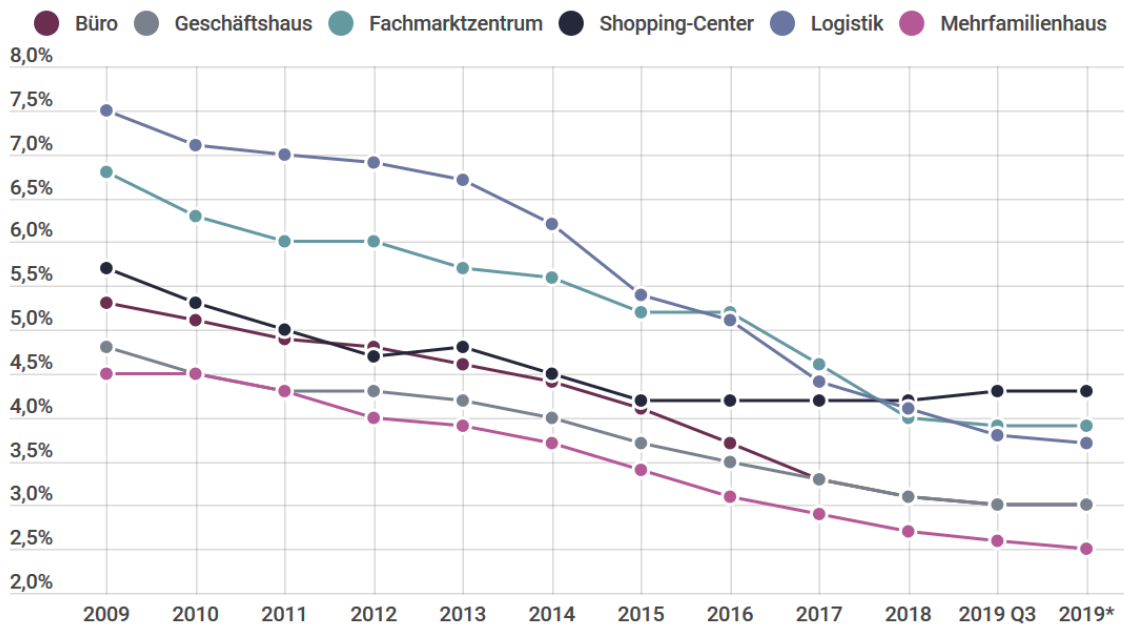


Abbildung 2-2: Die Entwicklung der Spitzenrenditen von 2009 bis 2019 unterschiedlicher Immobilientypen in den Top 7 Städten in Deutschland.<sup>101</sup>

Die Investitionsentscheidung von Immobilieninvestoren leitet sich aus der Verzinsung einer Alternativinvestition, der Finanzierung der geplanten Investition oder aus anderen subjektiven Kriterien, wie etwa der Renditeerwartung des Investors, ab. Die Renditeerwartung ergibt sich u.a. aus den Risikogesichtspunkten einer Investition, da der letztendliche Erfolg von der Entwicklung des zukünftigen wirtschaftlichen Umfeldes determiniert wird. Diese Entwicklung kann jedoch aufgrund der Zukunftsorientierung nicht mit Sicherheit prognostiziert werden und ist mit Unsicherheit bzw. Risiko behaftet.<sup>102 103</sup>

#### 2.1.4.2 Das Risiko von Immobilien

Der allgemeine Risikobegriff ist mit den Begriffen Unsicherheit und Ungewissheit verbunden. Die ISO 31000 definiert beispielsweise das Risiko als Auswirkung von Unsicherheiten auf Ziele. Die genannte Auswirkung wird weiter definiert als Abweichung von der Erwartung, die sowohl positiv als auch negativ oder beides sein kann und Chancen (Möglichkeiten) sowie Gefahren (Bedrohungen) verursachen kann.<sup>104</sup>

Nach MAUER liegt das Risiko unter besonderer Berücksichtigung des Betrachtungsgegenstandes, der Immobilie, in der Unsicherheit der Annahme über die Höhe

<sup>101</sup> Savills: Investment Markt Deutschland, 2019.

<sup>102</sup> Vgl. Mauer, C.: Diskontierung von Zahlungsströmen bei der Immobilienbewertung unter besonderer Berücksichtigung der systemischen Risiken. Dissertation, Technische Universität, München, 2019.

<sup>103</sup> Vgl. Zimmermann, J.; Eber, W.; Tilke, C.: Unsicherheiten bei der Realisierung von Bauprojekten - Grenzen einer wahrscheinlichkeitbasierten Risikoanalyse. In: Bauingenieur, Heft 89, 2014, S. 281.

<sup>104</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN ISO 31000:2018, Risikomanagement – Leitlinien, S. 7.



zukünftiger Zahlungsströme. Umweltzustände können sich in positiven als auch negativen Abweichungen vom Erwartungswert dieser Zahlungsströme auswirken.<sup>105</sup>

Grundsätzlich trägt der Investor das Risiko, dass zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung nicht alle Anforderungen (Kosten) der Nutzung sowie der Finanzwirtschaft erfasst sind. Die Risiken der Immobilieninvestition gliedern sich in systemische Risiken und nicht systemische Risiken. Während das systemische Risiko z.B. mit den politischen Rahmenbedingungen und den Gesetzen seinen Ursprung im jeweiligen Immobilienmarkt findet, entsteht das nicht systemische Risiko ausschließlich durch objektspezifische Faktoren. Die Erstinvestitionskosten (z.B. Herstellungskosten) und die zukünftigen Investitionskosten (z.B. Instandsetzungskosten) sind dem Bereich der Objektrisiken zuzuordnen, vgl. Abbildung 2-3.<sup>106</sup>

Systemische Risiken (Markt- und Standortrisiken)	Nicht systemische Risiken (Objektspezifische Risiken)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine wirtschaftliche Entwicklung</li> <li>- Politische Rahmenbedingungen</li> <li>- Steuerliche Rahmenbedingungen</li> <li>- Demographie</li> <li>- Entwicklung des Immobilienmarktes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lage</li> <li>- Erstinvestitionskosten</li> <li>- Zukünftige Investitionskosten</li> <li>- Betriebskosten</li> <li>- Materieller und immaterieller Zustand</li> <li>- Restnutzungsdauer</li> <li>- Mietausfallwagnis / Leerstandsrisiko</li> </ul>

Abbildung 2-3: Systemische und nicht systemische Risiken.<sup>107</sup>

### 2.1.4.3 Relevanz der Grauen Energie für die Immobilieninvestition

Eine sich abzeichnende Entwicklung am Immobilienmarkt hat relevante Auswirkungen für den Investor hinsichtlich Grauer Energie, Kosten und Erträge. Die Verschärfung von Gesetzen, die Einführung von CO<sub>2</sub>-Abgaben, steigende Preise für fossile Energieträger, Strom und Wasser, die Zunahme neuer Gebäudetechnik und neuer Baumaterialien sowie die vorzugsweise Nutzung erneuerbarer Energien erfordern einen höheren Standard hinsichtlich der Umweltqualität von Immobilien.<sup>108</sup> Die Umweltqualität von Gebäuden wird gem. MEINS et al. vor allem durch die energetischen Eigenschaften des Gebäudes im Zusammenhang mit gesetzlichem/normativem Anforderungsniveau, dem Wärmeschutzniveau der Gebäudehülle, der Effizienz der Energieversorgung, Art und Umfang der Nutzung erneuerbarer Energie sowie der Umweltverträglichkeit eingesetzter Bauprodukte (u. a. Primärenergieaufwand bzw. Graue

<sup>105</sup> Vgl. Mauer, C.: Diskontierung von Zahlungsströmen bei der Immobilienbewertung unter besonderer Berücksichtigung der systemischen Risiken. Dissertation, Technische Universität, München, 2019.

<sup>106</sup> Vgl. Thommen, J.-P.; Achleitner, Ann-Kristin: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre - Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht. 7., vollst. überarb. Aufl. Wiesbaden, 2012, S. 680.

<sup>107</sup> Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre, In: Bauingenieur. Band 90, Springer VDI Verlag, Düsseldorf, 2015, S. 5.

<sup>108</sup> Vgl. Strunk, S.: Nachhaltigkeitsrating zur Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Immobilien, Dissertation, Universität Stuttgart (D93), Hrsg. Prof. Dr. C. Stoy, Oldenburg Verlag, 2016.

Energie) beschrieben.<sup>109</sup> In Bezug auf Graue Energie erfordert der steigende Standard z.B. durch die Ausweitung der Niedrigenergiebauweise tendenziell mehr Materialeinsatz und technische Anlagen, welche wiederum zu einer Erhöhung des nicht erneuerbaren Primärenergieverbrauchs führen.<sup>110</sup> Zusätzlich lässt diese Entwicklung künftig steigende Kosten z.B. für die Herstellung und Instandsetzung der Immobilie vermuten.

Im Rahmen des gesellschaftlichen Wertewandels hat das Bewusstsein gegenüber der Umwelt und der Gesundheit auch bei Immobiliennutzern erhöhten Stellenwert<sup>111</sup>, der durch gegenwärtige und zukünftige Nutzung Nachfrage generiert. Gebäude, die nicht nachgefragt werden, sind zunächst wertlos.<sup>112</sup> Ökologische Nachhaltigkeitsaspekte haben gem. BARTHAUER seit 2008 steigende Relevanz bei Anmietentscheidungen und wurden von SCHAULE 2014 in einem Leitfaden für Projektentwickler zur Objektkonzeption nachhaltiger Bürogebäude konkretisiert.<sup>113</sup> <sup>114</sup> So stellen gem. SCHAULE „neben der Nutzung von Solarenergie, die Regenwassernutzung, auch die Verwendung bzw. der Einbau von ökologischen Materialien und das zur Verfügung stellen von Informationen zu den eingebauten Materialien und Baustoffen (Dokumentation) Kriterien dar, um sich im Markt von Wettbewerbern positiv zu differenzieren“<sup>115</sup>. Diese Eigenschaften der Umweltverträglichkeit von Immobilien können Einfluss auf die Zufriedenheit und die Zahlungsbereitschaft von Nutzern nehmen.<sup>116</sup> KORNBLUM schlussfolgerte, dass die Graue Energie zur Bewertung der Ökologie von Baustoffen eine relevante Größe darstellt.<sup>117</sup> Sie gilt als ein Parameter, mit dem sich ein Investor von Neubau- als auch Bestandsimmobilien im Wettbewerb um Nutzer von anderen differenzieren kann, da sie nicht gesetzlich geregelt ist oder den anerkannten Regeln der Technik entspricht.<sup>118</sup>

Im Rahmen der beschriebenen Auswirkungen in Bezug auf Lebenszykluserträge und Lebenszykluskosten kann demnach die Graue Energie bzw. deren Optimierung eine Chance als auch eine Gefahr für Neubau und Bestand darstellen. Die Graue Energie wird durch die eingesetzten Bauteile der Immobilie generiert und ist daher entsprechend vorangegangenen Kapitel dem Objektrisiko zuzuordnen. Die Graue Energie wie auch die Herstellungs- und

---

109 Vgl. Meins, E., Lützkendorf, T., Lorenz, D., Leopoldsberger, G., Frank, S. O., Burkhard, H.-P., Stoy, C., Bienert, S.: Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien, Leitfaden für Deutschland, Österreich und die Schweiz (NUWEL). CCRS (Hrsg.), Universität Zürich, Zürich, 2011.

110 Vgl. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München: Graue Energie von Einfamilienhäusern in Niedrigenergie-Gebäudestandard. Forschungsbericht, München, 2019, S.3-4.

111 Vgl. Strunk, S.: Nachhaltigkeitsrating zur Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Immobilien, Dissertation, Universität Stuttgart (D93), Prof. Dr. C. Stoy, Oldenburg Verlag, 2016.

112 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

113 Vgl. Barthauer, M.: Ökologische Nachhaltigkeit von Büroimmobilien, Studie von Jones Lang LaSalle, 2008.

114 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

115 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

116 Vgl. Zimmermann, J., Schaule, M.: Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. Technische Universität München. TUM Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung – Band 26, 2011.

117 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.

118 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

Instandsetzungskosten liegen durch die planerische Festlegung der Bauteile <sup>119</sup> im Einflussbereich des Bauherrn bzw. Investors. Immobilientypen mit betriebswirtschaftlich messbarem Funktionsbetrieb müssen die Anforderungen des Finanzmarktes erfüllen<sup>120</sup>, sodass entstehende Imageverluste aus der Sphäre der Ökologie, der die Graue Energie zuzuordnen ist, das systemische Risiko beeinflussen können.<sup>121</sup>

#### 2.1.4.4 Die Verfahren der Investitionsrechnung

Ziel von Investitionsrechnungen ist die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Investition, welche eine wesentliche Grundlage der Investitionsentscheidung darstellt. Es wird versucht, die Vorteilhaftigkeit eines Investitionsobjektes gegenüber Investitionsalternativen zu erkennen und auf diese Weise Investitionsentscheidungen vorzubereiten und wirtschaftlich zu fundieren.<sup>122</sup> Grundsätzlich wird zwischen den statischen Verfahren und den dynamischen Verfahren sowie Verfahren zur Berücksichtigung von Unsicherheit unterschieden, vgl. Abbildung 2-4.<sup>123 124</sup> Bei allen Verfahren der Investitionsrechnung werden verschiedene Eingangsgrößen zu einer Ergebnisgröße verrechnet, die als Entscheidungskriterium dient. Mit Unsicherheit sind die Eingangsgrößen der Verfahren verbunden, die in der Zukunft auftreten, und deren Schätzung zum Bewertungsstichtag nicht mit Sicherheit prognostiziert werden kann. Die Eingangsgrößen einer Investitionsrechnung werden durch die verschiedenen, zukünftigen Umweltzustände der systemischen und nicht systemischen Risiken beeinflusst.<sup>125</sup>

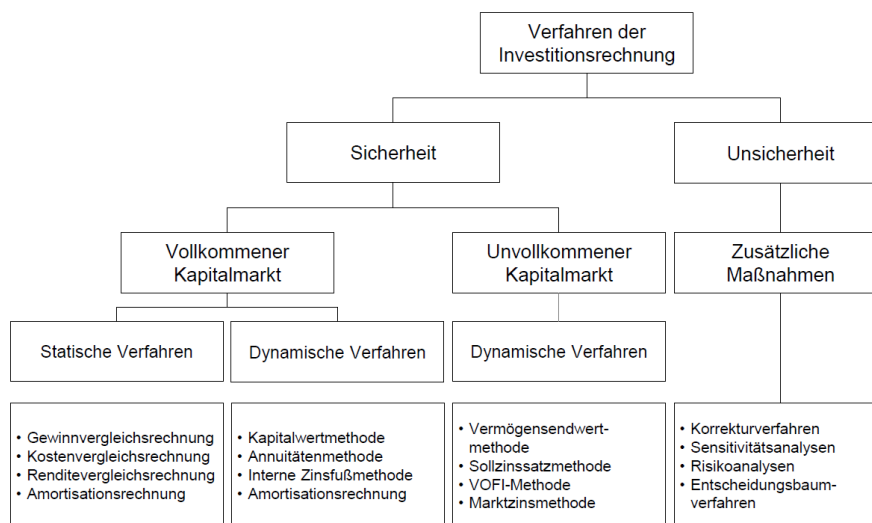


Abbildung 2-4: Gliederung der Verfahren von Investitionsrechnungen.<sup>126</sup>

119 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P.: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, S. 8.4.

120 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, März 2015, S.115.

121 Vgl. Meins, E., Lützkendorf, T., Lorenz, D., Leopoldsberger, G., Frank, S. O., Burkhard, H.-P., Stoy, C., Bienert, S.: Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien, Leitfaden für Deutschland, Österreich und die Schweiz (NUWEL). CCRS (Hrsg.), Universität Zürich, 2011.

122 Vgl. Busse von Colbe, W. und Witte F.: Investitionstheorie und Investitionsrechnung. 5. Aufl. Berlin 2018, S. 4.

123 Vgl. Busse von Colbe, W. und Witte F.: Investitionstheorie und Investitionsrechnung. 5. Aufl. Berlin 2018, S. 20-21.

124 Vgl. Kruschwitz, L.: Investitionsrechnung. 13., aktualisierte Aufl. München 2011, S. 25.

125 Vgl. Wöhe, G.; Kaiser, H.; Döring, U.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 25., überarb. und aktualisierte Aufl. München 2013, S. 509.

126 Kruschwitz, L.: Investitionsrechnung. 13., aktualisierte Aufl. München 2011, S. 25.

Die statischen Investitionsrechenverfahren bewerten Kosten und Erlöse einer Investition und berücksichtigen vereinfachend nicht oder nur indirekt die ggf. unterschiedlichen Zeitpunkte der einzelnen Ein- und Auszahlungen.<sup>127</sup> Die dynamischen Verfahren berücksichtigen hingegen den jeweiligen Zeitpunkt der Zahlungen.<sup>128</sup> Die Grundlage dynamischer Bewertungsverfahren bildet die Barwertberechnung der Finanzmathematik<sup>129</sup>, sodass auf diese im Folgenden eingegangen wird und für die detaillierte Beschreibung der Investitionsrechnungsarten auf die Arbeiten von MAUER und SCHLACHTER verwiesen wird.<sup>130 131</sup> Die Barwertrechnung bestimmt den heutigen Wert durch die Kapitalisierung künftiger Zahlungsströme mit Hilfe eines Diskontierungszinssatzes, vgl. Formel 2-4.

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{Z_t}{(1+i)^t}$$

wobei:  $PV$  = Barwert der Investition (engl. present value),  $Z_t$  = Zahlungsstrom zum Zeitpunkt  $t$ ,  $i$  = Diskontierungszinssatz,  $t$  = Periodenindex,  $n$  = Laufzeit des Investitionsprojektes (Anzahl Perioden)

**Formel 2-4: Der Barwert (PV) von zukünftigen Zahlungen.**<sup>132</sup>

Mit dem Diskontierungszinssatz wird der Zeitwert des Geldes bewertet, sodass der heutige Wert einer zukünftigen Zahlung umso kleiner ist, je weiter diese in der Zukunft liegt.<sup>133</sup> Der Diskontierungszinssatz ermöglicht die Berücksichtigung des mit der Investition verbundenen Risikos.<sup>134</sup> Der heutige Wert einer künftigen, unsicheren Zahlung ist umso kleiner, je größer das Risiko ist, dass sich die erwartete Zahlung vermindert oder gar entfällt.<sup>135</sup> In Bezug auf Immobilieninvestitionen lassen sich nach MAUER nur systemische Risiken im Diskontierungszinssatz berücksichtigen.<sup>136</sup> Beispielsweise kann ein angesprochener Imageverlust infolge sich wandelnder Trends im Diskontierungszinssatz Berücksichtigung finden.<sup>137</sup> Das nicht systemische Risiko, einschließlich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie Graue Energie (vgl. Kapitel 2.1.4.3), spiegelt sich in den zugrundeliegenden Zahlungsströmen der Investition wider.<sup>138</sup>

#### 2.1.4.5 Die Verkehrswertermittlung von Immobilien

Am Markt werden Immobilien als Wirtschaftsgüter getauscht bzw. gehandelt. Jeder Transaktion durch An- oder Verkauf geht zur Ermittlung der jeweiligen Preisvorstellungen eine vorherige

---

127 Vgl. Busse von Colbe, W. und F. Witte: Investitionstheorie und Investitionsrechnung. 5. Aufl. Berlin 2018, S. 20-21.

128 Vgl. Busse von Colbe, W. und F. Witte: Investitionstheorie und Investitionsrechnung. 5. Aufl. Berlin 2018, S. 21.

129 Vgl. Busse von Colbe, W. und F. Witte: Investitionstheorie und Investitionsrechnung. 5. Aufl. Berlin 2018, S. 21.

130 Vgl. Mauer, C.: Diskontierung von Zahlungsströmen bei der Immobilienbewertung unter besonderer Berücksichtigung der systemischen Risiken. Dissertation, Technische Universität, München, 2019, S.151.

131 Vgl. Schlachter, M.: Einfluss von Objekt- und Standorteigenschaften auf den Wert von Wohnimmobilien. Dissertation, Technische Universität, München, 2019, S.151.

132 Vgl. Thommen, J.-P.; Achleitner, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre - Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht. 7., vollst. überarb. Aufl. Wiesbaden, 2012, S. 680.

133 Vgl. Kruschwitz, L.: Investitionsrechnung. 13., aktualisierte Aufl. München, 2011, S. 80.

134 Vgl. Thommen, J.-P.; Achleitner, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre - Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht. 7., vollst. überarb. Aufl. Wiesbaden, 2012, S. 680.

135 Vgl. Kruschwitz, L.: Investitionsrechnung. 13., aktualisierte Aufl. München 2011, S. 357.

136 Vgl. Mauer, C.: Diskontierung von Zahlungsströmen bei der Immobilienbewertung unter besonderer Berücksichtigung der systemischen Risiken. Dissertation, Technische Universität, München, 2019, S.151.

137 Vgl. Meins, E., Lützkendorf, T., Lorenz, D., Leopoldsberger, G., Frank, S. O., Burkhard, H.-P., Stoy, C., Bienert, S.: Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien, Leitfaden für Deutschland, Österreich und die Schweiz (NUWEL). CCRS (Hrsg.), Universität Zürich, Zürich, 2011.

138 Vgl. Mauer, C.: Diskontierung von Zahlungsströmen bei der Immobilienbewertung unter besonderer Berücksichtigung der systemischen Risiken. Dissertation, Technische Universität, München, 2019, S.151.

Bewertung, d.h. ein Versuch zur Simulation des Werts im Markt, voraus.<sup>139, 140, 141, 142</sup> Kauf und Verkauf, Bilanzierung für Jahresabschlüsse, Zwangsversteigerungen, Optimierung der Vermögensstruktur, steuerliche Optimierungen, Ermittlung von Beleihungswerten und Wirtschaftlichkeitsberechnungen stellen Anlässe dar, den Verkehrswert von Immobilien zu bestimmen.<sup>143</sup>

„Der Verkehrswert (Marktwert) wird durch den Preis bestimmt, der in dem Zeitpunkt, auf den sich die Ermittlung bezieht, im gewöhnlichen Geschäftsverkehr nach den rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks oder des sonstigen Gegenstands der Wertermittlung ohne Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse zu erzielen wäre“<sup>144</sup>. Der Verkehrswert einer Immobilie setzt sich zusammen aus dem Wert des Grundstücks und dem Wert seiner Bestandteile, die in der Regel ein Bauwerk bzw. eine bauliche Anlage beinhalten.<sup>145</sup>

Zur Verkehrswertermittlung existieren internationale und nationale Verfahren. Diese werden in MAUER<sup>146</sup> und SCHLACHTER<sup>147</sup> eingehend beschrieben und analysiert, sodass aufgrund der Ähnlichkeit mit dem deutschen Ertragswertverfahren nur auf die nationalen Verfahren der Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV) eingegangen wird. Abbildung 2-5 stellt das Vergleichswert-, Sachwert- und Ertragswertverfahren mit Bezug zu den einschlägigen Paragraphen dar.

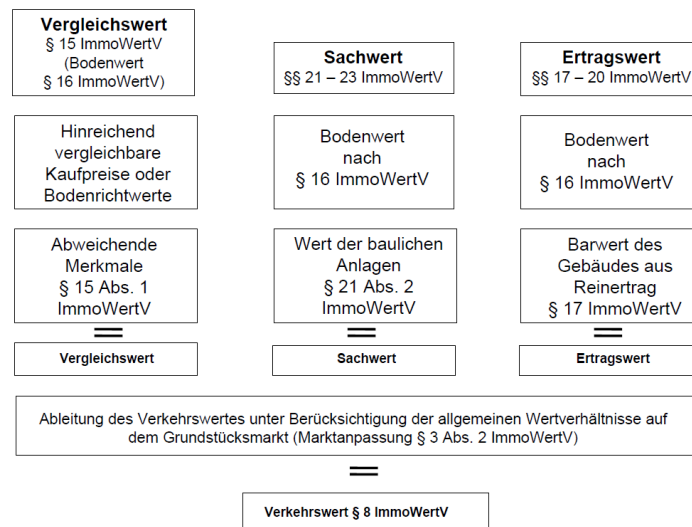


Abbildung 2-5: Wertermittlungsverfahren nach ImmoWertV.<sup>148</sup>

139 Vgl. Münstermann, H.: Wert und Bewertung der Unternehmung. Dritte Auflage. Wiesbaden 1970, S. 12.

140 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation, Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. München, 2014, S. 35.

141 Vgl. Fischbach, R., Wollenberg, K.: Volkswirtschaftslehre 1, Einführung und Grundlagen mit Lösung. R. Oldenburg Verlag, München, 2007.

142 Vgl. Herdzina, K.: Einführung in die Mikroökonomik, 2. Auflage, Franz Vahlen Verlag, München, 1991, S. 2.

143 Vgl. Preuß, N., & Schöne, L. (2010). Real Estate and Facility Management (3. Ausg.). Berlin: Springer Verlag. Sandner, S., & Weber, U. (Hrsg.). (2003). Lexikon der Immobilienwertermittlung. Köln: Bundesanzeiger Verlag, S. 96.

144 § 194 Baugesetzbuch (BauGB). 2017, S. 97.

145 § 194 Baugesetzbuch (BauGB). 2017, S. 97.

146 Vgl. Mauer, C.: Diskontierung von Zahlungsströmen bei der Immobilienbewertung unter besonderer Berücksichtigung der systemischen Risiken. Dissertation, Technische Universität, München, 2019.

147 Vgl. Schlachter, M.: Einfluss von Objekt- und Standorteigenschaften auf den Wert von Wohnimmobilien. Dissertation, Technische Universität, München, 2019.

148 Alda, W., & Hirschner, J.: Projektentwicklung in der Immobilienwirtschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016, S. 51.

Herstellungskosten gehen im Sachwertverfahren (vgl. §21-23) ein und sind im Rahmen der „Normalherstellungskosten“ in Abhängigkeit von Gebäudeart und Standard zu bestimmen. Die jährlichen Instandsetzungskosten gehen im Ertragswertverfahren zur Berechnung des Reinertrags bei den Bewirtschaftungskosten ein (vgl. §17-20). Die Graue Energie wird nicht genannt und geht nicht direkt in die Wertermittlungsverfahren ein. Alle Verfahren basieren explizit oder implizit auf einem Vergleichsansatz, sodass die Graue Energie, sofern sie transparent und belastbar vorliegt, beispielsweise u.a. in der Marktanpassung §3 indirekt berücksichtigt werden könnte.<sup>149</sup>

## **2.2 Die Ermittlung der Herstellungskosten**

Gem. vorangegangenem Kapitel stellen die Herstellungskosten eine relevante Eingangsgröße in der Immobilienbewertung auf der Kostenseite dar. Im Folgenden werden die Grundlagen und der Stand der Forschung zur Herstellungskostenermittlung beschrieben. Weiter werden die Anforderungen der Kostenermittlung zu Investitionsentscheidung dargestellt und Verfahren zur Bestimmung der Herstellungskosten auf Basis der Literatur bewertet und anschließend Bezug zum Stand der Forschung, der Kostenermittlung auf Basis von Standardraumstrukturen<sup>150</sup>, genommen.

### **2.2.1 Der Kenntnisstand bei Realisierungsentscheidung**

#### **2.2.1.1 Die Gestaltungsplanung im Prozess der Immobilienentwicklung**

Die Entwicklung und Realisierung von Immobilien werden durch das Bedürfnis nach Nutzung und dessen Befriedigung gestartet. Aufbauend auf den Forderungen von Investoren und Bauherrn zur optimalen Erfüllung der Nutzungsbedürfnisse folgen die Projektentwicklung, Projektrealisierung und der Betrieb (Objektbetrieb und Funktionsbetrieb) einer Immobilie, welche die Prozesse der Immobilienentwicklung darstellen, vgl. Abbildung 2-6.<sup>151</sup> Überregionale und kommunale Planungen (Flächenentwicklung) gehen der Projektentwicklung voraus. Phasenübergänge sind so zu gestalten, dass relevante Informationen in die nächste Phase übertragen werden.<sup>152</sup>

Der Realisierungsentscheidung am Ende der Immobilienprojektentwicklung kommt Bedeutung zu, da zu diesem Zeitpunkt vom Bauherrn über die Umsetzung des Projekts entschieden wird. Die Projektentwicklung beinhaltet „alle Untersuchungen und Nachweise, die auf der Grundlage der bauplanerischen und bauordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen zu einer genehmigungsfähigen Objektkonzeption führen und für die Erfüllung der Investorenanforderungen hinreichend sind“<sup>153</sup>, um die Realisierungsentscheidung des Projektes

---

149 Vgl. Lorenz, D. P.: The application of sustainable development principles to the theory and practice of property valuation, Karlsruhe, 2006, S. 164.

150 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2017.

151 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, März 2015, S.115.

152 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P. Hrsg.: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, S. 8.4.

153 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P. Hrsg.: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, Z. 8.3.

zu treffen. Die Objektkonzeption wird unter Berücksichtigung der vorhandenen baurechtlichen Möglichkeiten hinsichtlich Art und Maß der Nutzung definiert und entsprechend werden die Zielgrößen für die weitere Gestaltungsplanung festgelegt.<sup>154</sup>

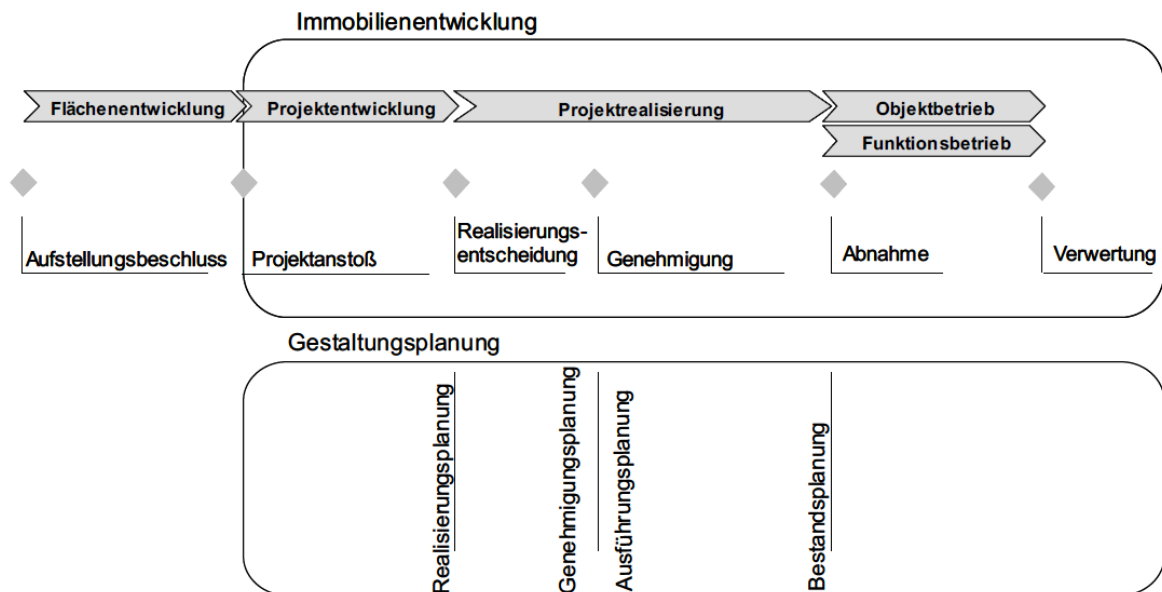


Abbildung 2-6: Phasen der Immobilienentwicklung.<sup>155</sup>

Die Gestaltungsplanung enthält alle planerischen Aktivitäten, die „das Bauwerk hinsichtlich Maß, Ästhetik, Funktion, Nutzung und Standsicherheit“<sup>156</sup> definieren. Hierzu zählen z.B. die Architektenplanung und die Tragwerksplanung, welche bei Gebäuden u.a. die Festlegung der horizontalen und vertikalen Struktur und des Standards der Bauteile sowie die Planung der technischen Ausrüstung betreffen. Die Gestaltungsplanung legt das physische Objekt fest, das sich aus den Anforderungen der Kunden bzw. der Zielgruppe und dem Nutzungskonzept ergibt. Unter Einhaltung der Vorgaben von Institutionen sind im Rahmen der Realisierungsplanung bis zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung ein möglichst genaues Mengengerüst sowie alle grundlegenden, ausstattungsbezogenen und technischen Standards zu ermitteln.<sup>157</sup>

Institutionen auf unterschiedlichen Ebenen geben Beteiligten einer Organisation grundlegende Handlungs- und Entscheidungsrechte bzw. -pflichten. Institutionen enthalten Regeln und Normen einerseits und andererseits kooperative Gebilde, wie z.B. Unternehmen oder den Staat, vgl. Abbildung 2-7.<sup>158 159</sup>

154 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P. Hrsg.: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, Z. 8.3.

155 Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P. Hrsg.: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, Z. 3.

156 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P. Hrsg.: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, Z. 8.4.

157 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P. Hrsg.: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, Z. 8.4.

158 Vgl. Picot, A.; Dietl, H.; Franck, E.: Organisation. Eine ökonomische Perspektive. 5., aktualisierte und überarb. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2012. S. 12.

159 Vgl. Zimmermann, J. und Oberhauser, I.: Öffentliches und Privates Baurecht in Schneider, K.-J.; Albert, Andrej: Bautabellen für Ingenieure. Mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Aufl. Edited by A. Goris. Köln: Werner 2012. Z. 1.2.



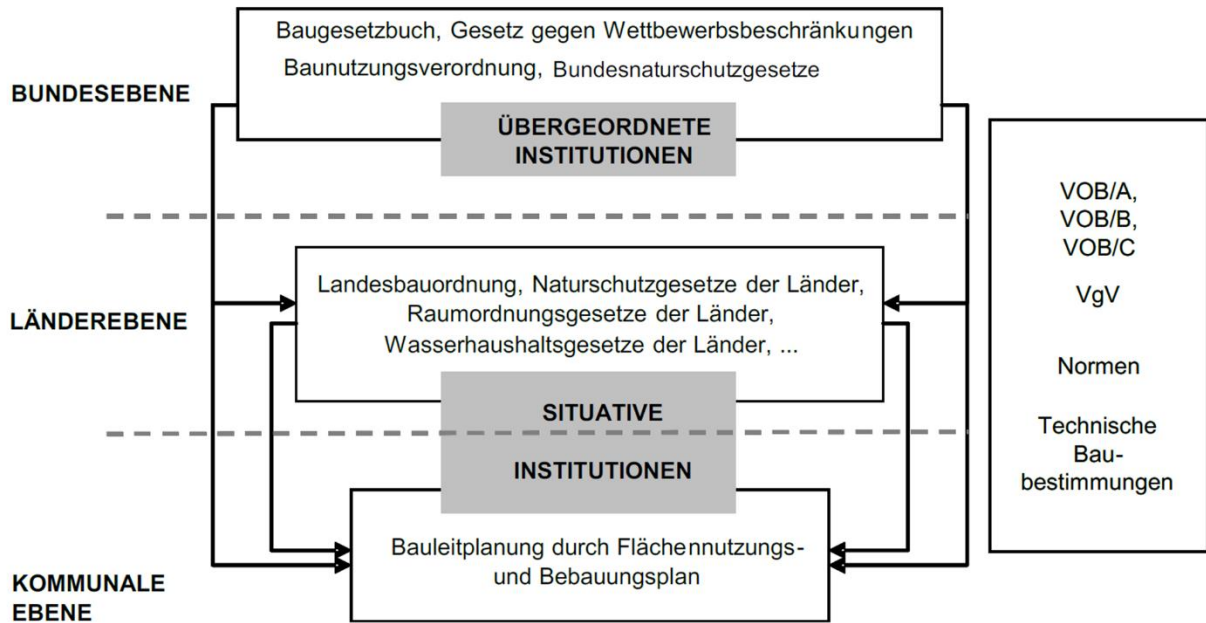


Abbildung 2-7: Anforderungen aus Institutionen.<sup>160</sup>

### 2.2.1.2 Die Beurteilung der Gestaltungsplanung anhand des Funktionalitätsgrads

Auf Basis der bis zur Realisierungsentscheidung erfolgten Gestaltungsplanung wird beurteilt, ob eine Umsetzung des Projekts nach wirtschaftlichen Aspekten sinnvoll ist. Davon leitet der Investor u.a. die Herstellungskosten ab, um sein Projekt auf Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Der Bauherr geht mit der Realisierungsentscheidung kostenrelevante Bindungen ein. Der Anteil an planerisch festgelegten Bauteilen kann mithilfe des Funktionalitätsgrad (FktG) bestimmt werden. Er gibt an, wie groß der Anteil an planerisch noch zu definierenden Herstellungskosten ist, vgl. Formel 2-5.<sup>161</sup>

$$FktG [\%] = 1 - \frac{\sum \text{Herstellungskosten Bauteil } i}{\text{Herstellungskosten Objekt}} * 100 \%$$

Formel 2-5: Funktionalitätsgrad.<sup>162</sup>

Ein Funktionalitätsgrad von 100 % bedeutet, dass keine Bauteile planerisch detailliert beschrieben sind. Ein Funktionalitätsgrad von 0 % liegt bei vollständiger Definition vor (im Sinne der Ausführungsplanung). In Abbildung 2-8 ist die Entwicklung der Festlegung der Bauteile als Beispiel für ein Gebäude anhand des Funktionalitätsgrads mit fortschreitender Gestaltungsplanung auf Grundlage der Leistungsphasen der HOAI dargestellt.<sup>163</sup>

<sup>160</sup> Zimmermann, J. und Oberhauser, I.: Öffentliches und Privates Baurecht in Schneider, K.-J.; Albert, Andrej: Bautabellen für Ingenieure. Mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Aufl. Edited by A. Goris. Köln: Werner, 2012. Z. 1.2.

<sup>161</sup> Vgl. Zimmermann, J.; Nohe, B.: Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten. Weimarer Baurechtstage, 2015, S. 7.

<sup>162</sup> Zimmermann, J.; Nohe, B.: Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten. Weimarer Baurechtstage, 2015, S. 8.

<sup>163</sup> Vgl. Nohe, B.: Einflussfaktoren auf den Steuerungsaufwand in Bauprojekten als Bewertungskriterium für die Festlegung einer Projektorganisationsform. München, Technische Universität, Dissertation, 2016, S. 56-70.



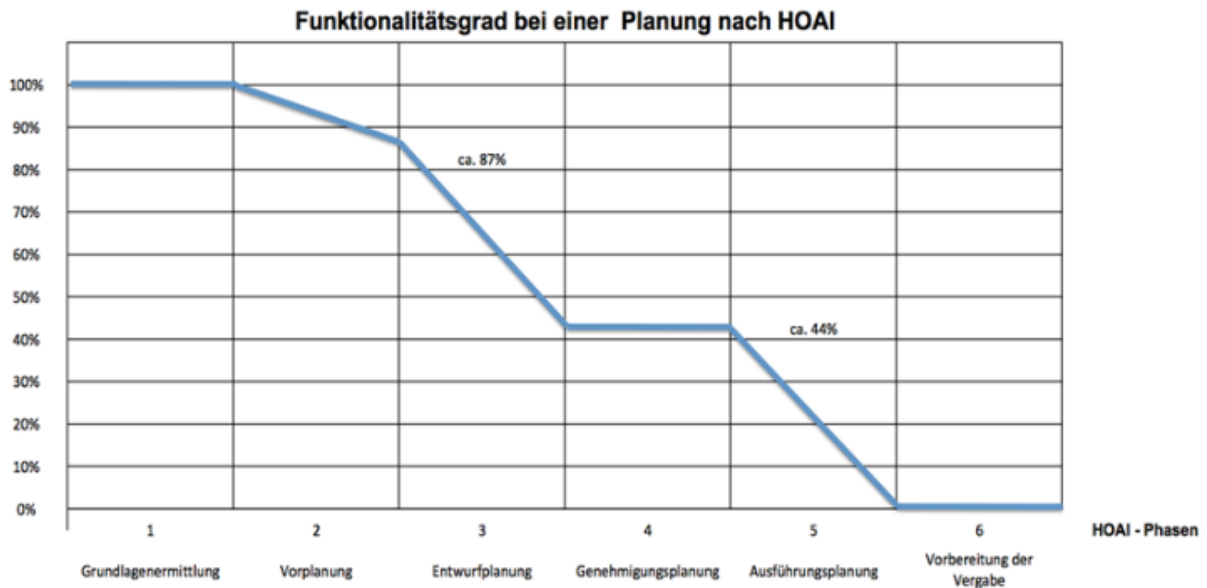


Abbildung 2-8: Beispiel für die Anforderungen des Bauherrn an die Planung.<sup>164</sup>

ZIMMERMANN UND NOHE zeigen, dass zur Realisierungsentscheidung am Ende der Leistungsphase 2, der Vorplanung nach HOAI, für die zugrundeliegende Beispielimmobilie erst ca. 13 % des Objektsolls planerisch festgelegt sind.<sup>165</sup> Vom Grundsatz her ist damit keine belastbare Berechnung der Herstellungskosten auf Basis der vorliegenden Planung möglich. Erst mit dem Ende der Ausführungsplanung sind alle Bauteile festgelegt. Folglich müssen unsichere Projektparameter, wie beispielsweise die geplanten Herstellungskosten oder Instandsetzungskosten, im Vorfeld hinreichend genau bestimmt werden, um den wirtschaftlichen Erfolg des Projekts bereits in dieser führen Phase zu beurteilen. Auf diese Weise bildet der vorhandene Kenntnisstand das Sicherheitsniveau der Entscheidungsfindung ab.<sup>166</sup>

## 2.2.2 DIN 276 - Kosten im Bauwesen

Die DIN 276 hat das Ziel, die Voraussetzungen für die Vorgehensweise bei der Planung und Ermittlung der Kosten von Hochbauten, Ingenieurbauten, Infrastrukturanlagen und Freiflächen zu vereinheitlichen.<sup>167</sup> Neben der Definition zahlreicher Begrifflichkeiten enthält sie Ausführungen zu den Grundsätzen der Kostenplanung, liefert eine Struktur für eine standardisierte Kostengliederung und beschreibt verschiedene Stufen der Kostenermittlung. Es werden die fünf Stufen Kostenrahmen, Kostenschätzung, Kostenberechnung, Kostenanschlag und Kostenfeststellung unterschieden.<sup>168</sup> Die Kostenschätzung „dient als eine Grundlage für die Entscheidung über die Vorplanung“<sup>169</sup> zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Die DIN 276 gibt keine konkreten Verfahren zur Erstellung der Kostenschätzung vor.<sup>170</sup>

<sup>164</sup> Zimmermann, J.; Nohe, B.: Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten, Weimarer Baurechtstage, 2015, S 8.

<sup>165</sup> Vgl. Zimmermann, J.; Nohe, B.: Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten, Weimarer Baurechtstage, 2015, S 8-11.

<sup>166</sup> Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung, In: Andrej Albert & Heisel, J., P. [Hrsg.]: Bautabellen für Architekten, mit Entwurfshinweisen und Beispielen, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag GmbH, Köln, 2014, S. 8.5.

<sup>167</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276:2018-12: Kosten im Bauwesen. Ziffer 2.

<sup>168</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276:2018-12: Kosten im Bauwesen. Ziffer 2.

<sup>169</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276:2018-12: Kosten im Bauwesen. Ziffer 2.

<sup>170</sup> Vgl. Koeble, W.; Locher U.; Locher H.: Kommentar zur HOAI. 10. Auflage. Köln, 2010, S. 201.

Die Kostenstruktur gliedert sich in die Kostengruppen KG100 bis KG900 und unterscheidet drei Ebenen mit zunehmendem Detaillierungsgrad, die durch ein dreistelliges Ordnungszahlensystem gekennzeichnet sind. Die Herstellungskosten des Bauwerks beinhalten alle Kosten für die Baukonstruktion (KG 300) und die Technischen Anlagen (KG 400). Exemplarisch ist die Gliederung der Bauwerkskosten (KG 300 und 400) bis in die dritte Ebene (Bauteilebene) der DIN 276 in Tabelle 2-1 dargestellt.<sup>171</sup>

KG	Bezeichnung der Kostengruppe	KG	Bezeichnung der Kostengruppe
<b>300</b>	<b>Bauwerk – Baukonstruktionen</b>	<b>400</b>	<b>Bauwerk - Technische Anlagen</b>
310	Baugrube/Erdbau	410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen
320	Gründung, Unterbau	420	Wärmeversorgungsanlagen
330	Außenwände/Vertikale Baukonstruktionen, außen	430	Raumlufttechnische Anlagen
340	Innenwände/Vertikale Baukonstruktionen, innen	440	Elektrische Anlagen
341	Tragende Innenwände	441	Hoch- und Mittelspannungsanlagen
342	Nichttragende Innenwände	442	Eigenstromversorgungsanlagen
343	Innenstützen	443	Niederspannungsschaltanlagen
344	Innenwandöffnungen	444	Niederspannungsinstallationsanlagen
345	Innenwandbekleidungen	445	Beleuchtungsanlagen
346	Elementierte Innenwandkonstruktionen	446	Blitzschutz- und Erdungsanlagen
347	Lichtschutz zur KG 340	447	Fahrleitungssysteme
349	Sonstiges zur KG 340	449	Sonstiges zur KG 440
350	Decken/Horizontale Baukonstruktionen	450	Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen
360	Dächer	460	Förderanlagen
370	Infrastrukturanlagen	470	Nutzungsspezifische und verfahrenstechnische Anlagen
380	Baukonstruktive Einbauten	480	Gebäude- und Anlagenautomation
390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	490	Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen

Tabelle 2-1: Gliederung der Bauwerkskosten (KG 300 und 400) nach DIN 276.<sup>172</sup>

## 2.2.3 Die Kostenermittlungsverfahren in frühen Projektphasen

Zur Realisierungsentscheidung liegt noch keine Ausführungsplanung vor, aus der sich das Bau-Soll und die entsprechenden Bauteilmengen ableiten lässt, um die Herstellungskosten detailliert ermitteln zu können.<sup>173</sup>

### 2.2.3.1 Kennwertverfahren auf Basis von Bauwerksflächen und Rauminhalten nach DIN 277

MAYER geht in der Dissertation „Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung“ auf verschiedene existierende Verfahren zur Kostenermittlung ein. Eine gängige Methode stellt die Verbindung einer Bezugsmenge mit einem Kostenkennwert via Multiplikation dar. Dieses Verfahren ist nach DIN 276 möglich. Die Gruppierung der Mengen von Bezugseinheiten der Kostengruppen gemäß der DIN 277 ist zulässig.<sup>174</sup>

<sup>171</sup> Vgl. Koeble, W.; Locher U.; Locher H.: Kommentar zur HOAI. 10. Auflage. Köln, 2010, S. 12.

<sup>172</sup> Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276:2018-12: Kosten im Bauwesen. S. 17-28.

<sup>173</sup> Vgl. Nohe, B.: Einflussfaktoren auf den Steuerungsaufwand in Bauprojekten als Bewertungskriterium für die Festlegung einer Projektorganisationsform. München, Technische Universität, Dissertation (2016).

<sup>174</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276:2018-12: Kosten im Bauwesen. Deutsche Norm. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Z. 3.4.2.

Für die Ermittlung von Grundflächen und Rauminhalten von Bauwerken werden in der DIN 277-1 einheitliche Definitionen, Begriffe und Regeln festgelegt. Es sollen normativ vereinheitlichte Grundlagen für den Vergleich von Bauwerken und Grundstücken geschaffen werden. Weiterhin dienen Grundfläche und Rauminhalt als Grundlage für die weitergehende Ermittlung von Bauwerkskosten beispielsweise nach DIN 276-1, von Nutzungskosten nach DIN 18960 und zur Flächenbemessung nach DIN EN 15221-6.<sup>175</sup> Es werden die Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks als Brutto-Grundfläche (BGF) definiert. Die Brutto-Grundfläche setzt sich aus der Konstruktions-Grundfläche (KGF), also den Teilflächen der Baukonstruktion und der Netto-Raumfläche (NRF) zusammen, vgl. Abbildung 2-9. Die NRF beschreibt die „Teilflächen der Brutto-Grundfläche (BGF), die sämtliche Grundflächen der nutzbaren Räume aller Grundrissebenen des Bauwerks“<sup>176</sup> beinhaltet. Die NRF setzt sich zusammen aus der Nutzungsfläche (NUF), der Technikfläche (TF) und der Verkehrsfläche (VF). Den Technikflächen (TF) werden alle Flächen für technische Anlagen des Bauwerks zugeordnet. Die zur vertikalen und horizontalen Verkehrserschließung gehörenden Flächen, wie z.B. Flure, Eingangshallen, Empfangsbereich, zählen zu den Verkehrsflächen (VF). Die tatsächliche Nutzungsfläche (NUF) beinhaltet abschließend die Flächen, die der wesentlichen Zweckbestimmung des Bauwerks dienen, wie zum Beispiel Büro-, Verkaufs-, Wohn- oder Lagerflächen.<sup>177</sup> Ebenso wie die Grundfläche definiert sich der gesamte Rauminhalt eines Bauwerks über den jeweiligen Brutto-Rauminhalt (BRI).

<b>Brutto-Grundfläche (BGF)</b>	
	<b>Konstruktions-Grundfläche (KGF)</b>
	<b>Netto-Raumfläche (NRF)</b>
	<b>Nutzungsfläche (NUF)</b>
	<b>Technikfläche (TF)</b>
	<b>Verkehrsfläche (VF)</b>

Abbildung 2-9: Grundflächendefinitionen von Bauwerken gem. DIN 277-1.<sup>178</sup>

Dieses Verfahren lässt sich erweitern, indem man mehrere geometrische oder nutzungsabhängige Bezugsmengen mehreren Kostenkennwerten zuordnet.<sup>179</sup> Es ergibt sich eine Verbesserung hinsichtlich der Detailtiefe. Dazu wird beispielsweise die BGF auf Grundlage der DIN 277 in ihre Flächenarten aufgeteilt, wodurch die einzelnen Flächenarten besser hinsichtlich ihrer Nutzung beschrieben werden, um sie mit vergleichbaren Kostenkennwerten zu belegen.<sup>180</sup> Die Beschreibung der Kostenkennwerte erfolgt unter Kapitel 2.2.3.3.

175 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 277-1:2016-01. Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Beuth Verlag GmbH, S. 4.

176 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 277-1:2016-01. Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Beuth Verlag GmbH, S. 4.

177 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 277-1:2016-01. Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Beuth Verlag GmbH, S. 5.

178 Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 277-1:2016-01. Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Beuth Verlag GmbH, S. 5.

179 Vgl. Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013.

180 Vgl. Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013.

### 2.2.3.2 Kennwertverfahren mit Gliederung der Bauleistung nach Gewerk

Ein weiteres Verfahren basiert auf der ausführungsorientierten Gliederung der Kosten nach Gewerk, wie sie nach Ziffer 4.2 der DIN 276 zulässig ist. Ein Gewerk ist die „kleinste Teilaufgabe, welche auf Grundlage der berufsdifferenzierenden Arbeitsteilung am Baumarkt vergeben werden kann“<sup>181</sup> und „definiert sich folglich über die Schnittstelle von Nachfrage und Angebot von Bauleistungen“<sup>182</sup>. Die Bauleistung wird folglich auf eine bestimmte Anzahl an Gewerken aufgeteilt und jeweils über Werkverträge an ausführende Unternehmen vergeben.<sup>183</sup> Nach GREITEMANN werden Gewerke zur Strukturierung von Bauleistungen von der VOB-Teil C<sup>184</sup>, der DIN 276<sup>185</sup>, dem Standardleistungsbuch-Bau<sup>186</sup>, der Wirtschaftszweigsystematik WZ 2008<sup>187</sup> oder der Handwerks- oder Gewerbeordnungen<sup>188</sup> verwendet, aus denen Vergabeeinheiten gebildet werden können.<sup>189</sup> Vergabeeinheiten sind definiert als „das Zusammenfügen einzelner oder mehrerer Leistungen oder Gewerke auf der Grundlage der Wahl der Projektorganisationsform durch die Bauherren, die er infolge seiner Verteilung der Schnittstellen und Risiken vornimmt, und aufgrund des Angebotes am Markt, das sich durch die Spezialisierung der Unternehmen aus der berufsdifferenzierenden Arbeitsteilung ergeben hat“<sup>191</sup>. Eine Übersicht des Standardleistungsbuches StLB-Bau wird exemplarisch in Abbildung 2-10 dargestellt. Das Standardleistungsbuch unterscheidet derzeit 77 Leistungsbereiche, wobei diese Anzahl durch Änderungen und Ergänzungen variieren kann.<sup>192</sup>

- 
- 181 Vgl. Zimmermann, J.; Gottanka, C.; Nohe, B.: Entwicklung von Vergabeeinheiten im Hinblick auf das Angebot an Bauleistungen zur Generierung von Wettbewerb. In: Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft e.V.: Projektmanagement-Herbsttagung 2014. Organisation und Auswahl der Projektbeteiligten als Schlüsselfaktor des Projekterfolges. DVP-Verlag. Berlin. 2014, S. 6.
- 182 Vgl. Zimmermann, J.; Gottanka, C.; Nohe, B.: Entwicklung von Vergabeeinheiten im Hinblick auf das Angebot an Bauleistungen zur Generierung von Wettbewerb. In: Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft e.V.: Projektmanagement-Herbsttagung 2014. Organisation und Auswahl der Projektbeteiligten als Schlüsselfaktor des Projekterfolges. DVP-Verlag. Berlin. 2014, S. 6.
- 183 Vgl. Zimmermann, J.; Gottanka, C.; Nohe, B.: Entwicklung von Vergabeeinheiten im Hinblick auf das Angebot an Bauleistungen zur Generierung von Wettbewerb. In: Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft e.V.: Projektmanagement-Herbsttagung 2014. Organisation und Auswahl der Projektbeteiligten als Schlüsselfaktor des Projekterfolges. DVP-Verlag. Berlin. 2014, S. 6.
- 184 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 18299 - DIN 18459 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Berlin.
- 185 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276:2018-12: Kosten im Bauwesen. Deutsche Norm. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Z. 3.4.2.
- 186 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Gliederung in Leistungsbereiche nach dem Standardleistungsbuch Bau. Veröffentlicht auf <http://www.stlb-bau-online.de/>, aufgerufen am 05.03.2023.
- 187 Vgl. Statistisches Bundesamt: Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige. Wiesbaden, 2007.
- 188 Vgl. Zentralverband des Deutschen Handwerks: Gesetz zur Ordnung des Handwerks. Überarb. und ergänzte Auflage. Stand Dezember 2014. Heider Verlag. Bergisch Gladbach. 2014.
- 189 Zimmermann, J.; Gottanka, C.; Nohe, B.: Entwicklung von Vergabeeinheiten im Hinblick auf das Angebot an Bauleistungen zur Generierung von Wettbewerb. In: Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft e.V.: Projektmanagement-Herbsttagung 2014. Organisation und Auswahl der Projektbeteiligten als Schlüsselfaktor des Projekterfolges. DVP-Verlag. Berlin. 2014, S. 5.
- 190 Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 63-64.
- 191 Vgl. Zimmermann, J.; Gottanka, C.; Nohe, B.: Entwicklung von Vergabeeinheiten im Hinblick auf das Angebot an Bauleistungen zur Generierung von Wettbewerb. In: Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft e.V.: Projektmanagement-Herbsttagung 2014. Organisation und Auswahl der Projektbeteiligten als Schlüsselfaktor des Projekterfolges. DVP-Verlag. Berlin. 2014, S. 8.
- 192 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Gliederung in Leistungsbereiche nach dem Standardleistungsbuch Bau. Veröffentlicht auf <http://www.stlb-bau-online.de/>, aufgerufen am 05.03.2023.
-

LB	Bezeichnung	LB	Bezeichnung
000	Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtung	041	Wärmeverorgungsanlagen - Leitungen, Armaturen, Heizflächen
001	Gerüstarbeiten	042	Gas- und Wasseranlagen - Leitungen und Armaturen
002	Erdarbeiten	043	Druckrohrleitungen für Gas, Wasser und Abwasser
003	Landschaftsbauarbeiten	044	Abwasseranlagen - Leitungen, Abläufe, Armaturen
004	Landschaftsbauarbeiten; Pflanzen	045	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Ausstattung, Elemente, Fertigbäder
005	Brunnenbauarbeiten und Aufschlussbohrungen	046	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Betriebseinrichtungen
006	Spezialtiefbauarbeiten	047	Dämm- und Brandschutzarbeiten an technischen Anlagen
007	Untertagebauarbeiten	049	Feuerlöschanlagen, Feuerlöschgeräte
008	Wasserhaltungsarbeiten	050	Blitzschutz-/Erdungsanlagen, Überspannungsschutz
009	Abwasserkanalarbeiten	051	Kabelleitungstiefbauarbeiten
010	Dränarbeiten	052	Mittelspannungsanlagen
011	Abscheider- und Kleinkläranlagen	053	Niederspannungsanlagen - Kabel/Leitungen, Verlegesysteme und Installationsgeräte
012	Mauerarbeiten	054	Niederspannungsanlagen - Verteilersysteme, Einbaugeräte
013	Betonarbeiten	055	Ersatzstromversorgungsanlagen
014	Natur-, Betonwerksteinarbeiten	057	Gebäudesystemtechnik
016	Zimmer- und Holzbauarbeiten	058	Leuchten und Lampen
017	Stahlbauarbeiten	059	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
018	Abdichtungsarbeiten, Bauwerkstrockenlegung	060	Elektroakustische Anlagen, Sprech-, Personenrufanlagen,
020	Dachdeckungsarbeiten	061	Kommunikationsnetze
021	Dachabdichtungsarbeiten	062	Kommunikationsanlagen
022	Klempnerarbeiten	063	Gefahrenmeldeanlagen
023	Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme	064	Zutrittskontroll-, Zeiterfassungssysteme
024	Fliesen- und Plattenarbeiten	069	Aufzüge
025	Estricharbeiten	070	Gebäudeautomation
026	Fenster, Außentüren	075	Raumlufttechnische Anlagen
027	Tischlerarbeiten	078	Kälteanlagen
028	Parkett-, Holzpfasterarbeiten	080	Straßen, Wege, Plätze
029	Beschlagarbeiten	081	Betonerhaltungsarbeiten
030	Rollladenarbeiten	082	Bekämpfender Holzschutz
031	Metallbauarbeiten	083	Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen
032	Verglasungsarbeiten	084	Abbruch- und Rückbauarbeiten
033	Baureinigungsarbeiten	085	Rohrvortriebsarbeiten
034	Maler- und Lackierarbeiten - Beschichtungen	087	Abfallentsorgung, Verwertung und Beseitigung
035	Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten	090	Baugistik
036	Bodenbelagarbeiten	091	Stundenlohnarbeiten
037	Tapezierarbeiten	096	Bauarbeiten an Bahnübergängen
038	Vorgehängte hinterlüftete Fassaden	097	Bauarbeiten an Gleisen und Weichen
039	Trockenbauarbeiten	098	Winterbau-Schutzmaßnahmen
040	Wärmeverorgungsanlagen - Betriebseinrichtungen		

Abbildung 2-10: Leistungsbereiche nach Standardleistungsbuch-Bau (StlB).<sup>193</sup>

Nach ZIMMERMAN UND OSTERRIED besteht die Bauleistung jedes Leistungsbereiches des Standardleistungsbuches aus dem spezifischen Einsatz und der „unterschiedlichen Kombination der Produktionsfaktoren Arbeit, Stoffe und Geräte“<sup>194</sup>, sodass die Bauleistungen jedes Leistungsbereiches einen spezifischen Sach- und Dienstleistungsanteil bzw. Anteil von Liefer- und Lohnleistungen aufweisen. Auf der Grundlage von Leistungsverzeichnissen realisierter Bauvorhaben wurde weiter der spezifische Anteil der Produktionsfaktoren von Lohn, Material und Geräte von 48 Leistungsbereichen bestimmt, vgl. Abbildung 2-11.<sup>195</sup> Dunkelblaue Balken zeigen den Anteil der Materialkosten, grau gefüllte Balken den Anteil der Gerätekosten und hellblau gefüllte Balken den Anteil der Lohnkosten. Die analysierten Leistungsbereiche werden nach ihrer Höhe des Lohnkostenanteils an den Gesamtkosten dargestellt.

193 Deutsches Institut für Normung e.V.: Gliederung in Leistungsbereiche nach dem Standardleistungsbuch Bau. Veröffentlicht auf <http://www.stlb-bau-online.de/>, aufgerufen am 05.03.2023.

194 Vgl. Zimmermann J, Osterried, J: Wertungskriterien des Bauherrn für die Vergabe von Bauleistungen unter besonderer Berücksichtigung der Produktionsfaktoren. Bauingenieur, Band 94, 2019, S. 117.

195 Vgl. Zimmermann J, Osterried, J: Wertungskriterien des Bauherrn für die Vergabe von Bauleistungen unter besonderer Berücksichtigung der Produktionsfaktoren. Bauingenieur, Band 94, 2019, S. 117.

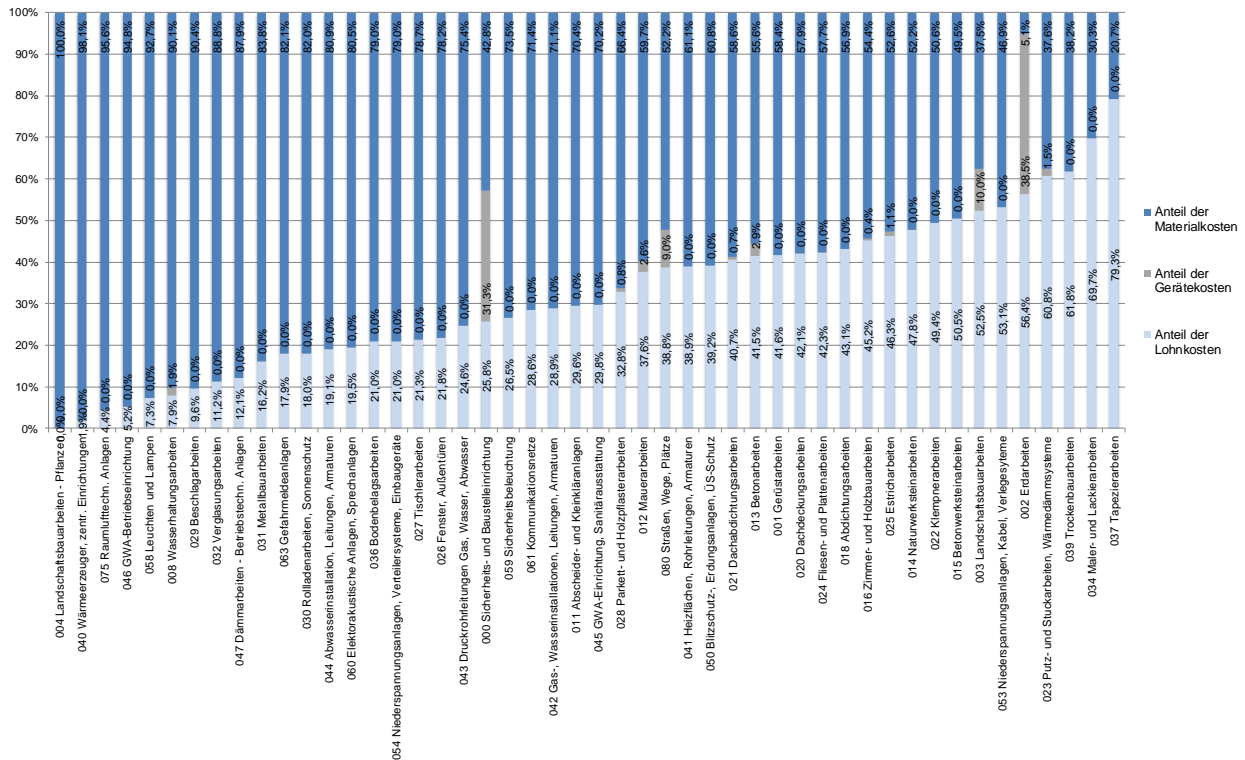


Abbildung 2-11: Kostenstruktur der Einzelkosten der Teilleistungen für 48 Leistungsbereiche im Hochbau.<sup>196</sup>

MAYER unterscheidet die gewerkorientierten Verfahren der Leistungspositionen und die Verfahren mit Leitpositionen. Im Verfahren mit Leistungspositionen werden alle Positionen (entspricht allen Einzelleistungen) eines Gewerkes mit Einheitspreisen bewertet.<sup>197</sup> Hierzu ist i.d.R. zu diesem Zeitpunkt bereits ein detailliertes Leistungsverzeichnis erforderlich. Diese vorgezogene Erstellung ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Dem Verfahren mit Leitpositionen dagegen attestiert die Literatur aufgrund der Verwendung von sogenannten Leitpositionen einen deutlich geringeren Aufwand.<sup>198</sup> Leitpositionen zeigen, dass z.B. 80 % der Bauwerkskosten üblicherweise mit nur 20 % der Positionen aller Leistungsverzeichnisse generiert werden können.<sup>199</sup> Bauteilmengen sind jedoch auch hier zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung nicht hinreichend planerisch festgelegt (vgl. Funktionalitätsgrad Kapitel 2.2.1).

### 2.2.3.3 Kostenkennwerte

Die beschriebenen Verfahren zeigen, dass es verschiedene Herangehensweisen für die Kostenermittlung gibt, jedoch alle teilen sich die Notwendigkeit von Kostenkennwerten für ihre Anwendung auf Bezugseinheiten. Der Festlegung der Kostenkennwerte, wie auch der konkreten Bezugsmengen, kommt somit Bedeutung zu. Die zur Kostenermittlung verwendeten Kennwerte stellen Erfahrungswerte dar und lassen sich in der einschlägigen Literatur, wie beispielsweise in

<sup>196</sup> Zimmermann J, Osterried, J: Wertungskriterien des Bauherrn für die Vergabe von Bauleistungen unter besonderer Berücksichtigung der Produktionsfaktoren. Bauingenieur, Band 94, 2019, S. 117.

<sup>197</sup> Mayer, F. X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung, München, 2013, S. 24.

<sup>198</sup> Vgl. Mayer, F. X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung, München, 2013, S. 24.

<sup>199</sup> Vgl. Diederichs, C. J.; Hepermann H.: Kosteneinflussfaktoren bei den Leitpositionen von Standardleistungsbeschreibungen für die Kostengruppe 3.1 nach DIN 276. Forschungsarbeit F 2005, Wuppertal 1985, S.7.



den regelmäßig erscheinenden Veröffentlichungen des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI)<sup>200</sup> oder in der SIRADOS-Datenbank<sup>201</sup>, finden. Da das Preisniveau von Bauleistungen regional schwankt, werden von BKI und SIRADOS so genannte Ortsfaktoren bzw. Regionalfaktoren ermittelt und veröffentlicht. Diese Faktoren dienen der Anpassung der ermittelten Baukosten an das örtliche Preisniveau.<sup>202 203 204 205</sup> Neben dem Standort sind Baupreise abhängig vom Stichtag und können zur vergleichenden Berechnung für unterschiedliche Jahre mit den veröffentlichten Preisindizes des statistischen Bundesamtes für Bauwerke vorgenommen werden, vgl. Abbildung 2-12.<sup>206</sup>

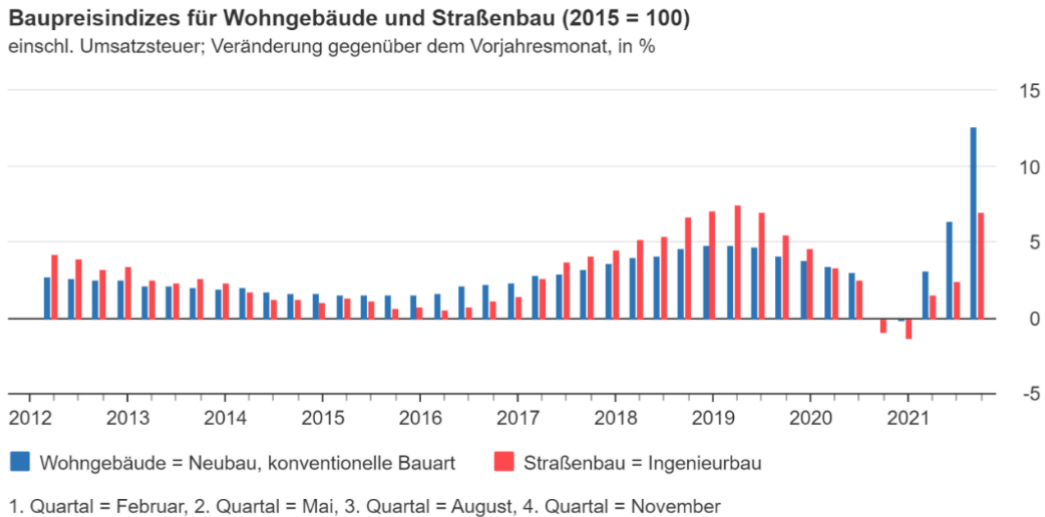


Abbildung 2-12: Baupreisindizes für Wohn- und Straßenbau von 2012 bis 2021.<sup>207</sup>

### 2.2.3.3.1 Kostenkennwerte des Baukosteninformationszentrums (BKI)

Die Fachbücher des Baukosteninformationszentrums unterstützen bei der Kostenermittlung von Hochbaumaßnahmen und decken den Bedarf an aktuellen Orientierungswerten ab, die bei der Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung erforderlich sind. In den BKI-Tabellen für Baukosten sind Kostenkennwerte für Kostengruppen der DIN 276, für Leistungsbereiche (Gewerke) sowie Planungskennwerte für über 70 verschiedene Gebäudearten angegeben.<sup>208</sup> Diese Kennwerte basieren auf der Analyse realer und abgerechneter Objekte. Die einzelnen Kostenkennwerte werden in „von-, mittel- und bis-Werten“<sup>209</sup> angegeben. Dies folgt aus dem Umstand, dass die Objekte, die zur Kennwertbildung einer Gebäudeart herangezogen werden, nicht komplett identisch sind und sich folglich in Größe,

200 BKI Baukosteninformationszentrum: BKI Baukosten 2017 Neubau. Statistische Kostenkennwerte für Gebäude. Stuttgart, 2017.

201 WEKA Media GmbH & Co. KG: SIRADOS Baudaten (Stand Oktober 2018). Kissing, 2018. Software.

202 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2017.

203 WEKA Media GmbH & Co. KG: SIRADOS Baudaten (Stand Oktober 2018). Kissing, 2018. Software.

204 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2017.

205 BKI Baukosteninformationszentrum: BKI Baukosten 2017 Neubau. Statistische Kostenkennwerte für Gebäude. Stuttgart, 2017.

206 Statistisches Bundesamt (Destatis): Preisindizes für Bauwerke: Wohngebäude, Nichtwohngebäude. Tabellen mit

Originalwerten und Veränderungsraten. Internetquelle:

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Preise/bpr110.html#>, [aufgerufen am 26.05.2022].

207 Statistisches Bundesamt, Baupreisindizes für Wohngebäude und Straßenbau (2012-2021), Berlin, 2021.

208 Vgl. Baukosteninformationszentrum: BKI Baukosten 2017 Neubau. Statistische Kostenkennwerte für Gebäude. Stuttgart, 2017.

209 Baukosteninformationszentrum: BKI Baukosten 2017 Neubau. Statistische Kostenkennwerte für Gebäude. Stuttgart, 2017.

Geometrie und Standard nicht gleichen. Da jedoch das Untersuchungsobjekt i.d.R. nicht dem Objekt der Datenbank entspricht, können bei der Kostenberechnung Abweichungen gegenüber den später tatsächlich entstandenen Kosten erzeugt werden.<sup>210</sup>

#### 2.2.3.3.2 Kostenkennwerte von SIRADOS

Das Unternehmen SIRADOS dokumentiert seit den Achtzigerjahren Baupreise in Deutschland für Hochbau, Tiefbau, Garten-/Landschaftsbau und Gebäudetechnik. Die Erhebung erfolgt über aktuelle Preisspiegel und Ausschreibungsunterlagen von Architekten, Planungsbüros und Unternehmen aus der gesamten Bundesrepublik und sollen objektiv das deutsche Baupreisniveau abbilden. Die publizierten Datensätze sind VOB-konforme produkt- und herstellernerneutrale Ausschreibungstexte mit Baupreisen für Neubau und Altbau. Die Kostenangaben sind nach Bauteilen gegliedert und werden durch von-, mittel-, bis-Werte ausgewiesen. Regionale oder objektspezifische Abweichungen können vom Anwender individuell berücksichtigt werden. Es werden mehr als 40.000 Bauteile zur Verfügung gestellt, die nach DIN 276 oder Standardleistungsbuch-Bau (StlB) ausgewählt werden können.<sup>211 212</sup>

#### 2.2.4 Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung

Die Herstellungskosten beinhalten alle Kosten für die Baukonstruktion (KG 300) und die Technischen Anlagen (KG 400) gem. DIN 276, die als größter Teil der Objektkosten entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Projekts haben.<sup>213 214</sup> Es ergeben sich Auswirkungen auf den in Kapitel 2.1 genannten Trading-Profit, wenn die Bauwerkskosten in der Realisierungsphase von der ursprünglichen Planung abweichen. Dabei stellt eine Abweichung von 40 % einen Wert dar, der in der Literatur<sup>215</sup> als zulässiger Toleranzrahmen für Kostensicherheit angegeben wird. PASTOR<sup>216</sup> gibt sogar einen Wert von 50 % an. Diese Abweichungen sind für einen Investor nicht akzeptabel. Wie ZIMMERMANN und NOHE<sup>217</sup> an einem Beispiel zeigten, kann eine Abweichung von 40 % der Bauwerkskosten den Trading Profit einer Projektentwicklung entsprechend Abbildung 2-13 ins Negative kehren. MAYER führt aus: „Aus der Sicht des Bauherrn hat eine Kostenschätzung mit einem Toleranzrahmen von 30 % bis 40 % keine verwertbare Aussagekraft, ist daher ohne Nutzen für die wegweisenden Entscheidungen zu Beginn eines Projektes und damit insgesamt wertlos“<sup>218</sup>.

---

210 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2017.

211 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2017.

212 Vgl. WEKA Media GmbH & Co. KG (Hrsg.): SIRADOS Baudaten (Stand Oktober 2018). Kissing, 2018. Software.

213 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276:2018-12: Kosten im Bauwesen.

214 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 136.

215 Koeble, W.; Locher U.; Locher H.: Kommentar zur HOAI. 10. Auflage. Köln, 2010.

216 Pastor, W.: Der Bauprozess. Düsseldorf, 1996.

217 Zimmermann, J.; Nohe, B.: Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten, Weimarer Baurechtstage, 2015, S. 13-31.

218 Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013, S.7-22.



ZIMMERMANN, EBER und TILKE haben hinsichtlich von Kostenberechnungen mit Hilfe der BKI-Tabellen des Baukosteninformationszentrums<sup>219</sup> erhebliche Unschärfen nachgewiesen, welche einer Kostenverdoppelung entsprechen können.<sup>220</sup>

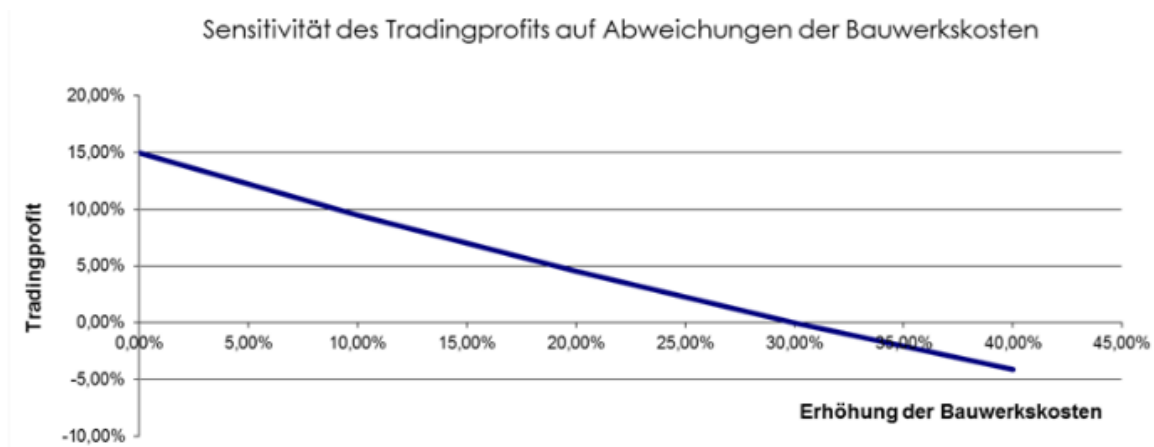


Abbildung 2-13: Beispiel der Abhängigkeit des Trading-profits von der Erhöhung der Bauwerkskosten.<sup>221</sup>

ZIMMERMANN, EBER und TILKE haben abgeleitet, dass wahrscheinlichkeitsbasierte Risikoanalysen, wie sie etwa in der Versicherungswirtschaft angewendet werden, im operativen Bereich bei der Realisierung von Bauprojekten aufgrund unzumutbar hoher Unschärfen als Entscheidungsgrundlage nicht einsetzbar sind. Wahrscheinlichkeitsbasierte Aussagen führen, u. a. aufgrund der großen Anzahl unterschiedlicher Organisationsparameter, z. B. Projektorganisationsformen oder Einflüsse des jeweiligen Projektteams, prinzipiell zu hohen Unschärfen, welche die Aussagekraft einer darauf aufbauenden Risikoanalyse herabsetzt und diese unbrauchbar macht.<sup>222</sup>

Die Tatsache, dass der Funktionalitätsgrad mit Abschluss der Leistungsphase (Lph) 2 noch zu hoch ist, d.h. zu wenige Bauteile bestimmt sind, führt regelmäßig zu Abweichungen der geplanten von den tatsächlich realisierten Kosten. In vielen Fällen müssen Projektentwickler bereits noch früher eine Realisierungsentscheidung treffen. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn sie im Wettbewerb um ein Grundstück Angebote abgeben müssen. Erst der Kenntnisstand zum Ende der Lph 5 ist ausreichend, um eine hinreichend hohe Kostensicherheit zu erzeugen (vgl. Abbildung 2-8). Damit ist die Forderung von MAYER<sup>223</sup>, das Budget des Investors frühzeitig an das Bau-Soll anzupassen, nicht möglich, da ein Projektentwickler in der Wettbewerbssituation um ein Grundstück in der Regel keine hinreichend detaillierte Gestaltungsplanung beauftragt.<sup>224</sup>

MAYER stellt die Forderung nach einer qualifizierten Kostenprognose zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung auf, die den Besonderheiten der frühen Projektphasen der

219 BKI Baukosteninformationszentrum: Statistische Kostenkennwerte Gebäude (Teil 1). Stuttgart, 2010.

220 Zimmermann, J.; Eber, W.; Tilke, C.: Unsicherheiten bei der Realisierung von Bauprojekten - Grenzen einer wahrscheinlichkeitsbasierten Risikoanalyse In: Bauingenieur 89, 2014, S. 272–282.

221 Zimmermann, J.; Nohe, B.: Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten, Weimarer Baurechtstage, 2015, S.19.

222 Vgl. Zimmermann, J.; Eber, W.; Tilke, C.: Unsicherheiten bei der Realisierung von Bauprojekten - Grenzen einer wahrscheinlichkeitsbasierten Risikoanalyse In: Bauingenieur 89 (2014), S. 272–282.

223 Vgl. Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013, S19-25.

224 Vgl. Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013, S.19.25.

Gestaltungsplanung nachkommt und durch die Reduzierung von Verfahrensfehlern eine Verbesserung der Ergebnisse gegenüber den bereits genannten Verfahren generiert. Die Kostenprognose stellt dabei eine Voraussage über ein zukünftiges Ereignis, auf Grundlage der getroffenen Regeln und Randbedingungen, dar. Hierzu müssen Planungsleistungen daher als „vorgezogene Planungsleistung“<sup>225</sup> schon vor der Realisierungsentscheidung vorliegen, wenn sich das Ergebnis als qualifizierte Kostenprognose zur Realisierungsentscheidung eignen soll.<sup>226</sup>

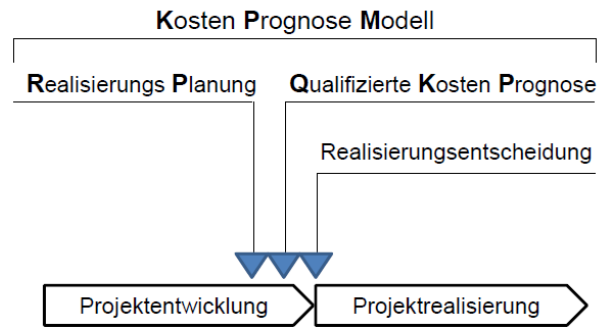


Abbildung 2-14: Einordnung eines Kostenprognosemodells nach MAYER in den Prozess der Immobilienentwicklung.<sup>227</sup>

## 2.2.5 Die Methodik der Standardraumstrukturen

Zur Kostenermittlung zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung hat KORNBLUM und GREITEMANN am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung (LBI) der Technischen Universität München (TUM) die Methodik der Standardraumstrukturen entwickelt vgl. in Abbildung 2-15.<sup>228 229</sup>

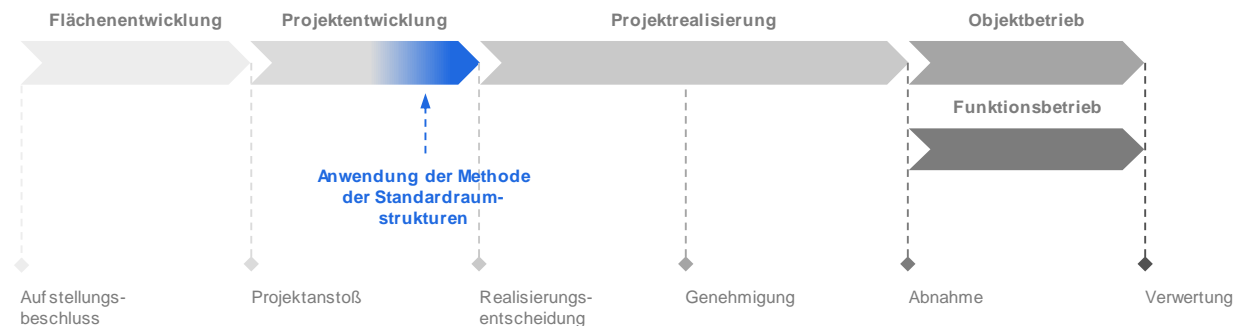


Abbildung 2-15: Zeitliche Einordnung der Anwendung der Methode der Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung in die Phasen der Immobilienentwicklung.<sup>230</sup>

225 Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013, S.20.

226 Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013, S.19-24.

227 Mayer, F.-X.: Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. München, Technische Universität, Dissertation, 2013, S19.

228 Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 109.

229 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 136-137.

230 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115.

Die Methodik der Standardraumstrukturen erlaubt Aussagen über die Menge einzelner Bauelemente und Positionen bereits vor bzw. zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung.<sup>231</sup> Ist die Menge der erforderlichen Bauteile eines Gebäudes durch die Ermittlung anhand von Standardräumen bekannt, ist es möglich, mittels entsprechender Modelle bereits zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung Aussagen zu den zu erwartenden Herstellungs- und Lebenszykluskosten, zum Verbrauch von grauer Energie<sup>232</sup> als auch zur Bauzeit bzw. zur Vorgabe etwaiger Vertragsfristen<sup>233</sup> zu machen. Dabei ist die Kenntnis der Nutzungsart, der Gebäudegeometrie, der Gebäudekubatur, der Nutzung der einzelnen Flächen, der Geometrie und Menge der Räume sowie des erforderlichen Standards die Voraussetzung zur Anwendung der Standardraummethodik.<sup>234</sup>

Das Konzept der Standardraumstrukturen basiert auf dem Konzept eines Raumbuchs. Raumbücher dienen der Beschreibung des Bauinhalts auf Basis einzelner Räume. Ein Raumbuch stellt eine Gebäudebeschreibung dar, die getrennt nach Räumen gegliedert ist. In einem Raumbuch wird beschrieben, welche Räume, Eigenschaften und Bauteile (z.B. Parkettfußboden, Steckdosen) der Betrachter (Nutzer) sehen und nutzen kann. Zur Ableitung von Standardräumen wird ein Bauwerk entsprechend der vorgesehenen Nutzungen in verschiedene Raumgruppen bzw. Räume mit ähnlicher oder gleicher Nutzung gegliedert. Es müssen dazu alle Flächenarten nach DIN 277 definiert werden, die in dem betrachteten Gebäude vorhanden sind. Jedes Gebäude weist anhand seiner Flächenstruktur eine bestimmte Zusammensetzung an übergeordneter wie spezifischer Nutzung auf. Die übergeordnete Nutzung bildet die Funktionen Herrichten und Erschließen, Baugrube, Baustelleneinrichtung, Rohbau, Fassade, Dach, Außenanlagen, Treppenhaus, Aufzüge, Tiefgarage, vertikale, horizontale und übergeordnete Versorgung und Technikräume ab. Die spezifische Nutzung ist der Nettogrundfläche nach den Flächengruppen der DIN 277-2 zuordenbar. Die spezifische Nutzung kann anhand der Nettogrundfläche mit der Nutzfläche (NF), der technischen Funktionsfläche (TF) und der Verkehrsfläche (VF) nach den entsprechenden Nutzungsgruppen festgelegt werden. Es werden die Gruppen Wohnen und Aufenthalt, Büroarbeiten, Produktion, Hand- und Maschinenarbeiten, Experimente, Lagern, Verteilen und Verkaufen, Bildung, Unterricht und Kultur, Heilen und Pflegen, Sonstige Nutzflächen sowie Technische Anlagen und Verkehrserschließung und -sicherung unterschieden, vgl. Abbildung 2-16.<sup>235</sup>

---

231 Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 109.

232 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 137-139.

233 Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

234 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 140-147.

235 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 140-156.

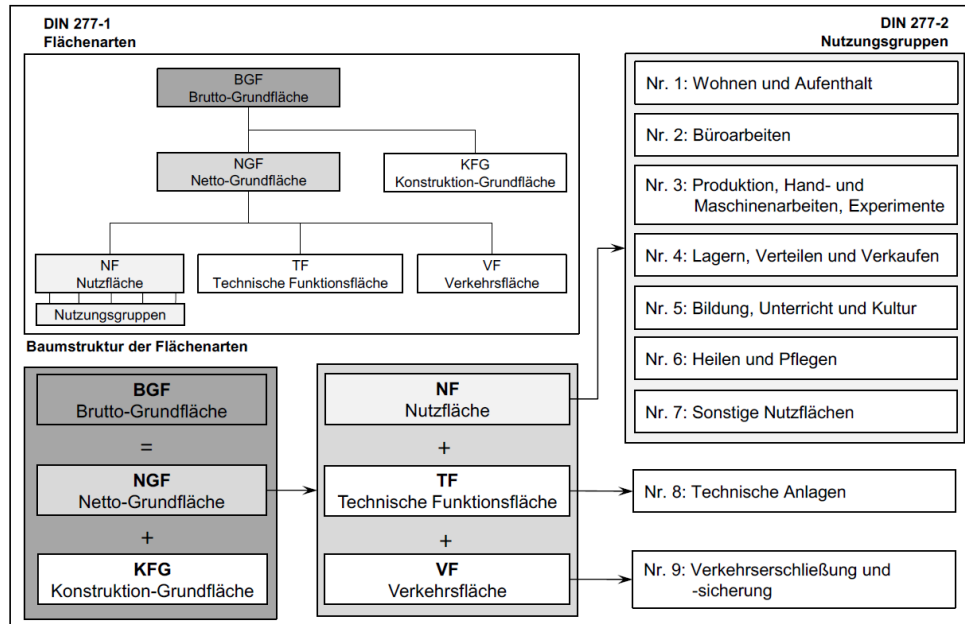


Abbildung 2-16: Flächenarten nach DIN 277-1 und Nutzungsgruppen DIN 277-2.<sup>236</sup>

Den Räumen bzw. Raumgruppen, die innerhalb der Systematik der Standardraumstrukturen als Standardräume bezeichnet werden, sind alle baukonstruktiven und gebäudetechnischen Bauteile zuzuordnen, die diese zur Erfüllung der ihnen zugedachten Funktion üblicherweise benötigen. Beispielsweise werden einem Raum die typischerweise verbauten Bodenbeläge, die einzelraumbezogenen Bauelemente der technischen Gebäudeausrüstung wie beispielsweise Heizkörper oder die Steckdosen zugeordnet.<sup>237</sup> Aufgrund der Tatsache, dass nicht alle Bauelemente einem spezifischen Raum zugeordnet werden können, werden entsprechend den übergeordneten und nutzungsspezifischen Raumfunktionen sogenannte übergeordnete und nutzungsspezifische Standardräumen unterschieden.<sup>238</sup> Elemente wie die Tragstruktur oder die übergeordnete technische Gebäudeausrüstung, die Gebäudehülle und etwaig erforderliche vorbereitende Baumaßnahmen (z.B. Baugrube), bei denen eine direkte Zuordnung zu den nutzungsspezifischen Standardräumen nicht möglich ist, werden in übergeordneten Standardräumen erfasst.<sup>239</sup> In das Gerüst der übergeordneten Standardräume werden die nutzungsspezifischen Standardräume eingefügt. Nutzungsspezifische Standardräume können immer einer spezifischen Nutzung zugeordnet werden, wie bspw. Büro, Aufzug, Treppenhaus, Teeküche, Besprechungsraum, Sanitärraum. Die Systematik der Modellierung eines Gebäudes aus Standardräumen ist exemplarisch in Abbildung 2-17 vereinfacht dargestellt.<sup>240</sup>

<sup>236</sup> Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 277-2 - Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau - Teil 2: Gliederung der Netto-Grundfläche (Nutzflächen, Technische Funktionsflächen und Verkehrsflächen). 2005, S. 4-7.

<sup>237</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 136-137.

<sup>238</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 137-138.

<sup>239</sup> Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 107-108.

<sup>240</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 142-143.

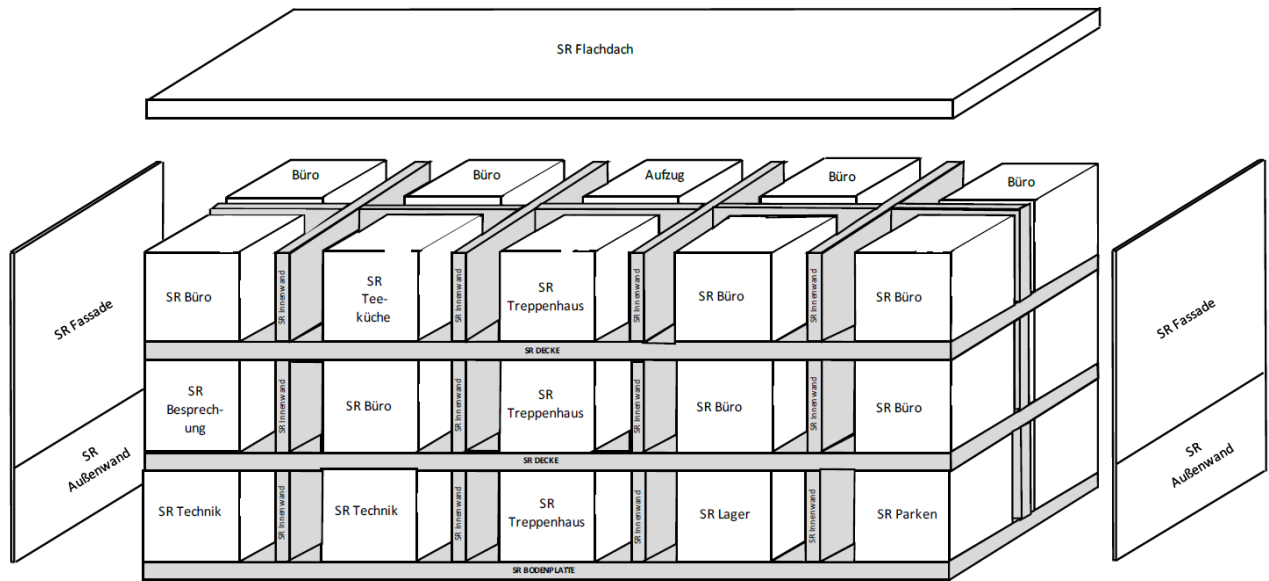


Abbildung 2-17: Exemplarische Komposition eines Gebäudes aus Standardräumen am Beispiel einer Büronutzung (vereinfachte Darstellung).<sup>241</sup>

Eine Abgrenzung, welche Bauteile den nutzungsspezifischen Standardräumen zugeordnet und welche in den übergeordneten Standardräumen erfasst werden, ist hierbei zwingend erforderlich.<sup>242</sup> Nutzungsspezifische Standardräume enthalten alle Bauelemente der Ausbaustruktur. Hierzu zählen beispielsweise der Bodenaufbau oberhalb der Oberkante der Rohdecke, der Wandaufbau ab der tragenden Struktur (beispielsweise Putz und Anstrich, aber nicht die Wand selbst) sowie die direkt dem jeweiligen Raum zuordenbaren technischen Bauelemente wie beispielsweise Heizkörper, Rauchmelder oder die Leitungsführungen im Bereich des Raums.<sup>243</sup> Eine beispielhafte Zuordnung von Bauteilen zu übergeordneten bzw. nutzungsspezifischen Standardräumen, die der Systematik von KORNBLUM<sup>244</sup> folgt, ist in Abbildung 2-18 dargestellt.

241 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 142.

242 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 138-139.

243 Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 107-108.

244 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 139.

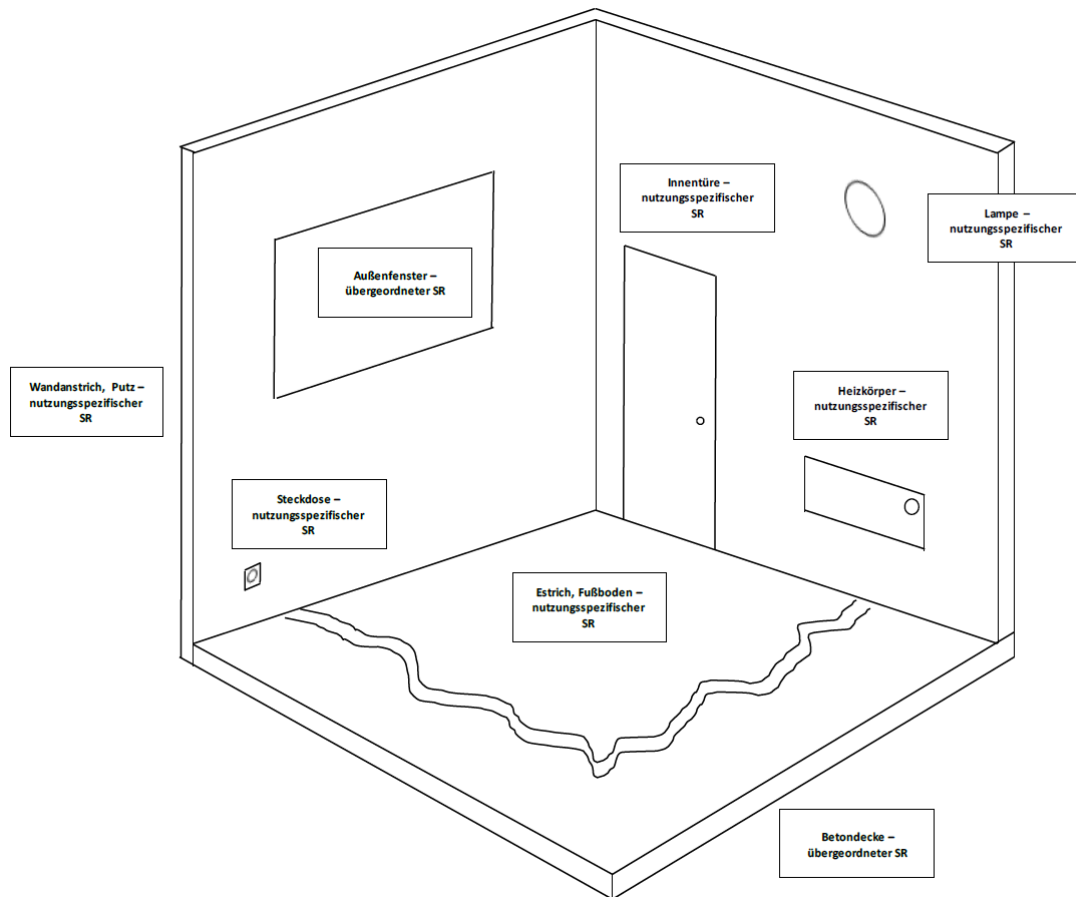


Abbildung 2-18: Beispiele für die Zuordnung von Bauteilen zu übergeordneten bzw. nutzungsspezifischen Standardräumen.<sup>245</sup>

Jeder mögliche Standardraum wird entsprechend in einem Datenblatt beschrieben, das neben den geometrischen Gegebenheiten des Raumes auch eine Auflistung der ihm zugeordneten Bauteile und die skalierbare Bauteilmenge beinhaltet.<sup>246</sup> Abbildung 2-19 stellt exemplarisch das Datenblatt eines Standardraums dar. Jeder Standardraum enthält neben einer Beschreibung (z.B. Grundriss oder Geometrie) und den Skalierungsparametern (Länge, Breite, Höhe) eine Liste der zugehörigen Bauteile. Die Bauteile werden dem Standardraum über den Identifikationsschlüssel (Code-Nr.) zugeordnet und weisen eine Kennung der Kostengruppe (KG) der DIN 276 und des Leistungsbereichs (LB) nach Standardleistungsbuch auf. Weiter besitzt jedes Bauteil eine Beschreibung, eine Menge sowie die ihm zugeordneten Kennwerte (Graue Energie, Herstellungskosten, Lebensdauer). Die nutzungsspezifischen und übergeordneten Standardräume sind ggf. in ihrer Ausstattung (Bauteilzusammensetzung) an den erforderlichen Ausstattungsstandard anzupassen.<sup>247</sup>

<sup>245</sup> Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 139.

<sup>246</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 165-165.

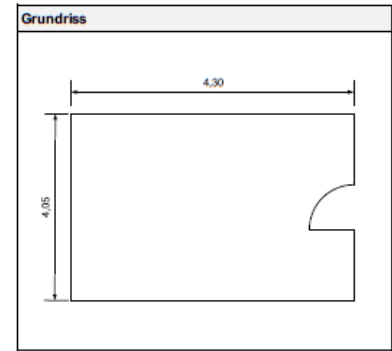
<sup>247</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 165.

Standardraum 02.02.08

Doppelbüro

Geometrie Standardraum
Der Standardraum Doppelbüro bietet Platz für zwei Standardarbeitsplätze. Die lichte Breite (ohne Konstruktion) des Büros beträgt 4,05 m und überspannt damit 3 Achsen. Bei einer Raumtiefe von 4,30 m beträgt die Grundfläche 17,42m <sup>2</sup> .

Beschreibung Standardraum
Im Standardraum Doppelbüro befinden sich zwei Standardarbeitsplätze. Als Bodenbelag wird textiler Belag als Bahnware geliefert und verbaut. Die Abschlüsse an den Wänden werden mit einer PVC-Leiste versehen.  Die Decke ist in gehobener Qualität (Q3) verputzt und zweifach mit Dispersionsanstrich versehen. Der Zugang zum Einzelbüro erfolgt durch eine Türe aus Holz. Die Beleuchtung erfolgt über eine Lichtbandleuchte, welche mit einem Wippschalter betätigt wird. Die Wärmeversorgung erfolgt über einen Flachheizkörper pro Einzelbüro. Für das Einzelbüro wird eine kontrollierte Be- und Entlüftung vorgesehen. Dafür werden für das Einzelbüro sowohl die Kosten für die Abluft- und Zuluft als auch für die dafür erforderlichen Rohrleitungen beaufschlagt.



Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Kosten [€ / Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]		Mittlere Lebensdauer [a]	KG	LB
					Herstellung/ Entsorgung				
	<b>Bodenaufbau ohne Fußbodenheizung</b>								
352.25.101010	Untergrund reinigen, grobe Verschmutzung	Länge * Breite	m <sup>2</sup>	0,75 €			50	352	25
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	Länge * Breite	m <sup>2</sup>	1,47 €	17		30	352	25
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	Länge * Breite	m <sup>2</sup>	1,87 €	34		30	352	25
352.25.112111	Wärmedämmung, EPS 40 mm, Estrich	Länge * Breite	m <sup>2</sup>	5,22 €	40		35	352	25
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	Länge * Breite	m <sup>2</sup>	3,82 €	25		35	352	25
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	Länge * Breite	m <sup>2</sup>	1,17 €	17		35	352	25
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	2 * (Länge + Breite)	m	0,59 €	2		30	352	25
352.25.125320	Zementestrich schwimmend, F4, 50 mm	Länge * Breite	m <sup>2</sup>	13,87 €	109		50	352	25

Abbildung 2-19: Datenblatt zur Anpassung eines Standardraums an die vorliegenden Randbedingungen.<sup>248</sup>

Über die Variablen Breite, Länge und Höhe können sowohl die Menge von flächenbezogenen Bauteilen wie Bodenbeläge oder Wandanstriche, als auch die Menge anderer Bauteile wie die Länge von den zugeordneten Versorgungsleitungen oder die zugeordnete Anzahl von technischen Ausstattungselementen wie Heizkörpern oder Beleuchtungsmitteln je Raum ermittelt werden. Die Raumgröße und damit die Mengen der zugeordneten Bauteile sind über die Veränderung der drei Variablen beliebig skalierbar. Ein Gebäude kann somit als Summe der ihm zugeordneten und entsprechend dimensionierten Standardräume und deren Bauteile verstanden werden. Grundsätzlich sind Gebäude in der Regel keine idealisierten Volumenkörper, wie zum Beispiel Würfel oder Quader. Ein Standardraum setzt sich aus geometrisch definierten Flächen zusammen. Dabei werden im Hochbau durch die erforderliche Standardisierung ausschließlich Flächen mit rechteckigen Abmessungen betrachtet. Die Skalierung der jeweiligen Standardräume kann in grundflächenbezogen und gebäudehüllflächenbezogen unterschieden werden, vgl. Abbildung 2-20.<sup>249</sup>

248 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 164.

249 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 103.



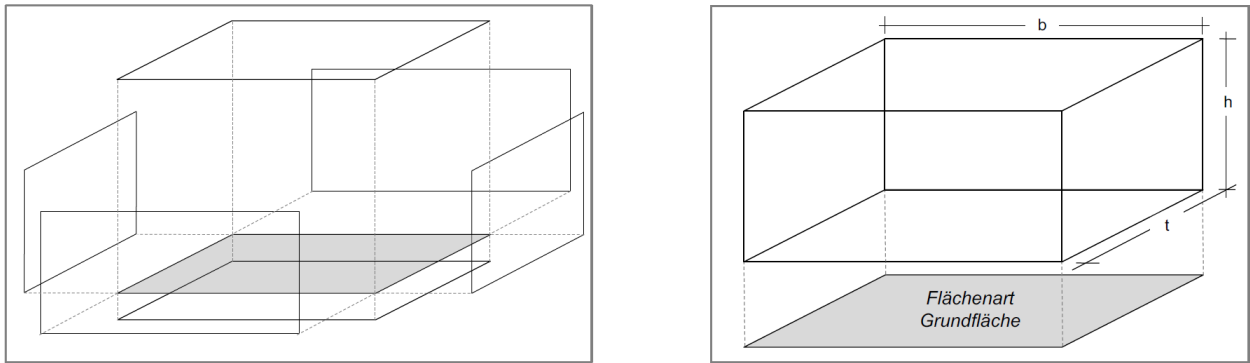


Abbildung 2-20: Gebäudehüllflächen und Gebäudegrundflächen bezogene Standardräume.<sup>250</sup>

Der grundflächenbezogene Standardraum weist eine dreidimensionale Struktur auf, aus einer variablen Grundfläche durch eine zu skalierende Breite und Länge sowie einer bestimmten Höhe. Die gebäudehüllflächenbezogenen Standardräume beziehen sich auf die Flächen der Außenwand und des Dachs. Diese Flächen setzen sich aus einer variablen Breite und Höhe zusammen, denen eine zweidimensionale Struktur zugrunde liegt.<sup>251</sup>

Durch die Eingabe der jeweilig festgelegten Abmessungen des Standardraumes werden die Mengen der dem Standardraum zugeordneten Bauteile, durch die jeweils hinterlegten Mengenformeln, skaliert. Auf Basis von Breite, Länge und Höhe des Standardraums lassen sich die Bauteilmengen berechnen. So bezieht sich beispielsweise das Bauteil „Textilbelag“ auf die Grundfläche, das Bauteil „Kalkzementputz“ hingegen auf die Wandfläche. Auch gibt es beispielsweise dimensionslose Bauteile, die mit einer fixen Anzahl versehen sind. So hat ein Badzimmer in der Regel nur eine Türe, egal ob dieses nun 15 oder 20 m<sup>2</sup> groß ist. Die Menge an Bewehrung, beispielsweise in der Bodenplatte, erfordert neben dem Volumen die Berücksichtigung einer Grundannahme über die Höhe des Bewehrungsgrads, da in frühen Phasen der Projektentwicklung in der Regel noch keine detaillierte Planung vorhanden ist. Grundannahmen sind an die jeweiligen Rahmenbedingungen anzupassen.<sup>252</sup>

250 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 103.

251 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 105.

252 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 103.



Es existieren folgende wissenschaftliche Arbeiten und Veröffentlichungen, die sich mit der Methodik der Standardraumstrukturen befassen:

- die Arbeiten von GREITEMANN<sup>253</sup>, KORNBLUM<sup>254</sup>, LESEWA<sup>255</sup> und MERKT<sup>256</sup> mit der Standardraumstruktur von Büroimmobilien,
- die Arbeiten von FRANK<sup>257</sup> und ZIEGEL<sup>258</sup> mit der Standardraumstruktur von Wohnimmobilien,
- die Arbeiten von HILGARTNER<sup>259</sup>, GHASSIMI<sup>260</sup> und KROLL<sup>261</sup> mit der Standardraumstruktur von Hotelimmobilien,
- die Arbeit von KAMINARIS<sup>262</sup> mit der Standardraumstruktur von Einzelhandelsimmobilien,
- die Arbeit von HOBEL<sup>263</sup> mit der Standardraumstruktur von Logistikimmobilien,
- die Arbeit von WENDEROTT<sup>264</sup> mit der Standardraumstruktur von Krankenhäusern.

### 2.2.5.1 Die Ermittlung der Herstellungskosten auf Basis der Methodik von Standardraumstrukturen

Die Berechnungen der Herstellungskosten nach KORNBLUM erfolgt ausgehend von der Bauteileebene. Die Herstellungskosten werden dabei für die Bauteile der KG 300 und 400 gem. DIN 276, die in einer gewissen Menge und Standard vorliegen, für den jeweiligen Immobilientyp ermittelt. Zur Kostenberechnung werden den jeweiligen Bauteilen eines Standardraums Kennwerte zu deren Herstellungskosten zugeordnet. Damit sind für jeden Raum Aussagen zu den Herstellungskosten möglich. Die Herstellungskosten der gesamten Immobilie ergeben sich kumulativ über die Herstellungskosten aller gewählten Standardräume. Die Kosten eines Standardraums  $K_{SR,j}$  ergeben sich aus der Summe der Kosten  $K_i$  der einzelnen Bauteile multipliziert mit der jeweiligen Menge  $Q_i$ , Formel 2-6.<sup>265</sup>

---

253 Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

254 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

255 Lesewa, R.: Standardisierung von Kostenansätzen für Standardraumstrukturen auf der Basis dokumentierter Ist-Kosten. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2016.

256 Merkt, F.: Standardraumstrukturen von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

257 Vgl. Frank, F.: Ablaufplanung auf Grundlage von Standardraumstrukturen zur Realisierungsentscheidung im Hochbau - Wohnen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2016.

258 Ziegel, C.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Wohnimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

259 Hilgartner, C.: Ablaufplanung auf Grundlage von Standardraumstrukturen zur Realisierungsentscheidung im Hochbau - Hotel. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2016.

260 Ghassimi, S.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Hotelimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

261 Kroll, S.: Vergleich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten im Lebenszyklus von Hotel- und Büroimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2018.

262 Kaminaris, A.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Einzelhandelsimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

263 Hobel, B.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Logistikimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2018.

264 Wenderott, L.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Krankenhäusern. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.

265 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation, Technische Universität München, München, 2017.

$$K_{SR,j}(0) = \sum_{i=1}^{n_j} K_i \times Q_i$$

Formel 2-6: Berechnung der Herstellungskosten eines Standardraums.<sup>266</sup>

## 2.3 Die Ermittlung der Instandsetzungskosten

Nach Kapitel 2.1.3 stellen die Instandsetzungskosten eine maßgebliche Eingangsgröße in der Verkehrswertermittlung dar und sind bereits in frühen Projektphasen möglichst genau zu prognostizieren, um die Immobilie möglichst für eine optimale Nutzung zu errichten und eine Realisierungsentscheidung nicht nur auf Basis der Herstellungskosten zu treffen. Auf Basis der Literatur wird die Instandsetzung der Bauteile als Verursacher der Instandsetzungskosten für diese Arbeit definiert und abgegrenzt. Im Folgenden wird auf die Prognose von Instandsetzungskosten auf Basis der Literatur eingegangen sowie Bezug zur Ermittlung der Instandsetzungskosten mittels der Methodik der Standardraumstrukturen (vgl. Kapitel 2.2.5) genommen.

### 2.3.1 Grundlagen der Instandhaltung

#### 2.3.1.1 Begriffe der Instandhaltung

Nach der Definition der HOAI zählen alle Maßnahmen, die dazu beitragen, den Soll-Zustand eines Objektes zu bewahren, zur Instandhaltung des Gebäudes.<sup>267</sup> Die DIN 31051 konkretisiert diese Definition und bezeichnet die Instandhaltung als *„Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus ... einer Einheit ..., die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, sodass sie die geforderte Funktion ... erfüllen kann“*<sup>268</sup>.

Physische Maßnahmen, die mit dem Ziel der Wiederherstellung der Funktion von fehlerhaften Einheiten ergriffen werden, zählen nach DIN 31051 zu den Maßnahmen der Instandsetzung. Unter dem Begriff der Wartung lassen sich alle Maßnahmen subsumieren, die den Abbau des durch Herstellung erstmalig entstandenen oder durch Instandsetzung und Verbesserung (Modernisierung) wiederhergestellten Abnutzungsvorrats hemmen bzw. verzögern. Die Inspektion dagegen stellt die bloße Feststellung und Einschätzung des Ist-Zustands eines Objektes dar und ist nicht mit baulichen Maßnahmen verbunden, vgl. Abbildung 2-21.<sup>269</sup>

---

<sup>266</sup> Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation, Technische Universität München, München, 2017, S 278.

<sup>267</sup> Vgl. Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen, HOAI, Bundesrepublik Deutschland (17.07.2013), § 2, Abs. 9.

<sup>268</sup> Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN EN 31051 – Grundlagen der Instandhaltung. 2012, S. 4.

<sup>269</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN EN 31051 – Grundlagen der Instandhaltung. 2012, S. 4-6.



Abbildung 2-21: Maßnahmen der Instandhaltung nach DIN 31051.<sup>270</sup>

### 2.3.1.2 Materielle und immaterielle Abnutzung

Zum Zeitpunkt der Gebäudeerrichtung werden die Bauteile der Umgebung ausgesetzt und unterliegen der Abnutzung. Sie müssen zum jeweiligen Zeitpunkt der maximal möglichen Abnutzung ausgetauscht werden.<sup>271</sup> Biologische, chemische, physikalische und physische Prozesse nehmen Einfluss auf den Erhalt der Bauwerkssubstanz. Diese Form der Abnutzung ist materieller Natur und kann durch die Wiederherstellung der Funktion mit Hilfe der Instandsetzung ausgeglichen werden, vgl. Abbildung 2-22.<sup>272</sup> Von der materiellen Abnutzung ist die immaterielle Abnutzung abzugrenzen. Der immaterielle Zustand wird durch modische, ökologische und wirtschaftliche Verbesserungen beeinflusst und kann durch Modernisierungsmaßnahmen ausgeglichen werden, vgl. Abbildung 2-22.<sup>273</sup>

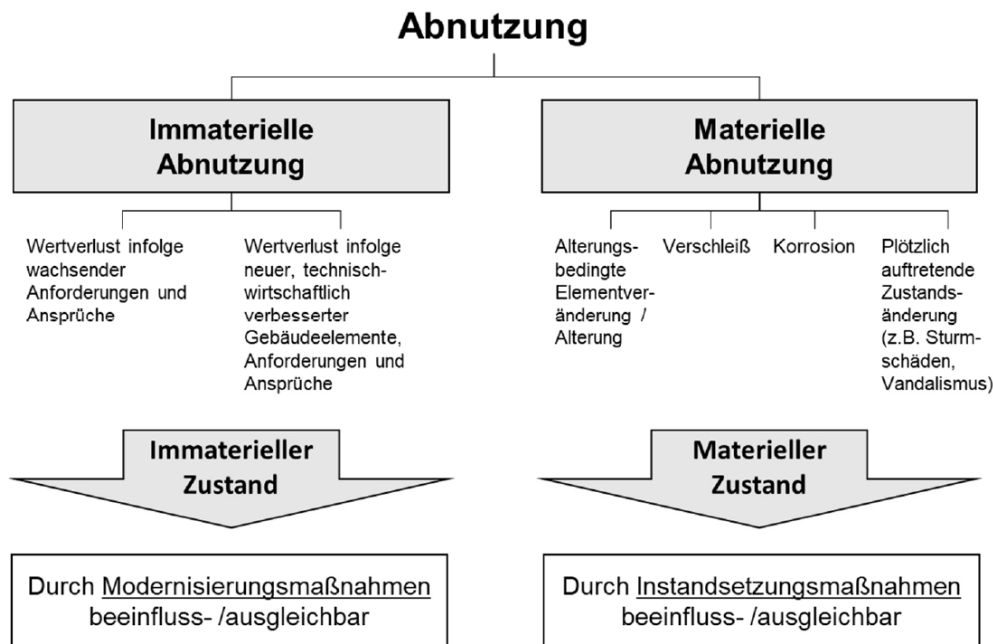


Abbildung 2-22: Modernisierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zur Beeinflussung immaterieller und materieller Abnutzung.<sup>274</sup>

270 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN EN 31051 – Grundlagen der Instandhaltung, 2012, S. 6.

271 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.

272 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.

273 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.

274 Krug, K.-E.: Wirtschaftliche Instandhaltung von Wohngebäuden durch methodische Inspektion und Instandsetzungsplanung. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 1985, S. 12.

### 2.3.2 Definition der Instandsetzungskosten von Gebäuden

Die DIN 31051 gliedert die Grundmaßnahmen der Instandhaltung und enthält die dazugehörigen Definitionen.<sup>275</sup> Physische Maßnahmen, die mit dem Ziel der Wiederherstellung der Funktion von fehlerhaften Einheiten ergriffen werden, zählen zu den Maßnahmen der Instandsetzung. Die DIN 31051 enthält jedoch keine weiteren Ausführungen zur Ermittlung oder Zuordnung der Maßnahmen zu den damit verbundenen Kosten.<sup>276</sup> Um entstehende Kosten den Maßnahmen verursachungsgerecht zuzuordnen, haben verschiedene Institutionen den Begriff der Instandsetzungskosten durch tiefere Unterscheidungen differenziert. Nach KORNBLUM stellen die DIN 276, die DIN 18960, die DIN 31051, die DIN 32736, die Zweite Berechnungsverordnung (II.BV), die GEFMA 200, die VDMA 3416 und die VDI 2067 die wesentlichen Normen und Richtlinien für die Zuordnung der Kosten der Instandsetzung im Hochbau dar, vgl. Abbildung 2-23.<sup>277</sup>

Kosten für Neubau, Umbau, Modernisierung	Kosten während der Nutzung	Verwertungskosten														
DIN 276 „Kosten im Bauwesen – Teil 1: Hochbau“	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" data-bbox="767 801 959 869">                             DIN 276                              KG 395 + 495                              Instandsetzung                         </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="515 882 1131 938">                             DIN 18960                              „Nutzungskosten im Hochbau“                         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="515 938 759 965">                             KG 300 Betriebskosten                         </td> <td data-bbox="759 938 1131 965">                             KG 400 Instandsetzung                         </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="576 978 1131 1034">                             DIN 31051 - „Grundlagen der Instandhaltung“                         </td> </tr> <tr> <td data-bbox="576 1012 676 1034">                             Inspektion                         </td> <td data-bbox="676 1012 759 1034">                             Wartung                         </td> <td data-bbox="759 1012 842 1034">                             Instandsetzung                         </td> <td data-bbox="842 1012 1131 1034">                             Verbesserung                         </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="515 1048 1131 1104">                             DIN 32736                              „Gebäudemanagement“                         </td> </tr> </table>	DIN 276 KG 395 + 495 Instandsetzung		DIN 18960 „Nutzungskosten im Hochbau“		KG 300 Betriebskosten	KG 400 Instandsetzung	DIN 31051 - „Grundlagen der Instandhaltung“		Inspektion	Wartung	Instandsetzung	Verbesserung	DIN 32736 „Gebäudemanagement“		
DIN 276 KG 395 + 495 Instandsetzung																
DIN 18960 „Nutzungskosten im Hochbau“																
KG 300 Betriebskosten	KG 400 Instandsetzung															
DIN 31051 - „Grundlagen der Instandhaltung“																
Inspektion	Wartung	Instandsetzung	Verbesserung													
DIN 32736 „Gebäudemanagement“																
Zweite Berechnungsverordnung - II. BV Verordnung über wohnungswirtschaftliche Berechnungen																
Teil II Zweiter Abschnitt: „Berechnung der Gesamtkosten“	Teil II Vierter Abschnitt: „Laufende Aufwendungen und Erträge“ II. Bewirtschaftungskosten 3. Betriebskosten    4. Instandhaltungskosten															
GEFMA 200 - „Kosten im Facility Management“																
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="576 1330 759 1352">                             Inspektion, Wartung,                              kleine Instandsetzung                         </td> <td data-bbox="759 1330 959 1352">                             große Instandsetzung                         </td> </tr> </table>		Inspektion, Wartung, kleine Instandsetzung	große Instandsetzung												
Inspektion, Wartung, kleine Instandsetzung	große Instandsetzung															
GEFMA 220 - „Lebenszykluskostenrechnung im FM“																
VDMA 3416 - „Prognosemodell für die Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen“																
	VDI 2067: „Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen Grundlagen und Kostenberechnung“	VDI 2074: „Recycling in der Technischen Gebäudeausrüstung“														

Abbildung 2-23: Verweise aus Normen und Richtlinien auf die Instandsetzungskosten von Gebäuden.<sup>278</sup>

275 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 31051:2012-09: Grundlagen der Instandhaltung.

276 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation an der Technischen Universität München, München (2017).

277 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation an der Technischen Universität München, München (2017).

278 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

Die Richtlinie GEFMA 108 für den Betrieb, die Instandhaltung, den Unterhalt von Gebäuden und gebäudetechnische Anlagen lehnt sich an der Strukturierung der DIN 31051 an und zeigt, dass eine Unterscheidung in kleine und große Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich ist. Kleine Instandsetzungen enthalten Maßnahmen, die der Wartung zuzuordnen sind und durch das Betriebspersonal ausgeführt werden, wie das Austauschen von Verschleißteilen (z.B. Glühbirne), die auch nach der II. BV als Betriebskosten angesehen werden. Ähnlich wie in der GEFMA werden in der Studie „INSP-EG Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude“<sup>279</sup> die Fälle der aktivierungspflichtigen Ersatzinstandsetzung und nicht aktivierungspflichtigen Betriebsinstandsetzung unterschieden. Die Ersatzinstandsetzung (EIS) ist definiert als „Rückführung einer Einheit in den ursprünglichen Soll-Zustand durch Austausch“<sup>280</sup>, welcher erfolgt, wenn die Betrachtungseinheit ihre Lebensdauer aufgebraucht hat. Hierbei wird angenommen, dass zu diesem Zeitpunkt die Funktionsfähigkeit und die Sicherheit der Betrachtungseinheit nicht mehr gegeben ist.<sup>281</sup> Die Betriebsinstandsetzung (BIS) wird als „Ertüchtigungs- sowie Ausbesserungsmaßnahme“<sup>282</sup> verstanden und ist Teil der Wartung. Die BIS beinhaltet die „Rückführung in den Soll-Zustand durch Austausch von Baugruppen“<sup>283</sup> und erfordert nur eine kurzfristige Beeinflussung der Funktionsfähigkeit im Sinn eines zu erwartenden Defekts. Die BIS erfolgt außerhalb des Wartungszyklus und ist eindeutig von der Wartung zu differenzieren, obwohl sie dieser und damit auch den Betriebskosten zugeordnet ist, vgl. Abbildung 2-24.<sup>284</sup>

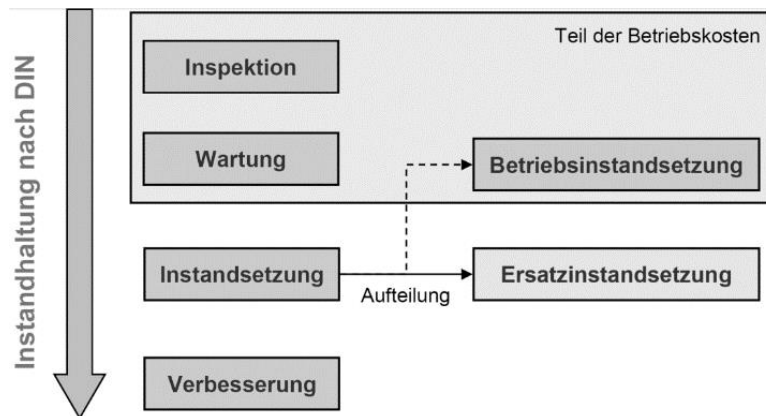


Abbildung 2-24: Abgrenzung von Ersatz- und Betriebsinstandsetzung zur DIN 31501.<sup>285</sup>

### 2.3.3 Instandsetzungskosten in der Literatur

In der Literatur existieren diverse Angaben zur Höhe der anzusetzenden Instandsetzungskosten, die in ihrer Methodik dem Grunde nach, gem. Kapitel 2.2.3 (Herstellungskosten), den Kostenkennwertverfahren zuzuordnen sind. Sie weisen bei der Übertragung auf die betrachtete

279 Vgl. Zimmermann, J. et al.: INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, TU München, 2007, S. 18.

280 Vgl. Zimmermann, J. et al.: INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, TU München, 2007, S. 18.

281 Vgl. Zimmermann, J. et al.: INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, TU München, 2007, S. 18-25.

282 Vgl. Zimmermann, J. et al.: Studie INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. TU München. München 2007, S. 18.

283 Vgl. Zimmermann, J. et al.: Studie INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. TU München. München 2007, S. 18.

284 Vgl. Zimmermann, J. et al.: Studie INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. TU München. München 2007, S. 18-27.

285 Zimmermann, J. et al.: Studie INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. TU München. München 2007, S. 5.

Immobilie die Problematik der Vergleichbarkeit ihrer Erhebungsbedingungen auf. Weiter gilt ebenso, dass zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung nach Kapitel 2.2.1 die Bauteilmengen im Planungsprozess zu diesem Zeitpunkt nicht hinreichend genau vorliegen. Diese Instandsetzungskostenkennwerte werden in der Regel für ein Jahr in [€/m<sup>2</sup> BGF] oder in [%] der ursprünglichen Herstellungskosten einer Immobilie angegeben. Als Beispiel werden in Tabelle 2-2 einschlägige Studien mit Angaben zu den jährlichen Instandsetzungskosten einer Immobilie dargestellt.

Fußnote Nr.	Autor	Immobilientyp	Jahr	Kennwert
[ <sup>286</sup> ]	Burianek	Bauliche Anlagen	1973	1 % je HK
[ <sup>287</sup> ]	Vogels	Bauliche Anlagen	1977	1,0-1,5 % je HK
[ <sup>288</sup> ]	Kleiber	Gew. Objekte	2010	0,8-1,2 % je HK
[ebenda]	Kleiber	Landw. Gebäude	2010	1,0-1,3 % je HK
[ <sup>289</sup> ]	Peters	Wohnen	1980	1,9 % je HK
[ebenda]	Kleiber	Wohnen	2010	0,8-1,2 % je HK
[ <sup>290</sup> ]	BMRBS	Wohnen	1980	1,0 % je HK
[ <sup>291</sup> ]	II. BV.	Wohnen Alter <22	2007	7,42 €/m <sup>2</sup> BGF
[ebenda]	II.BV.	Wohnen Alter >22	2007	9,41 €/m <sup>2</sup> BGF
[ebenda]	II.BV.	Wohnen Alter >32	2007	12,02 €/m <sup>2</sup> BGF
[ebenda]	Kleiber	Büro	2010	0,4-0,8 % je HK
[ <sup>292</sup> ]	Füchsle	Büro	1972	1,0 % je HK
[ebenda]	Kleiber	Büro	2010	15,00-20,00 €/m <sup>2</sup> BGF
[ <sup>293</sup> ]	BKI	Büro	2014	12,61 €/m <sup>2</sup> BGF
[ <sup>294</sup> ]	Oscar, JLL	Büro	2014	18,60 €/m <sup>2</sup> BGF
[ <sup>295</sup> ]	BBSR	Büro	2020	0,35 % je HK der KG 300

**Tabelle 2-2: Kennwerte für jährliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten und je m<sup>2</sup> BGF der Literatur.**

286 Burianek, P.: Folgekosten bei Gebäuden. Dissertation. Technischen Universität München. 1973. S. 102.

287 Vogels, M.: Grundstücks- und Gebäudebewertung marktgerecht. 1. Auflage, Bauverlag Wiesbaden, 1977. S. 82.

288 Kleiber, W.; Fischer, R.; Simon, J.: Verkehrswertermittlung von Grundstücken. Kommentar und Handbuch zur Ermittlung von Marktwerten (Verkehrswerten), Versicherungs- und Beleihungswerten unter Berücksichtigung der ImmoWertV. 6., vollst. neu bearb. Aufl. Köln, 2010. S. 1694.

289 Peters, H.: Instandhaltung und Instandsetzung von Wohnungseigentum 1. Auflage, Bauverlag Wiesbaden, 1984. S. 144.

290 Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Berechnungsmethoden für Baunutzungskosten, Schriftenreihe 04.063. Autoren: Simons, K.; Sager, Rainer, Lehrstuhl für Bauwirtschaft und Baubetrieb der Technischen Universität Braunschweig, 1980. S. 14.

291 Verordnung über wohnungswirtschaftliche Berechnungen nach dem Zweiten Wohnungsbaugesetz (Zweite Berechnungsverordnung - II. BV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Oktober 1990 (BGBl. I S. 2178), zuletzt geändert durch Artikel 78 Absatz 2 des Gesetzes vom 23. November 2007 (BGBl. I S. 2614) Die nach § 26 Abs. 4 vorgesehene Anpassung ist zum Stichtag 1. Januar 2014 berücksichtigt. § 28.

292 Füchsle, G.: Planung von Verwaltungsgebäuden. Dissertation an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. 1972.

293 Stoy, C.; Lasshof, B.: BKI Nutzungskosten Gebäude 2014/2015. Statistische Kostenkennwerte. Stuttgart, 2014.

294 Jones Lang LaSalle: OSCAR 2014 – Büronebenkostenanalyse 2014.

295 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): Leitfaden Nachhaltiges Bauen (BNB), Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden, 2020.

Für eine tiefere inhaltliche Beschreibung der einzelnen Studien aus Tabelle 2-2 wird auf die Arbeit von KORNBLUM verwiesen.<sup>296</sup> Die meisten Angaben der genannten Studien werden durch eine Spanne ausgedrückt, die zur Ermittlung der Kosten für die Instandsetzung zu verwenden ist. Angaben, wann welcher Wert einzusetzen ist bzw. auf welchen Grundlagen dieser erhoben wurde, werden nicht gemacht. Beispielsweise ist unklar, ob die angesetzten Instandsetzungskosten notwendige Entsorgungskosten der rückzubauenden Bauteile berücksichtigen und ob und inwieweit eine unterschiedliche Abnutzung und der Ausstattungsstandard je Immobilientyp einfließt. Die Spannweite dieser Kennwerte reicht im Bereich Bürogebäude von 0,39 % bis 1 % der Herstellungskosten je Jahr. Damit ist eine auf ein individuelles Objekt mit seinen Eigenschaften bezogene Prognose der Instandsetzungskosten mit hinreichender Genauigkeit nicht möglich.

### 2.3.4 Die Prognose der Instandsetzungskosten auf Basis der Methodik von Standardraumstrukturen

Für die Grundlagen der Standardraummethodik wird auf Kapitel 2.2.5 verwiesen. Die Bestimmung der Instandsetzungskosten nach KORNBLUM erfolgt auf Bauteilebene und ist für jede beliebige Gesamtnutzungsdauer der Immobilie möglich.<sup>297</sup> Die Instandsetzungskosten werden für die Bauteile der KG 300 und 400 gem. DIN 276 in Abhängigkeit des jeweiligen Immobilientyps bestimmt, die in einer gewissen Menge und Standard vorliegen. Die Grundlage der Prognose bilden neben der spezifischen Bauteilmenge, deren Herstellungskosten und die Bauteillebensdauer. Die Instandsetzungskosten ergeben sich kumulativ über die gewählten Standardräume  $K_{SR,j}$ . Zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer ergeben sich die Instandsetzungskosten je Standardraum aus der Summe der Kosten  $K_i$  der einzelnen Bauteile multipliziert mit der jeweiligen Menge  $Q_i$  und dem auf eine ganzzahlige Zahl abgerundeten Quotienten aus dem Alter  $t$  und der Lebensdauer  $LD_i$ , vgl. Formel 2-7.<sup>298</sup> Es werden dabei keine Abnutzungsunterschiede z.B. je Immobilientyp berücksichtigt.

$$K_{SR,j}(t) = \sum_{i=1}^{n_j} K_i \times Q_i \times \left\lfloor \frac{t}{LD_i} \right\rfloor$$

**Formel 2-7: Berechnung der Instandsetzungskosten eines Standardraums.**<sup>299</sup>

---

296 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

297 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation. Technische Universität München, München, 2017, S 260-266.

298 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation. Technische Universität München, München, 2017 S. 260-266.

299 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation. Technische Universität München, München, 2017, S 264.



## 2.4 Die Lebensdauer von Gebäuden und Bauteilen

### 2.4.1 Definition der wirtschaftlichen und technischen Lebensdauer von Immobilien und Bauteilen

Die Gesamtnutzungsdauer einer Immobilie ist begrenzt durch Errichtung und Abbruch bzw. durch Herstellung, Ersatz oder Abbruch der eingesetzten Bauteile am Ende deren jeweiliger Bauteillebensdauer. Somit ist die Gesamtnutzungsdauer eines Gebäudes als Konstrukt der einzelnen Bauteillebensdauern aufzufassen.<sup>300</sup> Diese Dauern werden in der Literatur als Lebens- bzw. Nutzungsdauer angegeben und können nach ZIEGEL im Kontext der Instandsetzung gleichbedeutend verwendet werden und sind nach ALTMANN hinsichtlich der wirtschaftlichen und technischen Lebensdauer zu unterscheiden.<sup>301 302</sup>

#### 2.4.1.1 Die wirtschaftliche Lebensdauer

Die Gesamtnutzungsdauer einer Immobilie bzw. die Bauteillebensdauer ist wirtschaftlich insbesondere von der Nachfrage bzw. von der immateriellen Abnutzung abhängig, die nicht belastbar prognostizierbar sind. Die immaterielle Abnutzung ist nach Kapitel 2.3.1 nicht durch Instandhaltungsmaßnahmen behebbar. Es gilt, dass eine Immobilie, die nicht nachgefragt bzw. genutzt wird, wertlos ist.<sup>303</sup>

Als Gesamtnutzungsdauer definiert die ImmoWertV in § 23 die „übliche wirtschaftliche“ Nutzungsdauer der Immobilie bei „ordnungsgemäßer“ Bewirtschaftung<sup>304</sup>. Veröffentlichte, durchschnittliche, wirtschaftliche Gesamtnutzungsdauern aus der Literatur können damit lediglich einen nicht belastbaren Anhaltspunkt liefern, vgl. Abbildung 2-25.

---

300 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.

301 Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität München, 2019, S.176.

302 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.

303 Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität, München, 2019.

304 Immobilienwertermittlungsverordnung in der Fassung vom 19.05.2010, § 5 Abs. 2.



**Orientierungswerte für die übliche Gesamtnutzungsdauer  
bei ordnungsgemäßer Instandhaltung**

Je nach Situation auf dem Grundstücksmarkt ist die anzusetzende Gesamtnutzungsdauer sachverständig zu bestimmen und zu begründen.

Freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser, Doppelhäuser, Reihenhäuser			
	Standardstufe 1	60	Jahre
	Standardstufe 2	65	Jahre
	Standardstufe 3	70	Jahre
	Standardstufe 4	75	Jahre
	Standardstufe 5	80	Jahre
Mehrfamilienhäuser		70	Jahre +/-10
Wohnhäuser mit Mischnutzung		70	Jahre +/-10
Geschäftshäuser		60	Jahre +/-10
Bürogebäude, Banken		60	Jahre +/-10
Gemeindezentren, Saalbauten/Veranstaltungsgebäude		40	Jahre +/-10
Kindergärten, Schulen		50	Jahre +/-10
Wohnheime, Alten-/Pflegeheime		50	Jahre +/-10
Krankenhäuser, Tageskliniken		40	Jahre +/-10
Beherbergungsstätten, Verpflegungseinrichtungen		40	Jahre +/-10
Sporthallen, Freizeitbäder/Heilbäder		40	Jahre +/-10
Verbrauchermärkte, Autohäuser		30	Jahre +/-10
Kauf-/Warenhäuser		50	Jahre +/-10
Einzelgaragen		60	Jahre +/-10
Tief- und Hochgaragen als Einzelbauwerk		40	Jahre +/-10
Betriebs-/Werkstätten, Produktionsgebäude		40	Jahre +/-10
Lager-/Versandgebäude		40	Jahre +/-10
Landwirtschaftliche Betriebsgebäude		30	Jahre +/-10

**Abbildung 2-25: Orientierungswerte für die Gesamtnutzungsdauer unterschiedlicher Immobilien bei ordnungsmäßiger Instandhaltung.<sup>305</sup>**

## 2.4.1.2 Die technische Lebensdauer

### 2.4.1.2.1 Definition

Die technische Gesamtnutzungsdauer der Immobilie wird durch die materielle Abnutzung begrenzt, da alle Bauteile der materiellen Abnutzung durch z.B. Verschleiß oder Korrosion unterworfen sind. Infolgedessen müssen diese zum jeweiligen Grenzzeitpunkt der maximal möglichen Abnutzung, am Ende ihrer so genannten technischen Lebensdauer, immer wieder instandgesetzt werden.<sup>306</sup> Wie in Kapitel 2.3.1 beschrieben, kann die materielle Abnutzung theoretisch unbegrenzt durch den Bauteilersatz instandgesetzt werden, sodass damit auch die technische Gesamtnutzungsdauer der Immobilie unbeschränkt ist.<sup>307</sup> Werden die eingesetzten Bauteile am Ende der jeweiligen Lebensdauer unaufhörlich ersetzt, weist ein Gebäude in der Theorie eine unendliche technische Lebensdauer auf.<sup>308</sup> Die technische Gesamtnutzungsdauer einer Immobilie wird folglich durch die wirtschaftliche Gesamtnutzungsdauer begrenzt.<sup>309</sup>

305 Vgl. Richtlinie zur Ermittlung des Sachwerts 05.09.2012, Anlage 3.

306 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017, S. 222.

307 Vgl. Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität München, 2019, S161-164.

308 Vgl. Zimmermann, J; Ziegel, C: Kostenermittlung in frühen Projektphasen mit Standardraumstrukturen im Wohnungsbau. in: Bauingenieur, Band 94, 2019, S.395-404.

309 Vgl. WertR 2006, Ziffer 3.5.6.

Die Zeitspanne zwischen der Errichtung eines Bauteils und dessen Ausfalls wird als technische Lebensdauer bezeichnet.<sup>310</sup> Unter Errichtung des Bauteils wird der Einbau des Bauteils in das Gebäude verstanden.<sup>311</sup> Die technische Lebensdauer beschreibt den Zeitraum, in dem ein Bauteil „physisch zur Verfügung steht und den geforderten Eigenschaften ohne Einschränkungen entspricht.“<sup>312</sup> Die technische Bauteillebensdauer endet, wenn das Bauteil seine erforderliche Funktion nicht mehr aufrechterhalten kann und Wartungsmaßnahmen aus technischer Sicht nicht mehr ausreichen. Das Bauteil muss zu diesem Zeitpunkt ausgebaut und ausgetauscht werden.<sup>313</sup>

#### 2.4.1.2.2 Der Abnutzungsvorrat

Der Abnutzungsvorrat nach DIN 31051 ist der „Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Einheit aufgrund der Herstellung oder Instandsetzung innewohnt“<sup>314</sup>. Dieser Vorrat stellt das Abnutzungspotential des Bauteils dar. Er gewährleistet eine Funktion unter festgelegten Bedingungen, die auch das Ausfallkriterium definieren. Es wird davon ausgegangen, dass ein Bauteil bei der Gebäudeerrichtung mit 100 % Abnutzungsvorrat erzeugt wird. Die verbleibende technische Lebensdauer eines Bauteils zu einem gewissen Zeitpunkt ist abhängig vom derzeit gegebenem materiellen Zustand.<sup>315 316</sup>

Der Abbau des Abnutzungsvorrats kann mathematisch als Grad der Abnutzung in Abhängigkeit der Zeit beschrieben werden. Die dem Bauteil zugrunde liegende Funktion des Verlaufs des Abnutzungsvorrats ist von den Einflüssen der materiellen Abnutzung abhängig. Nachfolgende Abbildung stellt zur Veranschaulichung des Abnutzungsverlaufs eine fiktive Beispielfunktion nach DIN 31051 dar. Mit Erreichen des Ausfallkriteriums, der Abnutzungsgrenze ist der Abnutzungsvorrat erschöpft und die technische Lebensdauer des Bauteils endet. Nach DIN 31051 muss zu diesem Zeitpunkt nicht ein Abnutzungsvorrat von 0 % erreicht sein, vgl. Abbildung 2-26. Eine Batterie, zum Beispiel erreicht die Abnutzungsgrenze, wenn die erforderliche Spannung nicht mehr liefert und die Funktion nicht mehr gegeben ist, obwohl sie nicht gänzlich entladen ist.<sup>317 318</sup>

---

310 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011, S.33

311 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007, S.78

312 Vgl. Kalusche, W.: Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. In Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Schalcher. 2004, S.2

313 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 16

314 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Grundlagen der Instandhaltung. DIN 31051:2012-09, S.8.

315 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Grundlagen der Instandhaltung. DIN 31051:2012-09, S.8.

316 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007, S.78.

317 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Grundlagen der Instandhaltung. DIN 31051:2012-09, S.8.

318 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007, S.78.

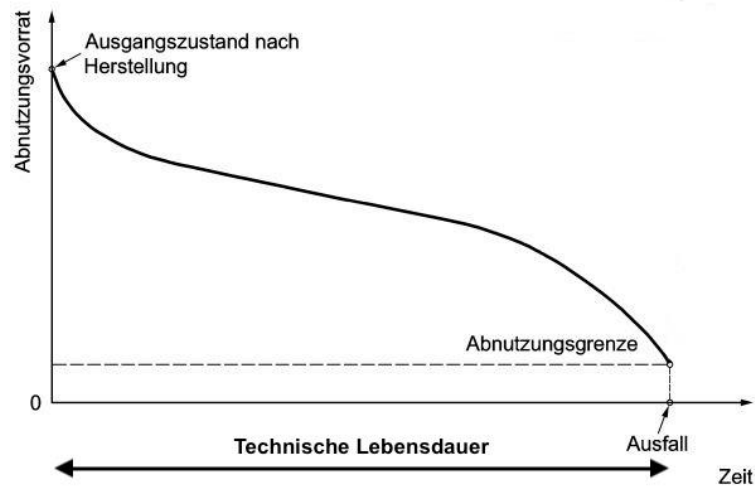


Abbildung 2-26: Beispiel für den Verlauf des Abnutzungsvorrats über der Zeit.<sup>319</sup>

### 2.4.1.2.3 Einflussfaktoren der technischen Lebensdauer

Das materielle Abnutzungsverhalten von Bauteilen eines Gebäudes wird durch den Standard des Bauteils, der Konstruktion und der Ausführung, den bauphysikalischen Umgebungsbedingungen, den Nutzungsbedingungen sowie durch die Instandhaltung beeinflusst<sup>320 321 322 323</sup>, wobei Qualität im Sinn von Standard verwendet wird, welcher nach Kapitel 2.1.2 diesbezüglich die „Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen“<sup>324</sup> eines Produkts oder einer Dienstleistung beschreibt, vgl. Tabelle 2-3.

Kategorie	Klasse	Beschreibung
Qualität (Standard)	Bauteil	Herstellung, Lagerung, Transport, Material, Schutzschicht
	Konstruktion	Eingliederung, konstruktiver Schutz
	Ausführung	Einbau auf der Baustelle, klimatische Bedingungen auf der Baustelle
Umgebung	bauphysikalische Einflüsse innerhalb des Gebäudes	Raumluftbedingungen, Kondensation
	bauphysikalische Einflüsse außerhalb des Gebäudes	Standort, Wetter, Luftverschmutzung, Bauwerkerschütterungen
Nutzungsbedingungen	Nutzung	Mechanische Einflüsse, Art der Nutzung, Verschleiß
	Instandhaltung	Standard und Zyklus der Instandhaltung, Zugänglichkeit für Instandhaltung

Tabelle 2-3: Einflüsse auf die materielle Abnutzung von Bauteilen nach DIN 15686.<sup>325</sup>

319 Deutsches Institut für Normung e.V.: Grundlagen der Instandhaltung. DIN 31051:2012-09. S.8.

320 Vgl. Schulter, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.11.

321 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.3.

322 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011. S.129.

323 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.22.

324 Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN EN ISO 9000 – Qualitätsmanagementsysteme, Grundlagen und Begriffe. Z. 4.

325 ISO 15686-1: Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning – Part 1: General Principles. ISO Copy Right Office, Geneva (CH), 2011.

#### 2.4.1.2.3.1 Bauteilqualität

Nach BAHR UND LENNETS spielen für die Abnutzung des Bauteils die Planung, die Herstellungsweise (einschließlich Lagerung und Transport) und die Materialwahl eine wichtige Rolle und können sich auf die Schadensanfälligkeit des Bauteils auswirken.<sup>326 327</sup> Insbesondere bei der Ausführungsplanung, die das Bauteil planerisch festlegt, sind die anerkannten Regeln der Technik einzuhalten. Diese setzen sich aus zahlreichen Fachregeln, Richtlinien und Normen zusammen.<sup>328 329</sup> Nach der GESELLSCHAFT FÜR ÖKOLOGISCHE BAUTECHNIK nutzen sich Bauteile auch materialabhängig ohne äußere Einwirkung ab. Bei Kunststoffen tritt ohne Beanspruchung durch UV-Licht eine Volumenreduktion und/oder eine Versprödung durch autooxidative Prozesse (z.B. Weichmacherabgang) ein.<sup>330</sup>

#### 2.4.1.2.3.2 Konstruktionsqualität

Nach BAHR UND LENNETS sowie HERZOG werden verbundene Bauteile einer Konstruktion durch die Themen „Bauteilschäden“, „chemische und thermische Reaktionen“, „gegenseitiger Schutz“ und „Verbindungs mittel“ beeinflusst.<sup>331</sup> Bauteilschäden können im Falle einer defekten Bauteilschicht intakte Elemente, die mit schadhaften Bauteilen in Verbindung geraten, beschädigen.<sup>332 333</sup> Chemische und thermische Reaktionen unterschiedlicher Materialien können zur gegenseitigen Beschädigung führen.<sup>334</sup> Beispiele hierfür sind Tauwasserbildungen innerhalb eines Bauteils, Spannungen aufgrund von unterschiedlicher Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Baustoffe oder Kontaktkorrosionen der unterschiedlichen Metalle.<sup>335</sup>

Sind Bauteile durch Verbindungsmittel konstruktiv miteinander verbunden und ist Abnutzungsgrenze des kurzlebigeren Bauteils erreicht, muss im Rahmen der Instandsetzung das langlebiger Bauteil ebenfalls ausgetauscht werden, sodass die maximal mögliche Lebensdauer des langlebigeren Bauteils nicht erreicht wird.<sup>336 337</sup> Dabei spielt die Position der einzelnen Schicht

---

326 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.79-80.

327 Vgl. Kalusche, W.: Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. In Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Schalcher. 2004. S.3.

328 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.79.

329 Vgl. Kalusche, W.: Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. In Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Schalcher. 2004. S.3.

330 Vgl. Gesellschaft für ökologische Bautechnik Berlin mbH: Instrumente zur qualitätsabhängigen Abschätzung der Dauerhaftigkeit von Materialien und Konstruktionen: Teil 1: Aufgabenstellung und Methode in Weiterentwicklung von Instrumenten für eine Nachhaltige Baupolitik; Forschungsprojekt Nr. 10.06.03 - 03.125; Berlin, 2005.

331 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

332 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

333 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt 2011, S. 76.

334 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

335 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt 2011, S. 78.

336 Vgl. Klocke, W.: Mein Haus wird älter - was tun?: Ratgeber mit Checklisten zur Vermeidung von Bauschäden durch preiswerte Pflege und Unterhaltung; Wiesbaden; Berlin; Bauverlag GmbH, 1988.

337 Klocke, W.: Mein Haus wird älter - was tun?: Ratgeber mit Checklisten zur Vermeidung von Bauschäden durch preiswerte Pflege und Unterhaltung; Wiesbaden; Berlin; Bauverlag GmbH, 1988.

innerhalb einer Bauteilkonstruktion eine wesentliche Rolle.<sup>338 339</sup> Liegt nach BUND TECHNISCHER EXPERTEN (BTE) die defekte Schicht nicht an oberster Stelle, auf die direkt zugegriffen werden kann, so wird diese von ggf. mehreren Schichten mit längeren Lebensdauererwartungen verdeckt. Demnach können defekte Schichten nur durch eine Zerstörung der darüber liegenden Schicht ausgetauscht werden und befinden sich so in einer „Schicksalsgemeinschaft“<sup>340 341</sup>.

Durch gegenseitigen Schutz angrenzender Bauteile kann sich die Abnutzung von Bauteilen verzögern.<sup>342 343</sup> Hierbei handelt es sich meistens um Schutz vor äußeren Einwirkungen. Beispielsweise können Fassaden oder Fenster vor Witterungseinflüssen durch ein überstehendes Dach geschützt werden.<sup>344</sup>

### 2.4.1.2.3.3 Ausführungsqualität

Neben dem Stand der Technik haben die Ausführung auf der Baustelle sowie die vorherrschenden Einbaubedingungen hinsichtlich Umwelt- und Standort Einfluss auf die Bauteilabnutzung.<sup>345</sup> Die Verarbeitung von Baumaterialien bei nachteiligen Bedingungen kann keine Qualität generieren. Zu niedrige Temperaturen beim Einbau von Beton oder Putz können beispielsweise die Lebensdauer beeinträchtigen.<sup>346 347 348</sup>

### 2.4.1.2.3.4 Äußere bauphysikalische Einflüsse

Unter den äußeren Umgebungseinflüssen werden die bauphysikalischen Einflüsse außerhalb des Gebäudes verstanden. Hierzu zählen Temperaturschwankungen, Sonnenstrahlung, Feuchtigkeit, Wind, Luftschadstoffe, mechanische Belastungen und Bauwerkserschütterungen.<sup>349 350</sup> Temperaturdifferenzen können Längen- und Volumenänderungen von Bauteilen generieren und zu u.a. Spannungen und Rissen durch Wechselbeanspruchung führen. Strahlung

---

338 Vgl. Herzog, K.: Entwicklung eines Modells und einer Softwarekomponente zur ökonomischen Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung von Gebäuden, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt 2005, S. 39.

339 M. Rath: Entwicklung eines Ansatzes zur bauteilbezogenen Bestimmung der Instandsetzungskosten unter spezieller Berücksichtigung des Immobilientyps. Masterarbeit. Technische Universität München, 2019. S.102-105.

340 Vgl. Bund Technischer Experten e.V.: Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. 2008. Anlage 1., 2008, S. 3.

341 Vgl. Hüske, Katja: Nachhaltigkeitsanalyse demontagegerechter Baukonstruktionen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt. Darmstadt 2001, S.4-35.

342 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt 2011, S. 78.

343 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt 2011, S. 78.

344 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

345 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

346 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

347 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.79.

348 Vgl. Kalusche, W.: Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. In Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Schalcher. 2004. S.3.

349 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.80.

350 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

bzw. UV-Strahlung kann zu einer Spaltung chemischer Verbindungen führen und u.a. Festigkeitsverluste erzeugen. Feuchtigkeit kann abhängig von Material zum Quellen eines Bauteils und damit zu Längen- bzw. Volumenänderungen sowie zu Spannungen führen. Zu den einflussnehmenden Luftschadstoffen zählen insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>), die u.a. sauren Regen erzeugen können.<sup>351</sup> Darüber hinaus kann der Salzgehalt der Umgebung z.B. in Küstennähe zu erhöhter Korrosion führen. Mechanische Belastungen durch die Umwelt können vielfältig sein. Beispiele sind Windeinwirkung, Schnee- oder Eisauflast.<sup>352</sup> Bauwerkserschütterungen oder ungleichmäßige Setzungen können je nach Beanspruchungsstärke zu Rissen am Gebäude oder zum Tragfähigkeitsverlust führen.<sup>353</sup> Nach BAHR UND LENNERTS sowie KLINGENBERGER sind die genannten Einflüsse grundsätzlich abhängig Zeit und Standort.<sup>354 355</sup>

#### 2.4.1.2.3.5 Innere bauphysikalische Einflüsse

Unter den inneren Umgebungseinflüssen werden die bauphysikalischen Einflüsse im Inneren des Gebäudes verstanden. Hierzu zählen insbesondere Raumlufbedingungen, Kondensation, Luftfeuchtigkeit, Wasserqualität, Raumtemperatur und Chemikalienbelastung, deren Auswirkung auf Bauteile aufgrund ihrer Materialabhängigkeit vielfältig sein kann.<sup>356</sup> Besonders bei Wärmebrücken kommt es bedingt durch den geringen Wärmedurchlasswiderstand zu einem raumseitigen Abfall der Lufttemperatur. Fällt bei einer Raumtemperatur von 20°C und einer relativen Raumluftheuchte von 50 % die Oberflächentemperatur auf unter 9,3°C, kommt es zur Kondensation der Luftfeuchte auf der entsprechenden Oberfläche.<sup>357</sup>

#### 2.4.1.2.3.6 Nutzung

Bauteile nutzen sich durch mechanische Belastungen infolge Nutzung des Gebäudes ab. Türen, Fenster, Jalousien, Bodenbeläge, Wandbeläge, Förderanlagen (Aufzug, Rolltreppe), Wärmeerzeugungsanlagen und lufttechnische Anlagen werden unmittelbar vom Nutzer in Anspruch genommen und sind damit vorrangig von der Nutzung betroffen.<sup>358 359</sup> Die materielle Abnutzung eines Bauteils ist von der Art bzw. dem Funktionsbetrieb des Gebäudes und vom Verhalten des Nutzers abhängig. Die Art und die Höhe einer möglichen Belastung auf Bauteile

---

351 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

352 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

353 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.80.

354 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.80.

355 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

356 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

357 Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, 2013.

358 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

359 Vgl. Tank, T: Quantifizierung des Einflusses der Nutzungsintensität auf die Lebensdauer der Bauteile in den KG 300 und 400 unter besonderer Berücksichtigung des Immobilientyps. Masterarbeit, Technische Universität München, 2019.

kann dabei bei verschiedenen Immobilientypen variieren, sodass Bauteile in Krankenhäusern (z.B. durch schwere Geräte oder Krankenbetten) einem stärkeren Verschleiß unterliegen als in Wohngebäuden. Entsprechend der Ausführungen aus Kapitel 2 kann die Nutzung von Immobilien anhand des Funktionsbetriebs unterschieden werden.

Neben dem charakteristischen Funktionsbetrieb spielt die Höhe der Nutzerakzeptanz eine wichtige Rolle. Niedrige Nutzerakzeptanz spiegelt sich im unsachgemäßen Gebrauch des Gebäudes wider und hat wiederum eine schnellere, materielle Abnutzung zur Folge. Zum Beispiel können Teile auch durch Vandalismus zerstört werden. Bei hoher Nutzerakzeptanz pflegt der Nutzer die Gebäudebauteile selbst, was sich positiv auf die Abnutzung auswirken kann. Besonders bei einer geringeren Anzahl von Nutzern wird ein sachgemäßer Umgang mit dem Gebäude und den Bauteilen gefördert, wohingegen eine geringe Nutzerakzeptanz z. B. vermehrt in Gemeinschaftsflächen von großen Wohnanlagen auftritt. Ein Maß für die Erfüllung der Nutzerakzeptanz liegt bei Mehrfamilienhäusern z. B. in der Mieterfluktuation. Ein anderes Maß ist die Häufigkeit von Vandalismus.<sup>360 361</sup>

Die Anzahl in einem Gebäude lebender oder arbeitender Personen, die tägliche Dauer der Gebäudenutzung sowie die zur Verfügung stehenden vorhandenen Flächen beeinflussen die Nutzungsintensität, sodass die Nutzungsintensität für jeden Immobilientyp, wie zum Beispiel Wohngebäude, Bürogebäude und Krankenhäuser unterschiedlich sein kann.<sup>362 363 364</sup> Bauteile bei intensiv genutzten Gebäuden wie Krankenhäusern oder Einzelhandelsimmobilien weisen einen stärkeren Verschleiß als beispielsweise bei Wohnimmobilien auf.<sup>365</sup> Die Häufigkeit der Bauteilnutzung kann empirisch unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens und in Form von Messungen ermittelt werden.<sup>366</sup>

#### 2.4.1.2.3.7 Instandhaltung

Nach BAHR UND LENNERTS, KALUSCHE und KLINGENBERGER stellen die materielle Abnutzung, die Häufigkeit von Inspektions- und Wartungsmaßnahmen und die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben, Richtlinien oder Herstellerempfehlungen bei der Ausführung Einflussfaktoren der Instandhaltung dar. Die Häufigkeit von Inspektions- und Wartungszyklen ist gem. dem Stand der Technik geregelt und sind vertraglich über den Lebenszyklus im Rahmen der Institutionen ordnungsgemäß einzuhalten.<sup>367</sup> Bei Erreichen der Abnutzungsgrenze, vgl.

---

360 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.81.

361 Vgl. Kalusche, W.: Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. In Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Schalcher. 2004. S.3-4.

362 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.79-81.

363 Stoy, C.: Benchmarks und Einflussfaktoren der Baunutzungskosten. Dissertation am Institut für Bauplanung und Baubetrieb an der ETH Zürich. 2004, S. 91.

364 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011. S.87-88.

365 Bahr, C.: Realdatenanalyse zum Instandhaltungsaufwand öffentlicher Hochbauten – Ein Beitrag zur Budgetierung. Dissertation am Institut für Technologie- und Management im Baubetrieb an Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH). 2008. S.135.

366 Vgl. Tank, T.: Quantifizierung des Einflusses der Nutzungsintensität auf die Lebensdauer der Bauteile in den KG 300 und 400 unter besonderer Berücksichtigung des Immobilientyps. Masterarbeit, Technische Universität München, 2019.

367 Ballmann, D.: Herleitung und Quantifizierung der Bedienungs-, Inspektions-, und Wartungsleistungen von Büro- und Wohnimmobilien. Masterarbeit, Technische Universität München, 2019.

Abbildung 2-27, sind Bauteile instand zu setzen, um benachbarte, funktionsfähige Bauteile nicht negativ zu beeinträchtigen und Folgeschäden zu vermeiden.<sup>368</sup>

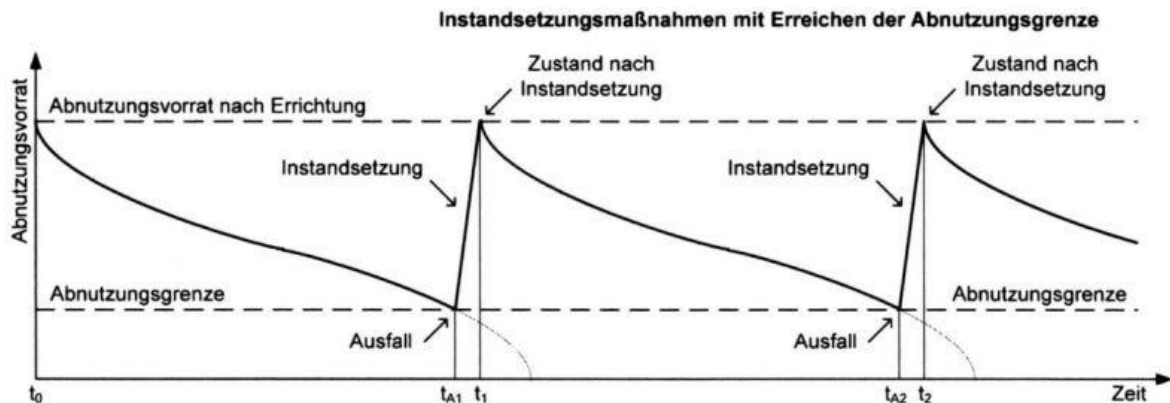


Abbildung 2-27: Qualitative Abbaukurve des Abnutzungsvorrats mit anschließender Instandsetzung beim Erreichen der Abnutzungsgrenze nach KLINGENBERGER.<sup>369</sup>

Ideal erfolgt der Bauteilaustausch zum Ausfallzeitpunkt. Da dieser Zeitpunkt der Abnutzungsgrenze nur schwer vorherzusehen ist, kann es sein, dass die Maßnahme des Bauteilersatzes vor oder nach dem Ausfall erfolgt. So entsteht entweder ein ökonomischer Nachteil, da das Bauteil nicht bis zur Ermüdung genutzt wurde (Zeitpunkt  $t_{IS1}$ ), oder ein Schaden, da die Maßnahme erst nach dem Ersatz stattfindet (Zeitpunkt  $t_{IS2}$ ), vgl. Abbildung 2-28.<sup>370</sup> Es sind daher Instandsetzungsstrategien, d.h. Regeln zu definieren, zu welchem Zeitpunkt die entsprechenden Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt werden sollen.<sup>371</sup> Zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung ist davon auszugehen, dass die Immobilie ordnungsgemäß instandgesetzt wird. Abweichungen davon sind nicht belastbar prognostizierbar.

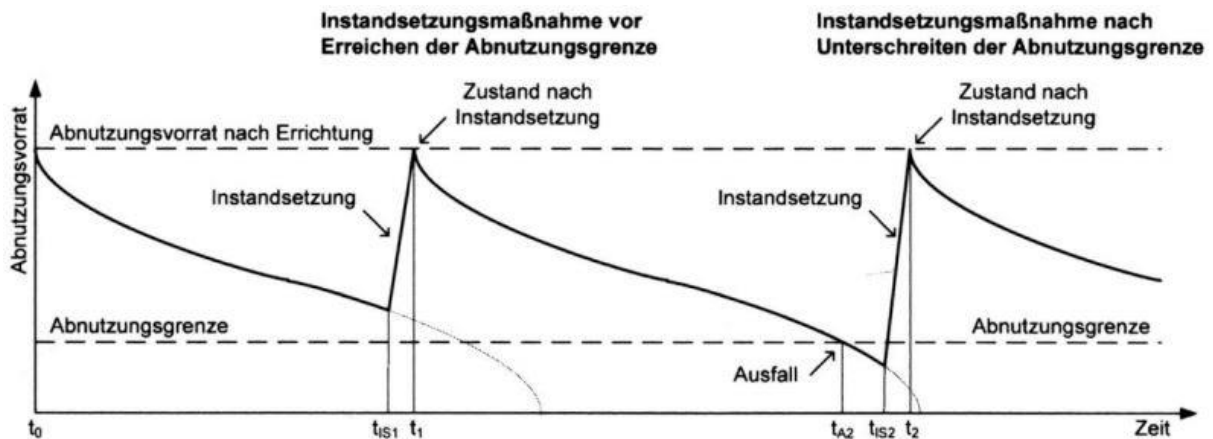


Abbildung 2-28: Qualitative Abbaukurve des Abnutzungsvorrats mit anschließender Instandsetzung vor und nach Erreichen der Abnutzungsgrenze.<sup>372</sup>

368 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.28.

369 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.27.

370 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.27.

371 Vgl. Schenk, M.: Instandhaltung technischer Systeme: Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, S.26.

372 Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.27.



Die DIN EN 13306 differenziert Instandsetzungsmaßnahmen in systematische und unsystematische Ansätze. Bei unsystematischer Instandhaltung erfolgen die Instandsetzungsmaßnahmen zum Zeitpunkt, wenn ein Schaden oder ein Ausfall vorliegt. Ein systematischer Ansatz weist hingegen zeitliche oder nutzungsspezifische Intervalle oder einen zustandsorientierten Bauteilersatz auf.<sup>373 374</sup> Nach ZIEGEL kann die systematische Vorgehensweise dabei als Grundlage einer präventiven Instandhaltungsstrategie und die unsystematische Vorgehensweise als korrigierende Strategie verstanden werden.<sup>375</sup> Die präventive Instandhaltung wird nach bestimmten Kriterien oder in festgelegten zeitlichen Intervallen ausgeführt und wird vor dem Ausfall bei noch gegebener Funktionsfähigkeit durchgeführt. Die korrektive Instandhaltung dagegen wird nach der Erkennung von Ausfällen ausgeführt und stellt den funktionsfähigen Zustand der Betrachtungseinheit wieder her.<sup>376 377 378</sup> BAHR UND LENNERTS unterscheiden hierzu im Rahmen der Strategien der Instandhaltung die ausfallbedingte, die vorbeugende und die zustandsabhängige Instandhaltung, vgl. Abbildung 2-29.<sup>379</sup>

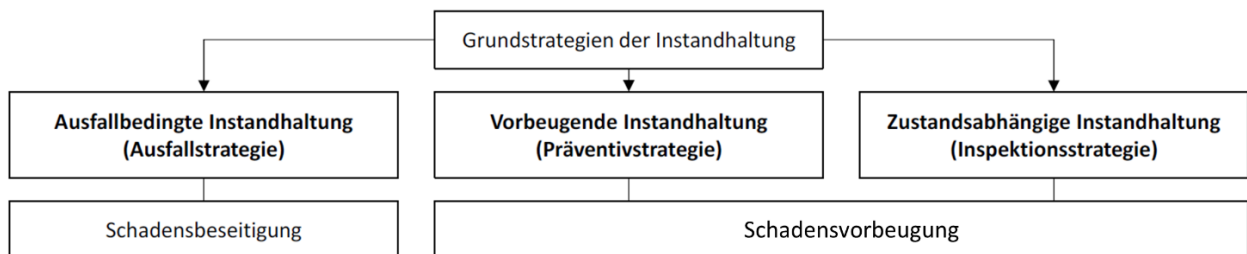


Abbildung 2-29: Grundstrategien der Instandhaltung nach BAHR UND LENNERTS.<sup>380</sup>

Nach ZIEGEL und SCHÖNFELDER kann u.a. die Festlegung der Abnutzungsgrenze (vgl. Abbildung 2-27 und Abbildung 2-28) als Grundlage zur Definition präventiver und korrekativer Instandhaltungsstrategien dienen.<sup>381 382</sup>

373 Vgl. Schenk, M.: Instandhaltung technischer Systeme: Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs (Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010), S. 26-28.

374 Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität München, 2019.

375 Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität München, 2019.

376 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V.: Begriffe der Instandhaltung (Berlin: Beuth Verlag GmbH), 2.5.

377 Vgl. Kalusche, W.: Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. In Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Schalcher. 2004. S.3-4.

378 Vgl. Klingenberg, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.81.

379 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.18.

380 Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.18

381 Schönfelder, U.: Verfahren zur Ermittlung des Abnutzungsvorrats von Baustoffen als Grundlage für Instandhaltungsstrategien am Beispiel der Gebäudehülle. Dissertation, TU Dortmund, 2010, S. 62.

382 Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität München, 2019.

## 2.4.2 Die Ermittlung der technischen Lebensdauer von Bauteilen

### 2.4.2.1 Die Lebensdauer in der Betriebsfestigkeitslehre

Unter dem Begriff Betriebsfestigkeit werden im heutigen Verständnis neben der Festigkeit bei variabler Belastung u. a. auch „die statische Festigkeit, die Zeit- und Dauerfestigkeit sowie die Festigkeit unter Überlasten, Kriechbelastungen und Verschleiß“<sup>383</sup> verstanden. Die Betriebsfestigkeit behandelt das Festigkeitsverhalten von Bauteilen unter allen im Betrieb auftretenden Beanspruchungen und hat die Bemessung ermüdungsbruchgefährdeter Bauteile für eine begrenzte Lebensdauer zum Ziel. Dem gegenüber steht die ökonomische Forderung nach geringen Kosten bei der Herstellung z.B. im Flugzeug-, Schiff- oder Automobilbau.<sup>384 385</sup>

#### 2.4.2.1.1 Grundlagen der Betriebsfestigkeitslehre

##### 2.4.2.1.1.1 Der Wöhlerversuch

Systematische Schwingfestigkeitsversuche, welche einer experimentellen Lebensdauerbestimmung entsprechen, wurden ab 1860 von WÖHLER<sup>386</sup> an Eisenbahnachsen durchgeführt.<sup>387</sup> Beim Wöhlerversuch, als Grundlage zur experimentellen Bestimmung der Wöhlerlinie, wird ein Bauteil mit konstanter Spannungsamplitude und Mittelspannung auf Zug-Druck, Biegung oder Torsion beansprucht. In der Zeitfestigkeit endet der Versuch mit dem Ausfall (Versagen) des Bauteils, der meist als Bruch gewertet wird. Aber auch der Anriss, eine bestimmte Risslänge oder das Überschreiten einer zulässigen Verformung sind mögliche Ausfallkriterien. Das Ergebnis bildet dabei die Ausfall- bzw. Versagenszyklenzahl (N) der jeweiligen Lastamplitude (Sa) und ist im Sa-N-Diagramm als Wöhlerlinie bekannt. Alle Einflussgrößen auf das Ermüdungsverhalten müssen Berücksichtigung finden. Für die Betriebsfestigkeit sind im Wesentlichen die Bereiche der Dauer- und der Zeitfestigkeit von Bedeutung. Im Bereich der Zeitfestigkeit nimmt mit fallender Spannungsamplitude die ertragbare Beanspruchungszyklenzahl N überproportional zu, vgl. Abbildung 2-30.<sup>388 389</sup>

---

383 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 25.

384 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 25-30.

385 Vgl. Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008.

386 Wöhler, A.: Versuche zur Ermittlung der auf die Eisenbahnwagen-Achsen einwirkenden Kräfte und der Widerstandsfähigkeit der Wagen-Achsen, Zeitschrift für Bauwesen, Nr. 10, 1860, S. 583-614.

387 Vgl. Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008, 112.

388 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S1-9.

389 Vgl. SANDER, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008, S.113.

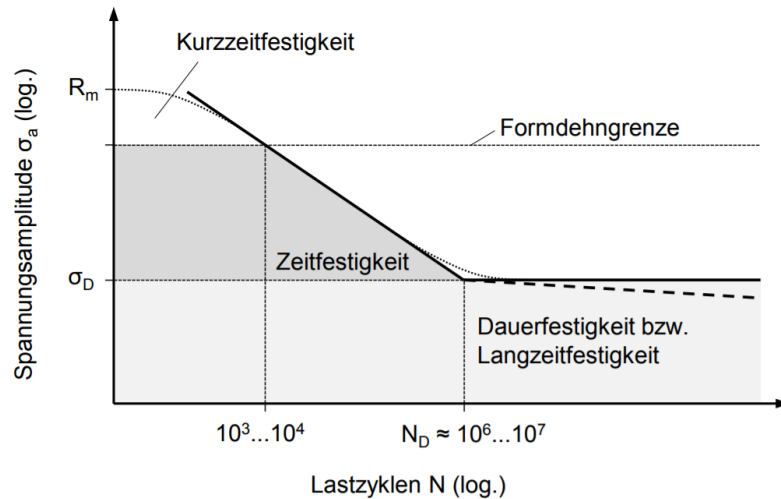


Abbildung 2-30: Gliederung der Bauteil-Wöhlerlinie in Kurzzeitfestigkeit, Zeitfestigkeit und Dauerfestigkeit.<sup>390</sup>

Die Schwingfestigkeit unterliegt erheblichen Streuungen, welche vielfältige Ursachen wie z. B. Werkstoffinhomogenitäten und Fehlstellen sowie Schwankungen in der Werkstoffzusammensetzung und dem Gefügestand verschiedener Chargen haben können. Wöhlerlinien werden daher für eine bestimmte Wahrscheinlichkeit angegeben. Hierzu werden die Begriffe Ausfallwahrscheinlichkeit  $P_A$  und Überlebenswahrscheinlichkeit  $P_{\bar{U}}$  genutzt, wobei  $P_A + P_{\bar{U}} = 1$  ist. Bei einer Wahrscheinlichkeit von  $P_A = 10\%$  bzw.  $P_{\bar{U}} = 90\%$  versagen 10% der Bauteile bis zum Erreichen der für diese Beanspruchung angegebenen Lastzyklenzahl  $N$ . Abbildung 2-31 zeigt als Beispiel schematisch die Ergebnisse von mehreren Schwingfestigkeitsversuchen mit der eingetragenen 50%- und 10%-Wöhlerlinie. Für die Dichteverteilung der Ausfallzyklen (grau) wurde die logarithmische Normalverteilung angenommen.<sup>391</sup>

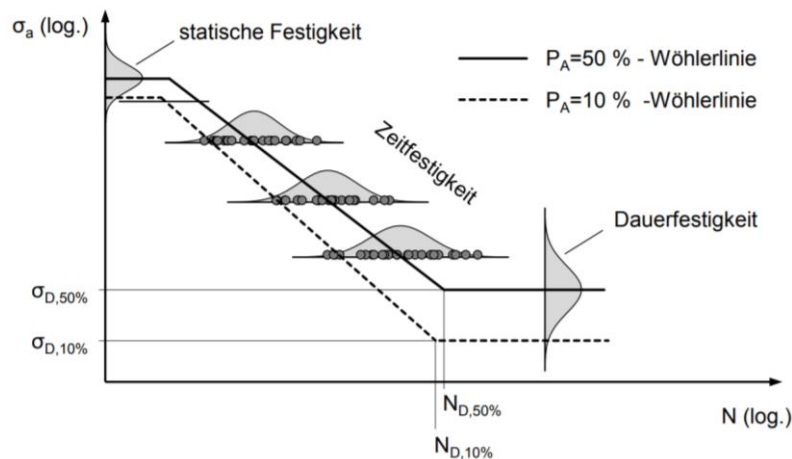


Abbildung 2-31: Exemplarische Versuchsauswertung mit der 50 %- und 10 %-Wöhlerlinie.<sup>392</sup>

390 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S119.

391 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 19-25.

392 S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S 19.

### 2.4.2.1.1.2 Die lineare Schadensakkumulation

Die Schadensakkumulation erlaubt die Auslegung von variabel beanspruchten Bauteilen anhand ihrer Wöhlerlinie sowie die Bemessung der Lebensdauer nicht nur für eine spezifische Belastung. Die Theorie der Schadensakkumulation wurde von PALMGREN 1924<sup>393</sup>, LANGER<sup>394</sup> 1937, SERENSEN<sup>395</sup> 1940 und MINER<sup>396</sup> 1945 unabhängig voneinander publiziert. Als Eingangsgröße wird ein Beanspruchungskollektiv benötigt, welches die auf das Bauteil einwirkenden Spannungsamplituden mit ihrer Häufigkeit beinhaltet. Liegt ein Beanspruchungskollektiv mit differenzierten Spannungsamplituden vor, ist die Schädigung der Beanspruchungszyklen bei jeder Kollektivstufe (Kollektivbestandteile) zur Gesamtschädigung des Kollektivs zusammenzufassen. Der Kerngedanke der linearen Schadensakkumulation stellt eine schwingende Beanspruchung dar, die mit jedem Lastzyklus eine Schädigung  $D$  in das Bauteil einbringt und sich mit jedem weiteren Lastzyklus weiter kumuliert wird. Ein Beanspruchungszyklus der Amplitude  $\sigma_a$  führt zu einer Schädigung von  $D = 1/N(\sigma_a)$ . Die Schädigung eines Schwingenspiels entspricht also dem reziproken Wert der Ausfallzyklenzahl  $N_i$ , die mit der Amplitude  $\sigma_{a,i}$  entsprechend der Wöhlerlinie z.B. zum Riss führt. Die mit einer bestimmten Ausfallzyklenzahl  $n_i$  aufgebrauchte Spannungsamplitude  $\sigma_{a,i}$  führt folglich auf die Schädigung  $D_i$  kleiner als 1, wenn  $n_i < N_i$  und das Bauteil versagt, wenn  $n_i = N_i$  ist, vgl. Abbildung 2-32.<sup>397</sup>

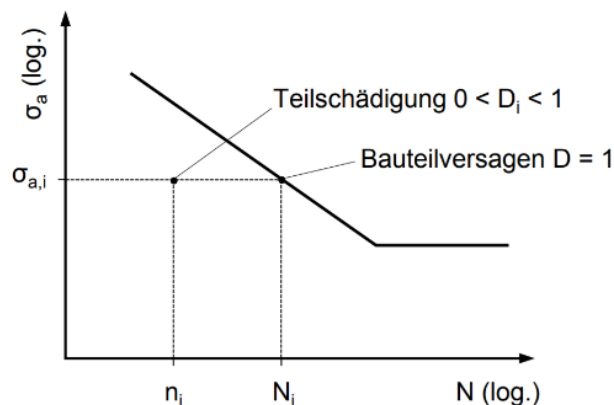


Abbildung 2-32: Qualitative Darstellung der Linearen Schadenakkumulation anhand der Wöhlerlinie.<sup>398</sup>

### 2.4.2.1.2 Lebensdauer Nachweis in der Betriebsfestigkeitslehre

Die Verfahrenszusammenhänge für den Nachweis der geforderten Lebensdauer werden in Abbildung 2-33 dargestellt und beschrieben. Der Festigkeitsnachweis muss nachweisen, ob ein Bauteil allen im Lebenszyklus auftretenden Belastungen mit ausreichender Sicherheit versagensfrei standhält. Variable Belastungen generieren in Bauteilen variable Beanspruchungen hinsichtlich der Spannungszustände, die zur Materialermüdung und

393 Palmgren, A.: Die Lebensdauer von Kugellagern, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 68, Nr. 14, S. 339-341, 1924.

394 Langer, B. F.: Fatigue Failure from Stress Cycles of Varying Amplitude, Journal of Applied Mechanics, 59, S. A160-A162, 1937.

395 Serensen, S. V.: Theory of strength under variable loading, Akademici Nauk Ukrainskoc, SSR. Nukwoi pratsi Instytuta Budivel noi K.McKhani, Stahl und Eisen 60,1938, 285.

396 Miner, M. A.: Cumulative damage in fatigue, Journal of applied mechanics, 12, No. 3, 1945, S. 159-164.

397 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 19-25.

398 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S 34.

letztendlich zum Ausfall (z.B. Riss) führen können. Die Durchführung und Auswertung von Versuchen mit konstanter und variabler Schwingfestigkeit (vgl. vorangegangenes Kapitel) sind in Deutschland durch die DIN 50100 geregelt.<sup>399</sup>

Die rechnerische, betriebsfeste Auslegung von Bauteilen beinhaltet die drei Bestandteile:

- Analyse im Betrieb auftretender Belastungen und Beanspruchungen: Das Belastungskollektiv beinhaltet alle Belastungsamplituden eines Bauteils geordnet nach Größe und Häufigkeit und ist die zentrale Eingangsgröße für den Nachweis der Betriebsfestigkeit. Mit der Bauteilgeometrie (Gestalt) lässt sich daraus das Beanspruchungskollektiv ermitteln.
- Ermittlung ertragbarer Spannungen im Bauteil: Die Wöhlerlinie eines Bauteils beschreibt dessen Schwingfestigkeit und die ertragbaren Lastzyklen abhängig von einer konstanten Beanspruchungsamplitude. In der Bauteil-Wöhlerlinie müssen alle Einflussgrößen auf das Ermüdungsverhalten berücksichtigt sein.
- Hypothese zur Schadensakkumulation: Sie ermöglicht die Auslegung von variabel beanspruchten Bauteilen anhand ihrer Wöhlerlinie. Damit werden Bauteile für eine bestimmte Lebensdauer und nicht nur für eine bestimmte Belastungshöhe bemessen.<sup>400</sup>

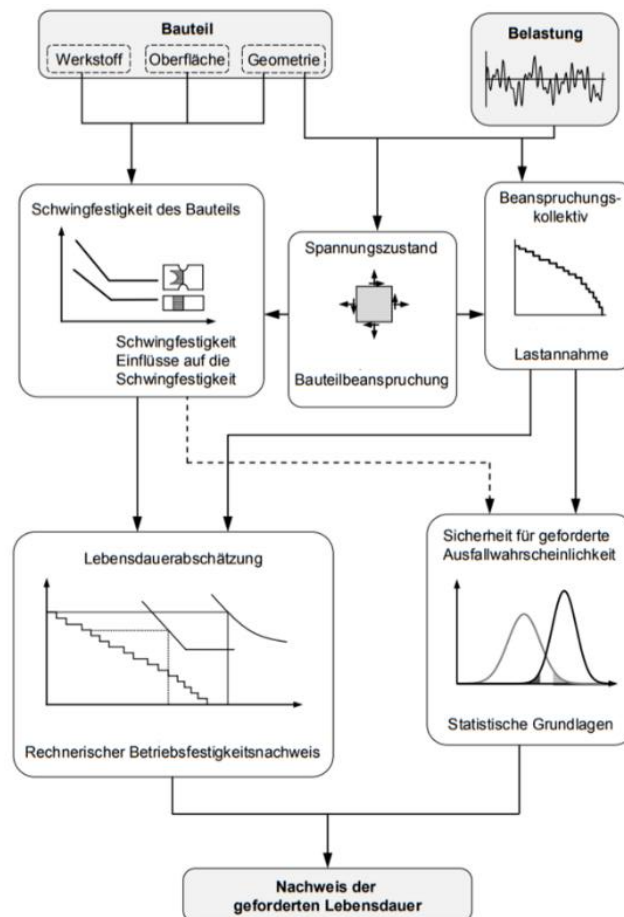


Abbildung 2-33: Bestimmung der Lebensdauer in der Betriebsfestigkeitslehre.<sup>401</sup>

399 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S1-9.

400 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 4-13.

401 S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S 9.

### 2.4.2.1.3 Stand der Technik der versuchstechnischen Bestimmung der Lebensdauer

Den Stand der Technik bei der Ermittlung der im Betrieb auftretenden, ertragbaren Beanspruchungszyklen eines Bauteils stellen Betriebslastennachfahrversuche dar. Im Betriebslastennachfahrversuch werden am konkreten Bauteil die im realen Betrieb auftretenden Beanspruchungen direkt auf das Bauteil aufgebracht.<sup>402 403</sup> Ernst Gaßner hatte mit seiner Einführung im Jahr 1939 das Fachgebiet der Betriebsfestigkeit begründet. Gaßner teilte das Beanspruchungskollektiv in Blöcke konstanter Amplituden ein, die nacheinander und wiederholt aufgebracht wurden, sodass eine gewisse Reihenfolgewirkung erreicht wurde. Bereits in den 1960er Jahren wurde erkannt, dass diese Blöcke der Betriebsbelastung die Lebensdauer gegenüber der tatsächlich regellosen Belastung zu hoch ermittelt und die Ergebnisse damit auf der unsicheren Seite liegen.<sup>404</sup> Mit der Entwicklung der Regelungs-, Speicher- und digitalen Rechentechnik wurde es möglich, ab Beginn der 1960er Jahre gemessene Belastungs-Zeit-Folgen direkt oder als Standardlastfolgen nachzufahren.<sup>405 406</sup> Nach Stand der Technik ist es damit möglich, Betriebslastennachfahrversuche mit mehrkomponentigen Beanspruchungszeitverläufen, die im Sinne der Extrapolation und der Versuchszeitverkürzung mit entsprechender Software editiert werden, durchzuführen. Als Beispiel weist der Ganzfahrzeugtest eines PKW bis zu 28 verschiedene Kraftkomponenten und der Ermüdungstest eines Flugzeuges bis zu 200 verschiedene Kraftkomponenten auf.<sup>407</sup> Zum Aufbringen einer vorgegebenen Last-Zeit-Funktion auf ein Bauteil im Betriebslastennachfahrversuch kommen servohydraulische, digital geregelte Prüfstände zum Einsatz. Das Ziel einer stabilen, sehr genauen und reproduzierbaren Regelung lässt sich nicht immer erreichen. Das bedeutet, die vorgegebenen Lastfolgen können nicht hinreichend genau auf das Bauteil aufgebracht werden. Die Gründe dafür liegen vor allem am nichtlinearen dynamischen Verhalten des Gesamtsystems bestehend aus Bauteil und Prüfstand. Mögliche Ursachen sind nichtlineares Materialverhalten (z. B. Elastomerlager), Spiele und Mechanismen im Prüfstands Aufbau oder die Prüfung nahe von Eigenfrequenzen. Anstatt dem direkten Nachfahren der Betriebslasten kann aus Zeit- und Kostengründen der Nachweis der Betriebsfestigkeit auch rechnerisch geführt werden.<sup>408</sup>

### 2.4.2.2 Das Nutzungspotential von Gebäudebauteilen

Nach vorangegangenem Kapitel wird das Potential zur Nutzung eines Bauteils bis zur Versagensgrenze durch die ertragbaren Beanspruchungszyklen beschrieben. Im Bauwesen gibt es auch entsprechende Vorgehensweisen, durch versuchstechnische Erprobung die Lebensdauer von Bauteilen zu ermitteln. Am Beispiel von Türen und Fester, Jalousien, Bodenbeläge werden die vorhandenen versuchstechnischen Verfahren zu Bestimmung des Nutzungspotentials vorgestellt.

---

402 Vgl. Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008, S.45-53.

403 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 4-13.

404 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 4-13.

405 Vgl. Sander, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008, S.45-53.

406 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 4-13.

407 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 10-16.

408 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S. 10-16.

#### 2.4.2.2.1 Türen und Fenster

Die DIN EN 12400:2003-01 dient als Grundlage für das Verfahren zur Klassifizierung zu öffnender Fenster und Türen hinsichtlich der Dauerfunktionstüchtigkeit. Die Klassen berücksichtigen den normalen und den vorgesehenen Gebrauch.<sup>409</sup> Die Klassifizierung basiert auf der DIN EN 1191:2013-04, die das Prüfverfahren festlegt, das zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Fenstern und Türelementen bei wiederholtem Öffnen und Schließen anzuwenden ist.<sup>410</sup> Das Prüfverfahren gilt für alle Konstruktionswerkstoffe und Bedienungsarten aller Fenster oder aller Türen unter Einbeziehung der Dichtungen und Baubeschläge unter gewöhnlichen Betriebsbedingungen.<sup>411</sup> Ein Beanspruchungszyklus umfasst bei der Dauerfunktionsprüfung „das Öffnen eines beweglichen Teils einschließlich Freigabe der Verschlussvorrichtung(en), die Bewegung in die geöffnete Position, die Bewegung zurück in die geschlossene Position und das erneute Einrasten der Verschlussvorrichtung(en)“<sup>412</sup>. Bei Fenstern und Türen mit mehreren Funktionen, wie z.B. Dreh-Kippfenster, wird jede Funktion entweder direkt hintereinander oder einzeln geprüft.<sup>413</sup> Die Prüfung wird so lange durchgeführt, bis das geprüfte Fenster oder die geprüfte Tür versagt. Es ist ebenfalls möglich, vor dem Beginn der Dauerfunktionsprüfung eine Anzahl von Zyklen festzulegen, die erreicht werden muss.<sup>414</sup> In der DIN EN 12400:2003-01 wird ein Fenster oder eine Tür als untauglich beschrieben, wenn der Prüfkörper verformt ist und Beschädigungen auftreten oder wenn es eine Lockerung der Beschläge, der Schließvorrichtung, der Anschlüsse, der Fugen und der Dichtungssysteme gibt.<sup>415</sup>

In der DIN 18055:2014-11 ist die Dauerfunktion beschrieben als ein Merkmal für die Gebrauchstauglichkeit, die von Planern unter Einbezug der Nutzungsfrequenz (Nutzungsintensität) vorzugeben ist.<sup>416</sup> In der Abbildung 2-34 sind die Klassifizierung für Fenster und Türen nach DIN EN 12400:2003-01 und die Anzahl der ertragbaren Beanspruchungszyklen dargestellt.<sup>417</sup> Fenster werden in drei, Türen in acht Beanspruchungsklassen eingeteilt. Je höher die Klassifizierung, je mehr Zyklen müssen ertragen werden. Zum Beispiel ist bei einem Fenster der Klasse 2 die technische Lebensdauer von 10.000 Zyklen zu erreichen, bis das Fenster versagt.<sup>418</sup> Bei Türen reichen die vorgegebenen Beanspruchungszyklen von 5000 (Klasse 1) bis zu 1 Mio. Zyklen (Klasse 8).<sup>419</sup>

---

409 Deutsches Institut für Normung e.V.: Fenster und Türen – Mechanische Beanspruchung – Anforderung und Einteilungen. DIN EN 12400:2003-01. S.1-4.

410 Deutsches Institut für Normung e.V.: Fenster und Türen – Dauerfunktionsprüfung – Prüfverfahren. DIN EN 1191:2013-04. S.1-6.

411 Deutsches Institut für Normung e.V.: Fenster und Türen – Dauerfunktionsprüfung – Prüfverfahren. DIN EN 1191:2013-04. S.6.

412 Deutsches Institut für Normung e.V.: Fenster und Türen – Dauerfunktionsprüfung – Prüfverfahren. DIN EN 1191:2013-04. S.8.

413 Vgl. Prüfzentrum für Bauelemente: Leitfaden – Empfehlung für den Einsatz sowie die Ausschreibung von Fenstern und Außentüren nach der Produktnorm DIN EN 14351-1 und DIN 18055. S.35.

414 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Fenster und Türen – Dauerfunktionsprüfung – Prüfverfahren. DIN EN 1191:2013-04. S.10.

415 Deutsches Institut für Normung e.V.: Fenster und Türen – Mechanische Beanspruchung – Anforderung und Einteilungen. DIN EN 12400:2003-01. S.4.

416 Deutsches Institut für Normung e.V.: Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1. DIN 18055:2014-11. S.18.

417 Deutsches Institut für Normung e.V.: Fenster und Türen – Mechanische Beanspruchung – Anforderung und Einteilungen. DIN EN 12400:2003-01. S.5-6.

418 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1. DIN 18055:2014-11. S.32.

419 Vgl. Prüfzentrum für Bauelemente: Leitfaden – Empfehlung für den Einsatz sowie die Ausschreibung von Fenstern und Außentüren nach der Produktnorm DIN EN 14351-1 und DIN 18055. S.35.

Klasse	Zahl der Zyklen	Beanspruchung	
		Fenster	Türen
0 <sup>a</sup>	–	–	–
1	5 000	leicht	gelegentlich
2	10 000	mittel	leicht
3	20 000	stark	selten
4	50 000	–	mittel
5	100 000		normal
6	200 000		häufig
7	500 000		stark
8	1 000 000		sehr oft

Abbildung 2-34: Klassifizierung der Dauerfunktion von Fenster und Türen nach DIN EN 12400:2003-01.<sup>420</sup>

### 2.4.2.2.2 Jalousien und Rollläden

Die DIN EN 13659:2015-07 gibt Leistungs- und Sicherheitsanforderungen in Klassen von 1 bis 3 basierend auf Zyklen-Vorgaben für Außenjalousien an.<sup>421 422</sup> In Abbildung 2-35 sind diese drei Klassen mit den zu erreichenden Zyklen bis zum Bauteilversagen dargestellt. Die DIN EN 13659:2015-07 definiert den Zyklus für eine hängende Jalousie als „vollständige Aus- und Einfahrbewegung einschließlich der Stillstandszeiten“<sup>423</sup>. Für Außenjalousien, Roll- und Drehläden mit wendbaren Lamellen wird nach DIN EN 13659:2015-07 ein Wendezyklus „als vollständige Bewegung des Wendemechanismus, Bewegen der Lamellen von einer Extremstellung in die andere und dann wieder zurück“<sup>424</sup> definiert. Als Beispiel gibt die DIN EN 13659:2015-07 an, dass eine Lebensdauerklasse 2 mit je 2 Zyklen pro Tag (Nutzungsintensität) einer Lebensdauer von 10 Jahren entspricht.<sup>425</sup>

Anzahl der Zyklen	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Ausfahren/Einfahren	3 000	7 000	10 000
Kippen/Wenden	6 000	14 000	20 000

Abbildung 2-35: Lebensdauerklassen für Außenjalousien und Rollläden nach DIN EN 13659:2015-07.<sup>426</sup>

### 2.4.2.2.3 Bodenbeläge

Die DIN EN ISO 10874:2012-04 legt ein Klassifizierungssystem für elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge fest. Der Klassifizierung der Bodenbeläge liegen die praktischen Anforderungen und die Nutzungsintensität zugrunde. Dabei dient die DIN EN ISO 10874:2012-04 Herstellern, Ausschreibern und Verbrauchern als Leitfaden für die Wahl des geeigneten

420 Deutsches Institut für Normung e.V.: Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1. DIN 18055:2014-11. S.32.

421 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.1.

422 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.24.

423 Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.22.

424 Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.22.

425 Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.24.

426 Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.24.



Bodenbelages für einen vorgesehenen Verwendungsbereich oder Raum.<sup>427</sup> Hersteller von Bodenbelägen sind dazu verpflichtet, ihre Produkte mit der in der Abbildung 2-36 dargestellten Nutzungsklassen nach der DIN EN ISO 10874:2012-04 zu kennzeichnen.<sup>428</sup>












Klasse	Symbol	Verwendungsbereich	Beschreibung
		Wohnen	Bereiche, die für die private Nutzung vorgesehen sind
21		Mäßig/gering	Bereiche mit geringer oder zeitweiser Nutzung
22		Normal/mittel	Bereiche mit mittlerer Nutzung
22+		Normal	Bereiche mit mittlerer bis intensiver Nutzung
23		Stark	Bereiche mit intensiver Nutzung
		<b>Gewerblich</b>	<b>Bereiche, die für die öffentliche und gewerbliche Nutzung vorgesehen sind</b>
31		Mäßig	Bereiche mit geringer oder zeitweiser Nutzung
32		Normal	Bereiche mit mittlerer Nutzung
33		Stark	Bereiche mit starker Nutzung
34		Sehr stark	Bereiche mit intensiver Nutzung
		<b>Leichtindustriell</b>	<b>Bereiche, die für die Nutzung in der Leichtindustrie vorgesehen sind</b>
41		Mäßig	Bereiche, in denen die Arbeit hauptsächlich sitzend durchgeführt wird und in denen gelegentlich leichte Fahrzeuge benutzt werden
42		Normal	Bereiche, in denen die Arbeit hauptsächlich stehend ausgeführt wird und/oder mit Fahrzeugverkehr
43		Stark	Andere Bereiche der Leichtindustrie

Abbildung 2-36: Nutzungsklassen für elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge nach DIN EN ISO 10874:2012-04.<sup>429</sup>

Es wird betont, dass das Einteilungskriterium der verschiedenen Klassen die Nutzungsintensität darstellt und beispielsweise die Schuhtypen und die Dichte des Verkehrs auf die Abnutzung Einfluss nehmen.<sup>430</sup> Die DIN EN ISO 10874:2012-04 unterscheidet bei den Nutzungsklassen zwischen den drei Verwendungsbereichen nach Nutzungsart Wohnen, Gewerblich und Leichtindustriell. Bei der Nutzungsart Wohnen wird beispielsweise die Nutzungsintensität in den vier Stufen mäßig/gering, normal/mittel, normal und stark unterschieden. Die Nutzungsklasse wird durch eine zweistellige Zahl beschrieben, wobei die erste Ziffer die Nutzungsart, also den Immobilientyp angibt, und die zweite Ziffer die Höhe der Nutzungsintensität beschreibt. Zum Beispiel ist ein Bodenbelag der Nutzungsklasse 34 widerstandfähiger als ein Bodenbelag der

427 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge – Klassifizierung. DIN EN ISO 10874:2012-04. S.1-4.

428 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge – Klassifizierung. DIN EN ISO 10874:2012-04. S.1-4.

429 Deutsches Institut für Normung e.V.: Elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge – Klassifizierung. DIN EN ISO 10874:2012-04. S.5.

430 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge – Klassifizierung. DIN EN ISO 10874:2012-04. S.4.

Nutzungsklasse 22 infolge höherer ertragbarer Nutzungsintensität durch höhere Personenanzahl. Nach DIN EN ISO 10874:2012-04 steigt die Nutzungsintensität bei Bodenbelägen, je mehr Personen dieser ausgesetzt ist.<sup>431</sup>

Die DIN EN 13329:2017-12 beschreibt Anforderungen und Prüfverfahren für Laminatböden. In der DIN EN 13329:2017-12 werden den Nutzungsklassen aus der DIN EN ISO 10874:2012-04 weitere unterschiedliche Anforderungen an eine bestimmte Nutzungsklasse zugewiesen, vgl. Abbildung 2-37.<sup>432</sup> Die DIN EN 13329:2017-12 erfasst für die Nutzungen Wohnen und Gewerblich weitere Beanspruchungskriterien wie beispielsweise die Beständigkeit gegen Abrieb und die Beständigkeit gegen Stoßbeanspruchung. Es werden sechs Abriebklassen (AC) unterschieden.<sup>433</sup> Den Laminatböden für die Nutzung in Wohngebäuden sind die Abriebklassen AC1 bis AC3 zugeordnet und für die Nutzung in Gewerbeimmobilien die Abriebklassen AC4 bis AC6. Die Abriebklasse eines Laminatbodens wird durch einen Versuch festgelegt, bei dem ein rundes Verschleißmedium (Schleifpapier) auf dem Laminatboden rotiert. Der Versuch wird so lange durchgeführt, bis ein erkennbarer Durchrieb am Prüflaminatboden erkennbar wird.<sup>434</sup> Je höher die Abriebklasse eines Laminatbodens ist, desto mehr Umdrehungen (Zyklen) des Schleifpapiers kann dieser ertragen.

Klasse:	Beanspruchungsklasse						Prüfverfahren	
	Wohnen			Gewerblich				
	Mäßig	Normal	Stark	Mäßig	Normal	Stark	Sehr stark	
Beständigkeit gegen Abrieb	21	22	23	31	32	33	34	Anhang E
Beständigkeit gegen Stoßbeanspruchung	AC1 AC2 AC3			AC4 AC5 AC6				Anhang H
Kleine Kugel	≥ 8 N			≥ 12 N		≥ 15 N	≥ 20 N	
Große Kugel	≥ 500 mm			≥ 750 mm		≥ 1 000 mm	≥ 1 600 mm	
Fleckenunempfindlichkeit	4, (Gruppen 1 und 2)		5, (Gruppen 1 und 2)		4, (Gruppe 3)		5, (Gruppen 1, 2 und 3)	Normenreihe EN 438
Verhalten bei der Simulation des Verschiebens eines Möbelfußes	Bei Prüfung mit Fuß Typ 0 darf keine Veränderung sichtbar sein							EN 424
Stuhlrollenversuch <sup>a</sup>	—			25 000 Umläufe, Kein Schaden <sup>a</sup>			25 000 Umläufe Kein Schaden <sup>a</sup> mit Rollen Typ H	EN 425:2002 <sup>b</sup>
Dickenquellung	≤ 20 %		≤ 18 %		≤ 15 %		≤ 8 %	ISO 24336
Verbindungsfestigkeit	—			$f_{0,2} \geq 1 \text{ kN/m}$ (Länge) $f_{50,2} \geq 2 \text{ kN/m}$ (Brette)		$f_{0,2} \geq 3,5 \text{ kN/m}$ $f_{50,2} \geq 3,5 \text{ kN/m}$		ISO 24334
Abhebefestigkeit	≥ 1,0 N/mm <sup>2</sup>			≥ 1,25 N/mm <sup>2</sup>		≥ 1,50 N/mm <sup>2</sup>		Anhang D
Maßhaltigkeit	—						$A_{w,avg}$ $A_{l,avg} \leq 0,15 \%$ $-0,20 \% \leq C_{avg} \leq 0,25 \%$ $l_{l,avg}$ $l_{s,avg} \leq 0,15 \text{ mm}$ $h_{l,avg} h_{s,avg} \leq 0,15 \text{ mm}$	ISO 24339

<sup>a</sup> Kein sichtbarer Schaden auf der Oberfläche der zusammengefügt Prüffläche durch Trennung der Schichten, Öffnung der Nahtverbindungen oder Rissigwerden verursacht. Jede Art von Dickenminderung oder Veränderung im Aussehen z. B. Glanzveränderungen ist zu ignorieren.

<sup>b</sup> Unter Verwendung weicher Stuhlrollen W PU (95 ± 5) Shore A, außer für Klasse 34, Rollen H PA (95 ± 5) Shore A.

<sup>c</sup> Für die Auswertung ist der maximale Wert von  $C_{avg}$  aus dem feuchten Klima (23 °C, 85 % relative Luftfeuchte) und der minimale Wert von  $C_{avg}$  aus dem trockenen Klima (23 °C, 30 % relative Luftfeuchte) zu nehmen.

Abbildung 2-37: Klassifizierungsanforderungen und Beanspruchungsklassen für Laminatböden nach DIN EN 13329:2017-12.<sup>435</sup>

431 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge – Klassifizierung. DIN EN ISO 10874:2012-04. S.4.

432 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Laminatböden – Elemente mit einer Deckschicht auf Basis aminoplastischer, wärmehärtbarer Harze – Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren. DIN EN 13329:2017-12. S.10.

433 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Laminatböden – Elemente mit einer Deckschicht auf Basis aminoplastischer, wärmehärtbarer Harze – Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren. DIN EN 13329:2017-12. S.34.

434 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Laminatböden – Elemente mit einer Deckschicht auf Basis aminoplastischer, wärmehärtbarer Harze – Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren. DIN EN 13329:2017-12. S.33.

435 Deutsches Institut für Normung e.V.: Laminatböden – Elemente mit einer Deckschicht auf Basis aminoplastischer, wärmehärtbarer Harze – Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren. DIN EN 13329:2017-12. S.10.

Die DIN EN ISO 10545-7:1999-03 gibt ein Prüfverfahren zur Bestimmung des Widerstandes gegen Oberflächenverschleiß aller für Bodenbeläge geeigneten glasierten keramischen Fliesen und Platten vor.<sup>436</sup> Im Prüfverfahren zur Bestimmung des Verschleißwiderstandes der Glasur von Fliesen und Platten rotiert ein Verschleißmedium auf der Oberfläche.<sup>437</sup> Abbildung 2-38 zeigt die Einteilung der keramischen Fliesen und Platten in sechs Klassen. Je höher die Klasse gewählt wird, desto widerstandsfähiger ist die keramische Probefliese oder Probeplatte.<sup>438</sup>

Verschleißstufe; Sichtbare Veränderung bei Umdrehungen	Klasse
100	0
150	1
600	2
750, 1500	3
2100, 6000, 12000	4
> 12000 <sup>1)</sup>	5

Abbildung 2-38: Klassifizierung von keramischen Fliesen und Platten nach DIN EN ISO 10545-7:1999-03.<sup>439</sup>

Die Abriebklassen stehen in Abhängigkeit der Gebäudenutzungsart, des Publikumsverkehrs und der Schuhwerke.<sup>440</sup> In Abbildung 2-39 sind Beispiele in Bezug auf Räumlichkeiten, Immobilientyp und Publikumsverkehr für die Verwendung von glasierten keramischen Fliesen und Platten nach den Klassen der DIN EN ISO 10545-7:1999-03 dargestellt, wobei die Klasse 0 für die Verwendung als Innenwand- und nicht als Bodenbelag dient.<sup>441</sup>

Klasse 0	Glasierte Fliesen und Platten dieser Klasse werden nicht zur Herstellung von Bodenbelägen empfohlen.
Klasse 1	Bodenbeläge in Bereichen, die hauptsächlich mit Schuhen mit weicher Sohle oder barfuß ohne kratzende Verschmutzung begangen werden (z. B. Wohnbäder und Schlafzimmer ohne direkten Zugang von außen).
Klasse 2	Bodenbeläge in Bereichen, die mit weich besohlenen oder normalen Schuhen mit höchstens gelegentlichen geringen Mengen kratzender Verschmutzung begangen werden (z. B. Räume in Wohnbereichen von Häusern, mit Ausnahme von Küchen, Eingängen und weiteren Räumen, die möglicherweise häufig begangen werden). Dies gilt nicht für ungewöhnliche Fußbekleidung, (d. h. Nagelschuhe).
Klasse 3	Bodenbeläge in Bereichen, die mit normalen Schuhen häufiger mit geringen Mengen kratzender Verschmutzung begangen werden (z. B. Wohnküchen, Flure, Korridore, Balkone, Loggien und Terrassen). Dies gilt nicht für ungewöhnliche Fußbekleidung (d. h. Nagelschuhe).
Klasse 4	Bodenbeläge, die bei regelmäßiger Nutzung mit gewissen Mengen kratzender Verschmutzung begangen werden, so dass die Beanspruchungen stärker sind als bei Klasse 3 (z. B. Eingänge, gewerbliche Küchen, Hotels, Ausstellungs- und Verkaufsräume).
Klasse 5	Bodenbeläge, die durch starken Fußgängerverkehr über lange Zeiträume mit gewissen Mengen kratzender Verschmutzung beansprucht werden, so dass die Beanspruchungen die höchsten sind, für die glasierte Fliesen und Platten geeignet sein können (z. B. öffentliche Bereiche wie Einkaufszentren, Abfertigungshallen auf Flughäfen, Hotelfoyers, öffentliche Fußwege und industrielle Anwendungen).

Abbildung 2-39: Klassifizierung glasierten keramischen Fliesen und Platten nach DIN EN 14411:2016-12.<sup>442</sup>

436 Deutsches Institut für Normung e.V.: Keramische Fliesen und Platten – Bestimmung des Widerstandes gegen Oberflächenverschleiß glasierter Fliesen und Platten. DIN EN ISO 10545-7:1993-03. S.3.

437 Deutsches Institut für Normung e.V.: Keramische Fliesen und Platten – Bestimmung des Widerstandes gegen Oberflächenverschleiß glasierter Fliesen und Platten. DIN EN ISO 10545-7:1993-03. S.3.

438 Deutsches Institut für Normung e.V.: Keramische Fliesen und Platten – Bestimmung des Widerstandes gegen Oberflächenverschleiß glasierter Fliesen und Platten. DIN EN ISO 10545-7:1993-03. S.7.

439 Deutsches Institut für Normung e.V.: Keramische Fliesen und Platten – Bestimmung des Widerstandes gegen Oberflächenverschleiß glasierter Fliesen und Platten. DIN EN ISO 10545-7:1993-03. S.7.

440 Deutsches Institut für Normung e.V.: Keramische Fliesen und Platten – Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung. DIN EN 14411:2016-12. Anhang N. S.71-73.

441 Deutsches Institut für Normung e.V.: Keramische Fliesen und Platten – Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung. DIN EN 14411:2016-12. Anhang N. S.71-73.

442 Deutsches Institut für Normung e.V.: Keramische Fliesen und Platten – Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung. DIN EN 14411:2016-12. Anhang N. S.71-73.

### 2.4.2.3 Die Nutzungsintensität von Gebäudebauteilen

Entsprechend der vorgestellten Theorien der Betriebsfestigkeitslehre (vgl. Kapitel 2.4.2.1.1) stellt die Nutzungsintensität die Häufigkeit der tatsächlich auftretenden Beanspruchungszyklen je Zeiteinheit dar, denen ein Bauteil in der Nutzung ausgesetzt ist. Nach Kapitel 2.4.1.2.3.6 lässt sich die Nutzungsintensität von Bauteilen empirisch oder durch Messung in bestehenden Immobilien ermitteln. Nach Kapitel 2.4.1.2.3.6 werden u.a. Aufzugsanlagen und Gebäudeklimaanlagen verstärkt durch den Nutzer beansprucht, so dass als Beispiel die Festlegung der Nutzungsintensität für diese Bauteile dargestellt wird. Beispielsweise gibt die DIN EN ISO 25745 für Aufzugsanlagen eine Kategorisierung in Bezug auf Nutzungsart und Nutzungsintensität für die Anzahl der Fahrten je Tag an, Abbildung 2-40.

Nutzungs-kategorie	1	2	3	4	5	6
Nutzungsintensität/ Häufigkeit	sehr niedrig	niedrig	mittel	hoch	sehr hoch	äußerst hoch
Anzahl der Fahrten je Tag ( $n_d$ )	50	125	300	750	1 500	2 500
Typischer Bereich	(< 75)	(75 bis < 200)	(200 bis < 500)	(500 bis < 1 000)	(1 000 bis < 2 000)	(≥ 2 000)
Typische Gebäude und Nutzung (Betriebstage je Jahr)	– Wohnhaus mit bis zu 6 Wohn- einheiten (360 d) – Pflege- einrichtung (360 d) – kleines Büro- oder Verwaltungs- gebäude mit wenig Betrieb (260 d) – U-Bahn- Stationen (360 d)	– Wohnhaus mit bis zu 20 Wohn- einheiten (360 d) – kleines Büro- oder Verwal- tungsgebäude mit 2 bis 5 Etagen (260 d) – kleine Hotels (360 d) – Parkplätze von Büro- gebäuden (260 d) – allgemeine Parkplätze (360 d) – Bahnhöfe (360 d) – Bibliothek (312 d) – Unterhal- tungszentren (360 d) – Stadien (zeitweilig)	– Wohnhaus mit bis zu 50 Wohneinheiten (360 d) – mittelgroßes Büro- oder Verwaltungs- gebäude mit bis zu 10 Etagen (260 d) – mittelgroßes Hotel (360 d) – Flughäfen (360 d) – Universität (260 d) – kleines Krankenhaus (360 d) – Einkaufs- zentrum (360 d)	– Wohnhaus mit bis zu 50 Wohneinheiten (360 d) – großes Büro- oder Verwal- tungsgebäude mit mehr als 10 Etagen (260 d) – großes Hotel (360 d)	– sehr großes Büro- oder Verwaltungs- gebäude mit einer Höhe von über 100 m (260 d)	– sehr großes Büro- oder Verwaltungs- gebäude mit einer Höhe von über 100 m (260 d)
Typische Nenngeschwindig- keit	0,63 m/s	1,00 m/s	1,60 m/s	2,50 m/s	5,00 m/s	5,00 m/s

Abbildung 2-40: Die Nutzungsintensität am Beispiel der Aufzugsanlagen nach DIN EN ISO 25745-2:2015.<sup>443</sup>

Die Nutzungsintensität von Aufzugsanlagen kann nach VDI 4707 mit einem Fahrtenzähler gemessen werden. Eine Fahrt ist definiert als die Schließung der Aufzugstür, der Aufzugsfahrt und dem Öffnen der Aufzugstür. Dabei spielt es keine Rolle, wie viele Geschosse bzw. Haltestellen der Aufzug zurücklegt. Das VDI 4707 Blatt 1 veröffentlicht als Beispiel die Messdaten des DIS-Projekt Nr. 101106 des Schweizerischen Bundesamts für Energie, vgl. Abbildung 2-41.<sup>444</sup> Neben der Fahrtenanzahl je Jahr wird die Nominal Last, Geschwindigkeit, Hubhöhe, Anzahl der Haltestellen, Gebäudeart, Alter und die Technologie angegeben.<sup>445</sup>

443 Deutsches Institut für Normung e.V.: Energieeffizienz von Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteigen – Teil 2: Energieberechnung und Klassifizierung von Aufzügen. DIN EN ISO 25745-2:2015. S.17.

444 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 1:2009-03 - Aufzüge Energieeffizienz. Berlin, 2009. S.6.

445 Vgl. Thews, Udo: Fachbegriffe der Aufzugstechnik – Teil 1. Ausgabe 6. Norderstedt, 2016. S.94.

Anl. Nr.	Nominal Last kg	Geschwindigkeit m/s	Hubhöhe m	Anzahl Halt	Gebäudeart	Jahrgang	Technologie	Fahrtzahl / Jahr
1	320	0.63	11.2	5	Wohnhaus / Arztpraxis	2002	D	26'198
2	320	1	14.0	6	Wohnhaus	1977	A	62'351
3	500	0.6	13.4	6	Wohnhaus	1994	D	11'181
4	500	1	12.4	5	Personenaufzug	2004	E	Testanlage
5	500	1.6	10.2	6	Wohnhaus	2004	C	zu neu
6	630	1	17.4	7	Wohnhaus	2002	C	39'843
7	630	1	14.6	6	Wohnhaus	2005	C	zu neu
8	630	1	6.9	3	Geschäftshaus	2005	C	zu neu
9	630	1	27.5	8	Büro	2000	C	107'257
10	630	1	14.4	6	Parking	2004	C	55'070
11	630	1	29.0	12	Wohnhaus	2001	C	76'947
12	630	1	11.6	5	Wohnhaus	2000	C	16'361
13	630	1	14.0	6	Wohnhaus	2002	C	33'171
14	630	1	11.8	4	Büro	1992	C	278'926
15	630	1.6	14.6	4	Büro	2004	C	zu neu
16	750	1.6	26.1	10	Wohnhaus	2000	C	164'577
17	800	1	15.6	5	Büro	1992	C	115'583
18	800	1	16.5	6	Wohnhaus	2004	C	zu neu
19	900	1.48	13.3	6	Parking	1972	C	352'973
20	900	2	7.8	4	Parking	1999	C	329'967
21	1000	1	23.7	10	Wohnhaus	2001	C	42'440
22	1200	2.5	37.8	11	Spital Besucher-aufzug	1994	C	670'567
23	1500	2.5	68.1	22	Büro	1972	C	339'846
24	1500	2.5	73.7	21	Büro	2001	C	195'577
25	1600	1	3.0	2	Shopping	2004	C	211'484
26	1600	1.4	12.4	5	Industrie	1994	E	Testanlage
27	1800	1.6	38.4	10	Spital Besucher-aufzug	2001	C	688'036
28	2000	1.6	34.0	10	Spital Bettenaufzug	1993	B1	312'960
29	2000	1.6	51.9	14	Büro	2002	B1	118'706
30	2200	2.5	34.0	11	Parking	2001	B1	512'726
31	2500	0.6	11.2	4	Autolift	1995	E	37'140
32	3000	2	42.9	12	Büro	2003	B2	157'141
33	3200	0.5	8.9	3	Industrie	2000	E	48'940

Abbildung 2-41: Auszug aus Übersichtstabelle Aufzugsmessungen in DIS-Projekt Nr.101106.<sup>446</sup>

Die Nutzungsintensität von Lüftungs-, Heizungs-, Kühlungsanlagen kann nach DIN V 18599-10:2018-09 in Nutzungsstunden für verschiedene Nutzungsarten unterschieden werden.<sup>447</sup> Die DIN V 18599-10:2018-09 definiert den Beginn und das Ende der Nutzung, tägliche Nutzungsstunden, jährliche Nutzungstage, tägliche Betriebsstunden der RLT (Raumlufttechnische Geräte) bzw. der WLA (Wohnungslüftungsanlage) und der Kühlung und die täglichen Betriebsstunden der Heizung, vgl. Tabelle 2-4. In Tabelle 2-5 sind als Beispiel die Nutzungs- und Betriebsstunden in Bezug auf RLT-Anlagen, WLA, Kühlung und Heizung dargestellt, sowie die jährlichen Nutzungstage für verschiedene Immobilientypen nach DIN V 18599-10:2018-09 aufgeführt.<sup>448</sup>

446 Nipkow, J.: Schlussbericht - Elektrizitätsverbrauch und Einspar-Potenziale bei Aufzügen. S.A.F.E. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Zürich, 2015. S.20.

447 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Energetische Bewertung von Gebäuden –Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. DIN V 18599-10:2018-09. S. 9.

448 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Energetische Bewertung von Gebäuden –Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. DIN V 18599-10:2018-09. S. 17 und S. 23-25.

Definition von Nutzungs- und Betriebsstunden nach DIN V 18599-10:2018-09	
Nutzung Beginn und Nutzung Ende	Uhrzeit zu Beginn und Ende der Nutzung, in der Regel die Zeit der Anwesenheit von Personen und/ oder Betrieb der Einrichtung
Tägliche Nutzungsstunden	Anzahl der täglichen Nutzungsstunden. Zeitdifferenz zwischen Beginn und Ende der Nutzung
Jährliche Nutzungstage	Es wird zwischen Fünf-, Sechs- und Sieben-Tagewochen unterschiedenen (250 d/a, 300 d/a, 365 d/a)
Tägliche Betriebsstunden RLT, WLA und Kühlung	Dauer der täglichen Betriebszeit der RLT- und Kühlanlage. (Sofern die jeweilige Anlage nicht durchlaufen muss, wird gegenüber der Nutzungszeit ein zweistündiger Vorlauf angenommen)
Tägliche Betriebsstunden Heizung	Dauer der täglichen Betriebszeit. Beschrieben ist der Zeitraum, in dem der nutzungsbedingte Sollwert realisiert wird. Als Standardwert für die Betriebszeit wird, ausgehend von der Nutzungszeit, ein zweistündiger Aufheizzeitraum am Morgen ergänzt

Tabelle 2-4: Definition von Nutzungs- und Betriebsstunden nach DIN V 18599-10:2018-09.<sup>449</sup>

Nutzungs- und Betriebszeiten nach DIN V 18599-10:2018-09					
Immobilientyp	Tägliche Nutzungsstunden	Jährliche Nutzungstage	Tägliche Betriebsstunden RLT, WLA, Kühlung	Tägliche Betriebsstunden Heizung	Jährliche Betriebstage RLT, WLA, Kühlung, Heizung
	$t_{\text{Nutz,d}}$ [h/d]	$d_{\text{Nutz,a}}$ [d/a]	$t_{\text{v,op,d}}$ [h/d]	$t_{\text{h,op,d}}$ [h/d]	$d_{\text{op,a}}$ [d/a]
Büro	11	250	13	13	250
Hotel	11	365	24	24	365
Gastronomie	14	300	16	16	300
Einzelhandel	12	300	14	14	300
Logistik	24	365	24	24	365
Krankenhaus	24	365	24	24	365

Tabelle 2-5: Nutzungs- und Betriebszeiten nach DIN V 18599-10:2018-09.<sup>450</sup>

Die Erarbeitung von statistisch signifikanten Messwerten erfordert einen hohen Zeitbedarf, sodass neben der Datenerhebung durch Messung eine Ermittlung der zu erwartenden Nutzung auf Basis von Simulation im Hinblick auf Zeiteinsparung Sinn ergibt. Am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung wurden hierzu von FRISCH<sup>451</sup>, DENG<sup>452</sup> und KLIMT<sup>453</sup> erste Untersuchungen zur Bestimmung der Nutzungsintensität auf Basis des Nutzerverhaltens unter Berücksichtigung der Nutzungsprozesse eines Bahnhofs, eines Shoppingcenters und einer Büroimmobilie durchgeführt.

449 Deutsches Institut für Normung e.V.: Energetische Bewertung von Gebäuden –Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. DIN V 18599-10:2018-09. S. 19.

450 Deutsches Institut für Normung e.V.: Energetische Bewertung von Gebäuden –Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. DIN V 18599-10:2018-09. S. 19.

451 Frisch: Grundlagen der Simulation von Personenströmen. Technische Universität München, 2017.

452 Deng: Nutzungsintensität im Lebenszyklus einer Immobilie, Quantifizierung der Nutzungsintensität durch Simulation. Masterarbeit, Technische Universität München, 2020.

453 Klimt. F.: Nutzungsintensität im Lebenszyklus einer Immobilie, Quantifizierung der Nutzungsintensität durch Simulation. Masterarbeit, Technische Universität München, 2021.

### 2.4.2.4 Anwendungsorientierte Näherungsmethoden

Die anwendungsorientierten Näherungsmethoden bestimmen die technische Lebensdauer von Bauteilen auf Basis von Erfahrungskennwerten in Abhängigkeit sogenannter Korrekturfaktoren. Abhängig von den vorliegenden Bedingungen, welche durch Korrekturfaktoren abgebildet werden, wird die technische Lebensdauer eines Bauteils abgeleitet.<sup>454</sup>

#### 2.4.2.4.1 Referenzfaktorenmethode nach TOMM, RENTMEISTER UND FINKE

Das Verfahren von TOMM, RENTMEISTER UND FINKE hat zum Ziel, die Wirtschaftlichkeit von Bauteilen und die Organisation der Instandhaltung zu verbessern und die Nutzungszeiten von Bauteilen zu verlängern.<sup>455</sup> Die Methodik basiert auf der Annahme, dass alle Bauteile eine begrenzte Lebensdauer besitzen. Hierfür wird eine mittlere Lebensdauererwartung (MLE) eines Bauteils als Referenzwert herangezogen, auf deren Basis eine Restlebensdauer unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren ermittelt wird. Dabei basiert die MLE auf eigenen Angaben, Erkenntnissen aus der Literatur sowie aus der Einschätzung von Fachleuten und Herstellern unter der Annahme von durchschnittlichen Verhältnissen bezüglich Nutzung, Qualität, Umwelt und Instandhaltungsintensität.<sup>456 457</sup> Der Tabelle 2-6 ist zu entnehmen, dass die MLE verkürzend oder verlängernd in Abhängigkeit zu den Einflussfaktoren Nutzung, Bauteilqualität, Umwelteinflüsse und Instandhaltungsintensität steht. Es werden jedoch keine Vorgaben für eine Gewichtung der Faktoren gemacht, da es gem. den Verfassern keine Standardwerte für die Gewichtung der Einflussfaktoren geben kann, da das Modell von der subjektiven Einschätzung des Anwenders abhängt. Es wird lediglich eine Beispielgewichtung angegeben.<sup>458</sup>

Einflussfaktor	Beispielhafte Gewichtung
Nutzung (Charakter, Intensität)	Positiv: Gebäude mit geringer Beanspruchung aus der Nutzung (z.B.: Altersheime)
	Negativ: Stark beanspruchte Gebäude oder Gebäudeteile (z.B.: Krankenhaus, Gaststätten)
Bauteilqualität (Planung, Material, Ausführung)	Positiv: Gute Dimensionierung und Profilierung, gute Materialauswahl, fachgerechte Ausführung, richtige Bauteilkombination
	Negativ: Einfache Bauweise, geringe Materialqualität, Ausführungsmängel
Umwelteinflüsse (Standort, Bauteillage, Klima, Verkehr)	Positiv: Geringe Einflüsse durch Luftverschmutzung, keine Erschütterung aus Verkehr, natürlicher Schutz (z.B.: durch Bepflanzung)
	Negativ: Belastung durch Emission aus Industrie und Verkehr, stark wechselhafte Klima- und Witterungsverhältnisse, ungeschützt
Instandhaltungsintensität (Intervalle + Qualität von Inspektion, Wartung)	Positiv: Häufige Inspektions- und Wartungsmaßnahmen, sorgfältige Behandlung der Bauteile
	Negativ: Zu lange Inspektions- und Wartungsintervalle, nachlässige Wartungsarbeit

**Tabelle 2-6: Einflussfaktoren auf die Lebensdauer nach TOMM, RENTMEISTER und FINKE.**<sup>459</sup>

Bei positiver Bewertung des Einflussfaktors wird der entsprechende Summand zur mittleren Lebensdauererwartung des Bauteils addiert und bei negativer Bewertung subtrahiert. In der folgenden Formel 2-8 soll das Verfahren veranschaulicht werden.

454 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.18.

455 Vgl. Tomm, A.; Rentmeister, O.; Finke, H.: Geplante Instandhaltung – Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen. 1995. S.7.

456 Vgl. Tomm, A.; Rentmeister, O.; Finke, H.: Geplante Instandhaltung – Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen. 1995. S.11.

457 Vgl. Tomm, A.; Rentmeister, O.; Finke, H.: Geplante Instandhaltung – Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen. 1995. S.11.

458 Vgl. Tomm, A.; Rentmeister, O.; Finke, H.: Geplante Instandhaltung – Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen. 1995. S.13.

459 Vgl. Tomm, A.; Rentmeister, O.; Finke, H.: Geplante Instandhaltung – Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen. 1995. S.13-14.



$$\mathbf{RLE = MLE \pm EF1 \pm EF2 \pm EF3 \pm EF4}$$

RLE	→ Restlebenserwartung [Jahre]	„+“	→ Lebensdauer verlängernd
MLE	→ Mittlere Lebenserwartung [Jahre]	„-“	→ Lebensdauer verkürzend
EF1	→ Einfluss Nutzung [Jahre]		
EF2	→ Einfluss Bauteilqualität [Jahre]		
EF3	→ Einfluss Umwelteinflüsse [Jahre]		
EF4	→ Einfluss Instandhaltungintensität [Jahre]		

**Formel 2-8: Berechnung der Restlebenserwartung anhand von Einflusssummanden.**<sup>460</sup>

Alternativ kann die Restlebensdauer durch die Einschätzung der vor Ort erfolgten, materiellen Abnutzung bestimmt werden. Dafür wird die Abnutzung geschätzt in Prozent angegeben und mit der mittleren Lebenserwartung multipliziert, wie in der folgenden Formel 2-9 zu sehen ist. Es werden keine Angaben zur Festlegung des Abnutzungsfaktors gemacht. Grundsätzlich ist zu hinterfragen, auf welcher Basis man die Einflussfaktoren als Addition, Subtraktion oder Multiplikation wählt.

$$\mathbf{RLE = MLE \times AF}$$

RLE	→ Restlebenserwartung [Jahre]
MLE	→ Mittlere Lebenserwartung [Jahre]
AF	→ Abnutzungsfaktor

**Formel 2-9: Berechnung der Restlebenserwartung mit Abnutzungsfaktor.**<sup>461</sup>

#### 2.4.2.4.2 Faktorenmethode nach ISO 15686

Die ISO 15686-1:2011-04 hat das Ziel, harmonisierte Lebensdauerdaten von Bauteilen bereitzustellen, um eine vergleichbare und zuverlässige Grundlage zur Analyse von Lebenszyklen von Bauteilen zu schaffen.<sup>462</sup> Zur Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen mit spezifischen Randbedingungen wird eine Referenzlebensdauer (RSLC) mit den Einflussfaktoren materieller Abnutzung verknüpft.<sup>463</sup> Zur Festlegung der Referenzlebensdauer eines Bauteils sieht die ISO 15686-1:2011-04 Literaturquellen oder Herstellerdaten vor.<sup>464</sup>

Die materiellen Einflussfaktoren werden in drei Hauptkategorien Qualität, Umgebung und Nutzungsbedingungen unterschieden. Diese Kategorien werden wiederum in die Faktoren Bauteilqualität, Konstruktionsqualität, Ausführungsqualität, Inneneinflüsse, Außeneinflüsse, Nutzungsintensität und Instandhaltungsqualität weiter differenziert, vgl. Tabelle 2-7.

---

460 Vgl. Tomm, A.; Rentmeister, O.; Finke, H.: Geplante Instandhaltung – Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen. 1995. S.13-14.

461 Vgl. Tomm, A.; Rentmeister, O.; Finke, H.: Geplante Instandhaltung – Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB), Aachen. 1995. S.13-14.

462 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011. S.51.

463 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.21.

464 Vgl. International Organization for Standardization: ISO 15686-1:2011-04. 2011. S.24.



Einflussfaktoren auf die Lebensdauer von Bauteilen nach ISO 15686-1:2011-04			
Kategorie	Faktor		Beispiele
Qualität	A	Bauteilqualität	Herstellung, Lagerung, Transport, Material, Schutzschicht
	B	Konstruktionsqualität	Eingliederung, Konstruktiver Schutz
	C	Ausführungsqualität	Einbau, Personal, Klimatische Bedingungen auf der Baustelle
Umgebung	D	Inneneinflüsse	Raumluftbedingungen, Kondensation
	E	Außeneinflüsse	Standort, Klima, Luftverschmutzung
Nutzungsbedingungen	F	Nutzungsintensität	Mechanische Einflüsse, Nutzungsart, Verschleiß
	G	Instandhaltungsqualität	Qualität und Häufigkeit, Zugänglichkeit

**Tabelle 2-7: Einflussfaktoren auf die Lebensdauer von Bauteilen nach ISO 15686-1:2011-04.**<sup>465</sup>

Formel 2-10 veranschaulicht die Berechnung der spezifischen Lebensdauer eines Bauteils durch die Multiplikation der Faktoren A bis G mit der Referenzlebensdauer.

$$ESLC = RSLC \times A \times B \times C \times D \times E \times F \times G$$

ESLC → estimated service life (Spezifische Bauteillebensdauer) [Jahre]  
 RSLC → reference service life (Technische Referenzlebensdauer) [Jahre] =  $TLD_{Ref}$   
 A bis G → Einflussfaktoren, wobei >1 LD verlängernd und <1 LD verkürzend

**Formel 2-10: Berechnung der spezifischen Bauteillebensdauer nach ISO 15686-1:2011-04.**<sup>466</sup>

Zur Wahl von geeigneten Werten für die Faktoren empfiehlt die ISO 15686-1:2011-04, diese auf Basis von Erfahrungen zu wählen.<sup>467</sup> Faktoren, Werte kleiner als 1 mindern die Lebensdauer und Werte größer als 1 verlängern die Lebensdauer.<sup>468</sup> Grundsätzlich sind Werte zwischen 0,8 und 1,2 für die Faktoren zu wählen.<sup>469</sup> Es werden keine Angaben zu Referenzlebensdauern oder der Gewichtung von Einflussfaktoren gemacht und liegen daher im Ermessen des Anwenders. Die Begrenzung der Einflüsse auf 0,8 und 1,2 ist in Frage zu stellen, da keine Begründungen vorliegen und die ISO 15686-1:2011-04 diese nur als Orientierung vorgibt.

#### 2.4.2.4.3 Generelles Alterungsmodell nach SCHULTER UND MAYDL

Das Alterungsmodell nach SCHULTER UND MAYDL ermöglicht eine Abschätzung der technischen Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten in Abhängigkeit der Einbaubedingungen.<sup>470</sup> Die Methodik basiert auf der Faktorenmethode nach ISO 15686-1:2011-04.<sup>471</sup> Es werden jedoch nicht nur ein Bauteil, sondern Bauteile (Konstruktionen) bestehend aus mehreren Schichten, wie zum Beispiel einem Außenwandaufbau bestehend aus Mauerwerk, Dämmung und Putz, betrachtet.<sup>472</sup> Für die Ermittlung der Referenzlebensdauer der Schichten werden Literaturquellen verwendet und aus den Literaturangaben werden die minimalen, mittleren sowie die maximalen Lebensdauern mit Standardabweichung für die Referenzlebensdauern der Bauteile berechnet.<sup>473</sup> Für die Bestimmung der Faktoren sehen

465 Vgl. International Organization for Standardization: ISO 15686-1:2011-04. 2011. S.23 und S.35.

466 Vgl. International Organization for Standardization: ISO 15686-1:2011-04. 2011. S.23 und S.35.

467 Vgl. International Organization for Standardization: ISO 15686-1:2011-04. 2011. S.25.

468 Vgl. International Organization for Standardization: ISO 15686-1:2011-04. 2011. S.21.

469 Vgl. International Organization for Standardization: ISO 15686-1:2011-04. 2011. S.36.

470 Vgl. Schulter, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.11-12.

471 Vgl. Schulter, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.20-43.

472 Vgl. Schulter, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.44.

473 Vgl. Schulter, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.46.

SCHULTER und MAYDL zuerst eine konstruktive Bewertung des Gesamtaufbaus, z.B. Bodenaufbau vor. Die konstruktive Bewertung berücksichtigt unter anderem die Einhaltung von Normen, Empfehlungen aus Literatur sowie Herstellerangaben.<sup>474</sup> Die technische Gebäudeausrüstung wird grundsätzlich ausgeschlossen.<sup>475</sup> Nach der konstruktiven Bewertung werden die Faktorenklassen, in Anlehnung an die ISO 15686-1:2011-04 gleich gewichtet, bestimmt.<sup>476</sup> Die Lebensdauer wird infolge der Lösbarkeit von Schichtgruppen bei Instandsetzung ermittelt. Dabei sind Schichtgruppen lösbar, wenn bei einem Schadensfall einer Bauteilschicht diese ohne Beschädigung anderer, nicht beschädigter Bauteilschichten ausgetauscht werden kann. Bedingt lösbar sind Schichtgruppen, die nur durch eine Zerstörung der Verbindungsmittel von den anderen intakten Schichtgruppen gelöst werden können. Nicht lösbar sind Schichtgruppen, die bei einem Schaden nur durch die Zerstörung anderer intakter Bauteilschichtgruppen ausgetauscht werden können.<sup>477</sup> Die Bestimmung der Lebensdauer erfolgt bei lösbaren Bauteilschichten durch die Multiplikation der maximalen mittleren Referenzlebensdauer mit den jeweiligen Einflussfaktoren.<sup>478</sup> Bei einer nicht lösbaren Bauteilschicht wird die Lebensdauer der niedrigsten Lebensdauer der Schichtgruppe verwendet, die in der Konstruktion darunter liegt.<sup>479</sup> Wenn eine Schichtgruppe lösbar und gleichzeitig nicht lösbar sein kann, weil mehrere Bauteilschichtgruppen in der Konstruktion betroffen sein können, wird aus den möglichen Lebensdauern die niedrigste Lebensdauer verwendet.<sup>480</sup>

#### 2.4.2.4.4 Erweiterte Faktorenmethode nach BAHR und LENNERTS

Das Modell von BAHR und LENNERTS bestimmt die Lebensdauer von Bauteilen auf Grundlage der Faktorenmethode nach der ISO 15686-1:2011-04, unter höherer Genauigkeit, Vergleichbarkeit und Transparenz.<sup>481</sup> Zur Faktorenmethode werden erweiternd Empfehlungen für die Wahl von Referenzlebensdauern angegeben und die Einflussfaktoren A bis einschließlich G werden erweitert und die Einflussfaktoren „A2 Materialkombination“ und „F2 Nutzung nach Bestimmung“ hinzugefügt<sup>482</sup>. Dabei wird erklärt, dass für materialspezifische Eigenschaften geprüft werden kann, ob relevante DIN-Normen, Einbau- und Ausführungsvorschriften und Instandhaltungsvorschriften eingehalten werden.<sup>483</sup> Die Festlegung der Einflussfaktoren wird dabei in 2 Stufen (Ebenen) mit höherem Detaillierungsgrad durchgeführt, um die technische

---

474 Schuster, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.48.

475 Vgl. Schuster, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.48.

476 Vgl. Schuster, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.49.

477 Schuster, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.50-51.

478 Vgl. Schuster, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.51.

479 Vgl. Schuster, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.51.

480 Vgl. Schuster, D.; Maydl, P.: AP 02 – Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der TU Graz. 2009. S.51.

481 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.2.

482 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.68.

483 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.68.

Lebensdauer eines Bauteils spezifischer als in der DIN 15686 bestimmen zu können.<sup>484</sup> Die Berechnung basiert auf der ISO 15686-1:2011-04, jedoch werden die Einflussfaktoren je nach Bauteil unterschiedlich gewichtet, vgl. Formel 2-11. Hierzu wird in Haupt- und Nebenfaktoren unterschieden. Die Einflussfaktoren der Hauptfaktoren werden zwischen 0,8 und 1,1 festgelegt und die Nebenfaktoren erhalten Faktoren zwischen 0,9 und 1,05.

$$\text{TLD} = \text{TLD}_{\text{Ref}} \times \text{KF} = \text{TLD}_{\text{Ref}} \times (\text{A1} \times \text{A2} \times \text{B} \times \text{C} \times \text{D} \times \text{E} \times \text{F1} \times \text{F2} \times \text{G})$$

TLD → Bauteillebensdauer (technisch) [Jahre]

TLD<sub>Ref</sub> → Referenzlebensdauer [Jahre]

KF → Korrekturfaktor wobei >1 LD verlängernd und <1 LD verkürzend

A bis G → Einflussfaktoren wobei >1 LD verlängernd und <1 LD verkürzend

**Formel 2-11: Berechnung der technischen Bauteillebensdauer nach BAHR und LENNERTS.<sup>485</sup>**

Die Autoren erklären, dass Angaben zur Bauteillebensdauern allgemein kritisch zu betrachten sind, weil diese Kennwerte nicht standardisiert sind und keine Angaben zu den Randbedingungen bei der Ermittlung gemacht werden. Weiter sind die gewählten Kriterien, Randbedingungen und Einteilungen frei gewählt und beruhen nicht auf Untersuchungsergebnissen, sondern dienen als Anhaltspunkt zur Weiterentwicklung.<sup>486</sup> Die Festlegung der Referenzlebensdauern, die Bewertung der bauteil- und materialspezifischen Informationen der Einflussfaktoren und deren Gewichtung liegen im Ermessen des Anwenders und sind daher grundsätzlich bzgl. der Belastbarkeit zu hinterfragen.

#### 2.4.2.4.5 Praxisnahe Prognostizierung der Lebensdauer von Bauteilen nach RITTER

RITTER hat ein Modell zur Prognose der Lebensdauer von Bauteilen entwickelt, das auf der Faktorenmethode nach der ISO 15686-1:2011-04 basiert. Die Einflüsse auf die materielle Abnutzung nach DIN 15686 werden mithilfe einer Umfrage und Interviews von Sachverständigen, Handwerkern, Herstellerfirmen und Facility Management Firmen definiert. Aus den Umfrageergebnissen werden minimale und maximale Grenzwerte für die Einflussfaktoren für Fenster, Außentüren, Sonnenschutz, Innenwandbekleidung, Böden, Deckenbekleidung, Dachfenster, Dachbeläge und Dachentwässerung abgeleitet, die mit einer Referenzlebensdauer aus der Literatur verknüpft werden.<sup>487</sup>

Abbildung 2-42 stellt exemplarisch für Fenster (Alu, Holz, Kunststoff) die maximalen und minimalen Grenzwerte der Einflussfaktoren im arithmetischen Mittel auf Basis der durchgeführten Umfrage dar. RITTER bestimmt gem. Formel 2-12 die technische Lebensdauer gem. ISO 15686 durch Multiplikation der Referenzlebensdauer mit den Einflussfaktoren. Der Einfluss aller Einflussfaktoren auf die Lebensdauer ist auf maximal 20 %, d.h. von 0,8 bis 1,2 begrenzt.<sup>488</sup>

---

484 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.59.

485 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.106 – S.110.

486 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.72.

487 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011. S.126.

488 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011. S.126.

Wie bereits im Abschnitt der ISO 15686 beschrieben, ist die Begrenzung des Einflusses kritisch zu hinterfragen.

Bauteil	Technische Lebensdauer [a]			A	B	C	D	E	F	G
	TLD <sub>min</sub>	TLD <sub>ref</sub>	TLD <sub>max</sub>	max min	max min	max min	max min	max min	max min	max min
Alufenster	10	47	119	1,13 0,84	1,09 0,88	1,15 0,79	1,06 0,84	1,25 0,69	1,18 0,79	1,14 0,83
Holzfenster	3	36	88	1,13 0,76	1,09 0,82	1,14 0,69	1,05 0,76	1,24 0,56	1,18 0,69	1,13 0,75
Kunststofffenster	3	38	83	1,11 0,75	1,08 0,82	1,12 0,68	1,05 0,76	1,21 0,55	1,15 0,68	1,11 0,75

Abbildung 2-42: Grenzwerte der Einflussfaktoren im arithmetischen Mittel nach RITTER für Fenster.

$$TLD_{EW} = TLD_{Ref} \times \prod_{i=A}^G X_i$$

TLD<sub>EW</sub> → erwartete Bauteillebensdauer (technisch) [Jahre]  
 A-G → Einflussfaktoren auf Lebensdauer von Bauteilen

Formel 2-12: Berechnung der zu erwartenden Lebensdauer nach RITTER.<sup>489</sup>

#### 2.4.2.4.6 Nutzungsdauerberechnung nach der VDI 2076

Die VDI-Richtlinie 2076 Blatt 50 verfolgt das Ziel, Kostentransparenz im Lebenszyklus von Immobilien zu schaffen.<sup>490</sup> Die Nutzungsdauer T<sub>N</sub> eines Bauteils wird als der „vorgesehene Zeitraum, in dem ein Bauteil durch laufende Instandhaltungsmaßnahmen (z.B. Wartung und Inspektion) und ohne nennenswerte, größere Instandsetzungsmaßnahmen genutzt werden soll“<sup>491</sup>, definiert. Für die Berechnung der rechnerischen Nutzungsdauer T<sub>N</sub> eines Bauteils wird auf die Faktorenmethode der ISO 15686-1:2011-04 verwiesen.<sup>492</sup>

Für die relevante, rechnerische Nutzungsdauer eines Bauteils benutzt die VDI-Richtlinie 2076 die Faktorenmethode, jedoch mit dem Fokus auf der Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Somit werden nicht alle Faktoren von A bis einschließlich G verwendet. In Anlehnung an die ISO 15686-1:2011-04 und auf Basis der erweiterten Faktoren durch BAHN UND LENNERTS<sup>493</sup> werden nur die Faktoren E für externe bauphysikalische Einflüsse, F1 für Nutzungsart und G für Instandhaltungsqualität herangezogen.<sup>494</sup> In der Formel 2-13 ist die Berechnungsmethode der rechnerischen Nutzungsdauer eines Bauteils dargestellt. Bei der Wahl der technischen Referenznutzungsdauer wird auf die Literatur verwiesen. Bei der Wahl der Faktoren a, b und c wird eine Bandbreite von 0,9 bis 1,1 angegeben, vgl. Tabelle 2-8.<sup>495</sup>

489 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011. S.129.

490 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.3.

491 Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.5.

492 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.11-12.

493 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.72.

494 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.11-12.

495 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.13.

$$T_N = T_R \times a \times b \times c$$

- $T_N$  → rechnerische Nutzungsdauer des Bauteils [Jahre]  
 $T_R$  → technische Referenznutzungsdauer [Jahre] =  $T_{LD_{Ref}}$   
 $a$  → Einflussfaktor E (externe bauphysikalische Einflüsse) wobei >1 LD verlängernd und <1 LD verkürzend  
 $b$  → Einflussfaktor F1 (Nutzungsart) wobei >1 LD verlängernd und <1 LD verkürzend  
 $c$  → Einflussfaktor G (Instandhaltungsqualität) wobei >1 LD verlängernd und <1 LD verkürzend

**Formel 2-13: Berechnung der rechnerischen Bauteillebensdauer nach VDI 2076 Blatt 50.<sup>496</sup>**

Einflussfaktoren nach VDI 2076 Blatt 50			
Faktoren	verkürzend	neutral	verlängernd
	zwischen 0,9 und 1,0	1,0	zwischen 1,0 und 1,1
a	schädigende Einflüsse in hohem Maß vorhanden	schädigende Einflüsse in geringem Maß vorhanden	keine schädigenden Einflüsse vorhanden
b	hohe Beanspruchung	mittlere Beanspruchung	niedrige Beanspruchung
c	nicht fachgerecht, keine Wartung vorgesehen	fachgerecht	besonders sorgfältig und werterhaltend

**Tabelle 2-8: Einflussfaktoren nach VDI 2076 Blatt 50.<sup>497</sup>**

Die Nutzungsdauerberechnung nach der VDI-Richtlinie 2076 basiert auf dem Prinzip der ISO 15686-1:2011-04 und lässt daher die Festlegung und Gewichtung der Einflussfaktoren sowie die maximale Begrenzung eines Einflussfaktors unbegründet.

### 2.4.2.5 Resümee

Faktorenmethoden mit mittleren Referenz-Lebensdauerwerten, Korrekturfaktoren oder Korrektursummanden auf Basis von subjektiven Erfahrungswerten stellen keine objektive Ermittlung der Bauteillebensdauer dar. Basiswert und Korrektur basieren auf Erfahrung und stellen keine objektive Grundlage dar. Die Einflussgrößen sind verbal hinreichend beschrieben: Bauteilqualität, Materialkombination, konstruktiver Schutz, Ergebnis der Bauausführung, interne bauphysikalische Einflüsse, externe bauphysikalische Einflüsse, Nutzungsart, Nutzung nach Bestimmung und Instandhaltungsqualität.

Durch eine versuchstechnische Ermittlung der Bauteillebensdauer entstehen objektive Daten. Durch Versuche zur Bestimmung des Nutzungspotential von Bauteilen unter Einbeziehung der Einflussgrößen, wie des Bauteilstandards, der individuellen Beanspruchung, der individuellen Randbedingungen kann eine Objektivierung erreicht werden. Die angewandten Beanspruchungszyklen müssen der realen Belastung entsprechen. Wird die Nutzungsintensität durch Zählung entsprechender Belastungszyklen in der Praxis gemessen, lässt sich objektiv die Lebensdauer ableiten.

### 2.4.3 Kennwerte für die technische Lebensdauer von Bauteilen

In der Literatur sind verschiedene Angaben zu Lebensdauern von Bauteilen zu finden. Grundsätzlich werden keine jederzeit nachvollziehbaren und eindeutigen Angaben gemacht,

496 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.11-13.  
 497 Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4707 Blatt 50:2018-10 – Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018. S.13.

unter welchen Randbedingungen diese Kennwerte gewonnen wurden.<sup>498</sup> Aus diesem Grund ist es schwierig, die veröffentlichten Werte zu vergleichen oder zu beurteilen. KORNBLUM erklärt, dass kein einheitlicher Standard oder Maßstab existiert, der vorschreibt, wie die Lebensdauer von Bauteilen zu ermitteln ist.<sup>499</sup> BAHR und LENNERTS erläutern, dass die veröffentlichten Kennwerte auf wissenschaftlichen Untersuchungen sowie auf Erfahrungswerten aus der Immobilienbranche und teilweise auf Herstellerangaben basieren.<sup>500</sup> In Tabelle 2-9 werden Literaturquellen chronologisch aufgelistet, die Kennwerte zu Lebensdauern von Bauteilen veröffentlichen. Ausgewählte Quellen werden zur weiteren Verwendung in den folgenden Kapiteln genauer erläutert.

Jahr	Verfasser	Titel
1967	Zehme, Winfried	Der Unterhalt von Bauten, dessen Abhängigkeit von der Lebensdauer der Bauelemente und der Veränderung der Nutzung
1979	Menkhoff et al.	Baustoffe und Bauunterhaltungskosten. – Wirtschaftlich günstige Relationen von Herstellungs- und Unterhaltungskosten
1984	Peters, Heinz	Instandhaltung und Instandsetzung von Wohnungseigentum
1985	Krug, Klaus-Eberhard	Wirtschaftliche Instandhaltung von Wohngebäuden durch methodische Inspektion und Instandsetzungsplanung
1987	Simons, Klaus; Hirschberger, H.; Stölting, D.	Die Lebensdauer von Bauteilen und Baustoffen
1991	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin	Wertermittlungsrichtlinien, Anlage 5
1994	Impulsprogramm IP Bau, Bundesamt für Konjunkturfragen	Alterungsverhalten von Bauteilen und Unterhaltskosten
1995	Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB) Tomm, Rentmeister und Finke	Geplante Instandhaltung. Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden.
1998	Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB)	Lebensdauer von Bauteilen und Bauteilschichten
2001	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)	Leitfaden Nachhaltiges Bauen
2002	Schmitz et. Al	Baukosten 2002
2004	Institut für Bauforschung e.V., Hannover (IFB)	Lebensdauer der Baustoffe und Bauteile zur Harmonisierung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer im Wohnungsbau (Forschungsbericht F815)
2008	Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e. V. (IEMB)	Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“
2008	Bund Technischer Experten e.V. (BTE)	Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte
2009	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)	Nutzungsdauer von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (Erstveröffentlichung)
2011	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)	Nutzungsdauer von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (Aktualisierung)
2012	Verein Deutscher Ingenieure	VDI 2067 Blatt 1
2016	Hauseigentümerverband Schweiz (HEV), Mieterinnen- und Mietverband Deutschschweiz (MV)	Paritätische Lebensdauerabelle
2017	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)	Nutzungsdauer von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (Aktualisierung)

**Tabelle 2-9: Literaturquellen zu Lebensdauerangaben von Bauteilen.**

498 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S.100.

499 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S.101.

500 Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen, Endbericht. In Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010. S.18.

### 2.4.3.1 Nutzungsdauern nach IEMB

Das Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB) hat 2008 die Kennwerte für die Lebensdauern der Bauteile durch die Befragung von Experten sowie aus Normen und Produktblättern ermittelt.<sup>501</sup> Bei der Expertenbefragung hat das IEMB Lehrstühle an deutschen Universitäten und Fachhochschulen im Bereich Bauingenieurwesen, Architektur und Facility Management befragt. Außerdem wurden auf internationalen Fachmessen, wie die Bau 2007 in Leipzig und die Deubau 2008 in Essen, Aussteller befragt. Des Weiteren hat das IEMB Institut den Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Planungsbüros sowie Produkthersteller befragt. Das IEMB hat insgesamt 270 Befragungsformulare versandt, wobei der Rücklauf bei 8 % lag. Für die Bauteile der technischen Ausrüstung und Anlagen hat das IEMB die VDI-Richtlinie 2067 Blatt 1 (Stand September 2000) berücksichtigt.<sup>502</sup>

In der Lebensdauertabelle des IEMB wird für die betrachteten Bauteile bei der Bewertung der zugehörigen Lebensdauer ein Minimal-, Maximal- sowie ein Mittelwert angegeben.<sup>503</sup> Betrachtet werden in der IEMB-Tabelle Bauteile des Rohbaus, des Ausbaus, der Außenanlagen, der Verkehrsanlagen, der Transportanlagen, der technischen Gebäudeausrüstung sowie weitere Ausstattungen, die jedoch nicht nach DIN 276 strukturiert sind.<sup>504</sup> In der IEMB-Tabelle wird jedoch darauf hingewiesen, dass die tatsächliche Lebensdauer eines Bauteils abhängig ist von unterschiedlichen Einflussfaktoren, wie zum Beispiel vom Klima, vom Standort, von der Beanspruchung durch Nutzung sowie von der Instandhaltung und von materialbezogenen Parametern.<sup>505</sup> Die Nutzungsintensität als Einfluss auf die technische Lebensdauer ist in den angegebenen Lebensdauerwerten nicht berücksichtigt. Unterschiedliche Immobilientypen bezüglich der Nutzungsintensität werden ebenfalls nicht betrachtet.

### 2.4.3.2 Lebensdauern nach BTE

Der Bund technischer Experten e.V. (BTE) veröffentlichte im Jahr 2008 die Lebensdauertabellen und berücksichtigt diverse Bauteile in den KG 300 und 400.<sup>506</sup> Die Arbeitsgruppe hat hierzu Zeitwertangaben für die Lebensdauer von Bauteilen aus der Literatur verglichen, gegenübergestellt und ausgewertet. Auf Basis der verwendeten Literaturquellen wurden anhand einer Umfrage innerhalb des Bundes technischer Experten e.V. die Werte aus der Literatur diskutiert und überprüft. Aufbauend darauf werden im Arbeitsblatt des BTE Lebensdauerempfehlungen des BTE vorgeschlagen.<sup>507</sup> Zur Transparenz wurden die herangezogenen Literaturquellen ebenfalls veröffentlicht. Außerdem erklärt der BTE, dass man unter der Berücksichtigung der Einflüsse auf die Lebensdauer die Tabellenwerte lediglich als

---

501 Vgl. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V.: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“, Berlin, 2008. S.1-4.

502 Vgl. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V.: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“, Berlin, 2008. S.3-4.

503 Vgl. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V.: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“, Berlin, 2008. S.3-4.

504 Vgl. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V.: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“, Berlin, 2008. S.3-4.

505 Vgl. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V.: Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfadens „Nachhaltiges Bauen“, Berlin, 2008. S.3.

506 Vgl. Agethen, Ulrich; Frahm, Karl-Joachim; Renz, Konrad; Thees, Erik P.: Arbeitsblatt der BTE Arbeitsgruppe. Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. Essen, 2008, S.1.

507 Agethen, U.; Frahm, K.-J.; Renz, K.; Thees, E., P.: Arbeitsblatt der BTE Arbeitsgruppe. Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. Essen, 2008, S.1.

Anhaltspunkt verwenden soll.<sup>508 509</sup> Die Lebensdauerangaben beinhalten keine Unterscheidung hinsichtlich dem Immobilientyp oder der zugrunde gelegten Nutzungsintensität. Es wird lediglich angegeben, dass Bodenbeläge unterschiedlich stark in Bezug auf die Nutzungsart beansprucht werden können.<sup>510</sup>

### 2.4.3.3 Paritätische Lebensdauern nach HEV

Der Hauseigentümerverband Schweiz (HEV) und der Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV) haben gemeinsam im Jahr 2016 eine vollständig überarbeitete Veröffentlichung zu Lebensdauerangaben von Bauteilen herausgegeben, welche Aussagen zu unterschiedlichen Lebensdauern infolge Abnutzung durch Nutzung trifft. Diese Tabelle enthält Angaben zur Lebensdauer von Bauteilen in Wohnimmobilien, welche sich durch die Anwendung von Reduktionsfaktoren auf Oberflächenbauteile zur Berücksichtigung der erhöhten Abnutzung auf Büro- und Gewerbeimmobilien anwenden lässt. Die Lebensdauerangaben gelten für mittlere Material- und Arbeitsqualitäten und einer durchschnittlichen Beanspruchung durch den Nutzer.<sup>511</sup> Die Reduktionsfaktoren sind für die besonderen Nutzungsarten Büro und Gewerbe angegeben, welche die Lebensdauer vor allem für Bodenbeläge, Wandbeläge und Deckenbeläge reduzieren sollen.<sup>512</sup> Tabelle 2-10 zeigt für die Büro- und Gewerbenutzung gegenüber Wohnen, dass die Lebensdauer der Bauteile bei einer Büroimmobilie um 20 % kürzer ist. Bei einer Gewerbeimmobilie mit wenig Beanspruchung wie zum Beispiel einem Laden wird die Reduktion der Lebensdauer im Vergleich zu einer Wohnimmobilie um 25 % angegeben und bei einer Gewerbeimmobilie mit viel Beanspruchung wie zum Beispiel einem Restaurant eine Reduktion der Lebensdauer der Bauteile um 50 % angesetzt. Der HEV und MV gibt jedoch nicht an, auf welcher Basis diese Ansätze für die Reduktion ermittelt wurden.

Reduktion der Bauteillebensdauer bei besonderer Nutzung gegenüber Wohnen nach HEV und MV, insbesondere für Wand, Boden und Deckenbeläge	
Nutzung	Reduktion der Bauteillebensdauer
Büro	20 %
Gewerbe mit wenig Beanspruchung (z.B. Läden)	25 %
Gewerbe mit viel Beanspruchung (z.B. Restaurant)	50 %

Tabelle 2-10: Reduktion der Lebensdauer bei besonderer Nutzung gegenüber Wohnen nach HEV und MV.<sup>513</sup>

### 2.4.3.4 Nutzungsdauern nach BBSR

Die Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) hat eine Tabelle mit Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach dem

508 Vgl. Agethen, U.; Frahm, K.-J.; Renz, K.; Thees, E., P.: Arbeitsblatt der BTE Arbeitsgruppe. Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. Essen, 2008, S.2.

509 Agethen, U.; Frahm, K.-J.; Renz, K.; Thees, E., P.: Arbeitsblatt der BTE Arbeitsgruppe. Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. Essen, 2008, S.5.

510 Vgl. Agethen, U.; Frahm, K.-J.; Renz, K.; Thees, E., P.: Arbeitsblatt der BTE Arbeitsgruppe. Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. Essen, 2008, S.2.

511 Vgl. Hauseigentümerverband Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016. S. 1 und S. 4.

512 Hauseigentümerverband Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016. S. 1.

513 Hauseigentümerverband Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016. S. 1.



Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) veröffentlicht. Diese Tabelle des BBSR basiert auf der oben vorgestellten Veröffentlichung des IEMB.<sup>514</sup> Die Tabelle wurde 2009, 2011 und 2017 überarbeitet und beruht auf Empfehlungen von Industrieverbänden, Forschungseinrichtungen und Experten des BBSR.<sup>515 516</sup> Die BBSR-Tabelle macht nur Lebensdauerangaben zu den Bauteilen in den KG 300 der DIN 276. Für Lebensdauerangaben der Bauteile in den KG 400 wird auf die VDI 2067 hingewiesen, die im nächsten Punkt vorgestellt wird.<sup>517</sup> Der Betrachtungszeitraum der Bauteile ist auf maximal 50 Jahren begrenzt, obgleich das Bauteil beispielsweise 80 Jahre überdauern kann.<sup>518</sup> Zudem beschreibt der BBSR, dass bei den Werten für die Lebensdauer der Bauteile nicht alle Einflüsse auf die Lebensdauer, wie zum Beispiel klimatische Einflüsse, Nutzerbeanspruchung und Instandhaltungskonzept berücksichtigt werden. Außerdem weist der BBSR daraufhin, dass bei einer genaueren projektspezifischen Betrachtung auf Bauteilebene die Faktorenmethode nach DIN 15686 heranzuziehen ist.<sup>519</sup>

#### 2.4.3.5 Nutzungsdauern nach VDI 2067 Blatt1:2012-09

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) veröffentlichte 2012 die VDI 2067 Blatt1:2012-09 zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Die Richtlinie VDI 2067 Blatt1:2012-09 verweist bei der Benutzung dieser VDI-Richtlinie auf die Kostengliederung nach der DIN 276 und der Flächeneinteilung nach DIN 277.<sup>520</sup> Die VDI 2067 gibt rechnerische Nutzungsdauern in Jahresangaben für technische Anlagen an.<sup>521</sup> Es wird beschrieben, dass die vorgegebene, rechnerische Nutzungsdauer nicht der technischen Lebensdauer entsprechen muss und auf Erfahrungswerten beruht.<sup>522</sup> In der VDI 2067 Blatt1:2012-09 wird nicht beschrieben, auf welchen Grundlagen diese Werte basieren oder nach welcher Methodik sie bestimmt wurden.<sup>523</sup> Die Bauteile umfassen Heizung, Raumlufttechnik und Raumkühltechnik, erwärmtes Trinkwasser, Gebäudeautomation und Aufzüge.<sup>524</sup> Auf die Nutzungsintensität sowie unterschiedliche Immobilientypen wird nicht eingegangen.

---

514 Vgl. Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Erläuterungen zur BBSR Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB“, Berlin 2011, S. 3.

515 Vgl. Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Erläuterungen zur BBSR Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB“, Berlin 2011, S. 4.

516 Vgl. Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im BBSR: „Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)“. Berlin 2017. S.1.

517 Vgl. Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Erläuterungen zur BBSR Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB“, Berlin 2011, S. 3.

518 Vgl. Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Erläuterungen zur BBSR Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB“, Berlin 2011, S. 3.

519 Vgl. Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Erläuterungen zur BBSR Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB“, Berlin 2011, S. 4.

520 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2067 Blatt 1:2012-09, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung. Berlin, 2012. S. 3.

521 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2067 Blatt 1:2012-09, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung. Berlin, 2012. S. 21.

522 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2067 Blatt 1:2012-09, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung. Berlin, 2012. S. 6.

523 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 109.

524 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2067 Blatt 1:2012-09, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen, Grundlagen und Kostenberechnung. Berlin, 2012. S. 21-28.

#### **2.4.3.6 Resümee**

Die Literatur kennt, wie beschrieben, eine Vielzahl von Veröffentlichungen zu Lebensdauern von Bauteilen, deren Kennwerte im Wesentlichen auf Erfahrungswerten der Immobilienbranche basieren. Generell ist die Belastbarkeit derartiger Nutzungsdauern fragwürdig, da Erhebungsgrundlagen und Methodiken intransparent oder teils gar nicht dargestellt werden. Weiter werden wesentliche Einflussfaktoren wie z.B. die Nutzungsintensität nicht berücksichtigt oder keine Angaben zu den in Kapitel 2.4.1.2.3 dargestellten Einflüssen der materiellen Abnutzung gemacht. Nur der Hauseigentümerverband Schweiz (HEV) und der Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV) gibt Reduktionsfaktoren bezogen auf die technische Lebensdauer der Bauteile zur Berücksichtigung der Nutzungsart an.

## 3 Stand der Forschung zur Ermittlung der Grauen Energie

### 3.1 Primärenergie und Primärenergieträger

Nach dem ersten Hauptsatz der Thermodynamik bleibt der Energieinhalt eines abgeschlossenen Systems konstant und kann damit nur in verschiedene Formen umgewandelt und zwischen verschiedenen Teilen des Systems ausgetauscht werden.<sup>525</sup> Bei der Energieumwandlung wird die Energie von ihrem ursprünglichen Zustand in eine für den Menschen nutzbare Form unter Umwandlungsverlusten verändert. Es sind Primärenergie, Sekundärenergie, Endenergie und Nutzenergie zu unterscheiden. Unter einem Energieträger wird ein Stoff verstanden, aus dem direkt oder durch mehrere Umwandlungen End- bzw. Nutzenergie gewonnen werden kann. Energieträger werden daher nach dem Grad der Umwandlung in Primär- und Sekundärenergieträger sowie Endenergieträger unterteilt, vgl. Abbildung 3-1.<sup>526</sup>

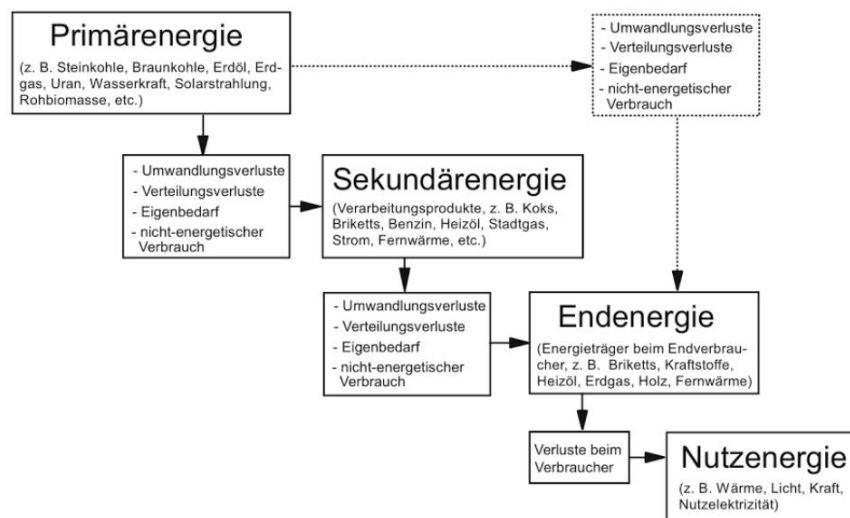


Abbildung 3-1: Stufen der Umwandlung von Energie und Energieträgern.<sup>527</sup>

Primärenergie ist eine Form der Energie, die noch keiner technischen Umsetzung bzw. Umwandlung oder Transport unterworfen worden ist. Die verfügbaren Primärenergieträger werden als nicht erneuerbar bezeichnet, wenn sie aus erschöpflichen Quellen stammen und können in fossil biogene und fossil mineralische Energieträger gegliedert werden. Unter fossil biogenen Energieträgern werden die Energieträger Kohle (Brau- und Steinkohle) und flüssiger bzw. gasförmiger Kohlenwasserstoff (u.a. Erdöl, Erdgas) verstanden. Unter fossil mineralischen Energieträgern werden die Stoffe zusammengefasst, aus denen durch Kernspaltung oder Verschmelzung Energie bereitgestellt werden kann (z.B. Uran, Thorium, Wasserstoff).<sup>528</sup> Der Energieinhalt nicht erneuerbarer Primärenergieressourcen wird definiert über die Menge an Energie, die mit heutiger Technik maximal verfügbar gemacht werden kann.<sup>529</sup>

525 Vgl. Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme. Technologie, Berechnung, Simulation. 9. Auflage, 2015, S. 14-15.

526 Vgl. Quaschnig, V.: Regenerative Energiesysteme. Technologie, Berechnung, Simulation. 9. Auflage, 2015, S. 14-15.

527 Vgl. Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A.: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Auflage, Berlin Heidelberg, 2013, S. 3.

528 Vgl. Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A.: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Auflage, Berlin Heidelberg, 2013, S. 5.

529 Vgl. Klöpffer, W.; Grahl, B.: Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. 1 Auflage, Weinheim, 2009, S. 82-83.

Zur Bewertung der fossil biogenen Energieträger steht entweder der Heizwert oder der Brennwert zur Verfügung, denen die Verbrennung von Kohlenwasserstoffen mit Sauerstoff zu Grunde liegt ( $C_nH_m + (n+m/4) O_2 \rightarrow n CO_2 + m/2 H_2O + \text{Etherm}$ ). Der Energieinhalt fossil mineralischer Energieträger kann über den Massenverlust der Umwandlung ( $E = m c^2$ ) bewertet werden.<sup>530</sup>

Unter erneuerbare Energien werden die Primärenergien verstanden, die als unerschöpflich gelten. Sie werden laufend aus den Energiequellen Erdwärme, Solarenergie und Planetengravitation und -bewegung gespeist. Durch Umwandlung innerhalb der Erdatmosphäre ergeben sich weitere Energieträger, die z.B. als Geothermie, Windkraft, Wasserkraft und Photolyse zur Generierung von thermischer, chemischer, mechanischer und elektrischer Energie genutzt werden können.<sup>531</sup>

## 3.2 Die Bestimmung des Primärenergieaufwands

Die Bestimmung des Primärenergieinhalts von Produkten basiert auf der Stoff- und Energiebuchhaltung und wird mit standardisierten Methoden aus Sachbilanzen ermittelt.<sup>532</sup> Die Sachbilanz ist Teil der Ökobilanz, die eine umfangreiche Analyse eines Produktsystems z.B. nach DIN EN ISO 14040 darstellt. Ein Produktsystem ist eine Zusammenstellung von Prozessmodulen mit Elementar- und Produktflüssen, das den Lebensweg eines Produktes (vom Rohstoffabbau bis zur Entsorgung) modellieren. Produktsysteme sind offen und können mit der Umwelt Stoff- und Energieflüsse austauschen und erfordern daher die Definition von Systemgrenzen.<sup>533</sup> Diese legen fest, welche Prozesse in das System einbezogen werden. Die Sachbilanz ist die Stoff- und Energiebuchhaltung der Prozessmodule dieses Systems. Die Verknüpfung aller Module drückt die Beziehung des Produktes zu seiner Umwelt aus und besitzt den Charakter eines Inventars.<sup>534</sup> Grundsätzlich ergeben sich bei der Buchhaltung von Stoff- und Energieströmen Probleme der Zuordnung, Bewertung, Amortisation und Erfassung, die einheitlich, zweckmäßig und logisch gelöst werden müssen.<sup>535</sup> Die Ermittlung des Primärenergieaufwands von Produkten wird in den Methoden der DIN EN ISO 14040, der VDI-Richtlinie 4600 und der DIN EN 15804 beschrieben.

### 3.2.1 Die Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040

1984 wird der Begriff Ökobilanzierung bzw. Life Cycle Assessment zum ersten Mal in einer Studie des schweizerischen Bundesamtes für Umweltschutz (BUS) zum Vergleich von Produkten verschiedener Packstoffe und Verpackungsarten genannt.<sup>536</sup> Die Methodik der DIN EN ISO 14040 hat grundsätzlich einen unverbindlichen Charakter. Die Norm beschreibt das Vorgehen bei der Stoff- und Energiebilanzierung (Life Cycle Inventories) von Systemen und trägt lediglich zur Begriffsklärung bei. In der DIN EN ISO 14040 wird die Ökobilanz definiert als Methode zur Abschätzung der mit einem Produkt verbundenen Umweltaspekte und der produktspezifischen, potentiellen Umweltwirkungen im Verlauf des Lebensweges eines Produktes von der

---

530 Vgl. Klöpffer, W.; Grahl, B.: Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. 1 Auflage, Weinheim, 2009, S. 82-83.  
531 Vgl. Kaltschmitt, M.; Streicher, W.; Wiese, A.: Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Auflage, Berlin Heidelberg, 2013, S. 2-3.

532 Vgl. Klöpffer, W.; Crahl, B.: Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. 1 Auflage, Weinheim, 2009. S. 81-83.

533 Vgl. Klöpffer, W.; Crahl, B.: Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. 1 Auflage, Weinheim, 2009. S. 85-83.

534 Vgl. Klöpffer, W.; Crahl, B.: Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. 1 Auflage, Weinheim, 2009. S. 82-83.

535 Vgl. Kasser, Ueli: SIA Effizienzpfad Energie, Statusbericht Graue Energie, 2004, S. 11.

536 Vgl. Bundesamt für Umweltschutz: Ökobilanzen von Packstoffen. Zusammenfassender Übersichtsbericht. Bern, 1984. S. 8.

Rohstoffgewinnung, über Produktion, Anwendung bis zur Beseitigung.<sup>537 538</sup> Abbildung 3-2 zeigt eine systematische Darstellung der möglichen Vorgehensweisen zur Bestimmung verschiedenster Umweltwirkungen, wie etwa dem Treibhausgaspotential oder dem Verbrauch von Primärenergie. Diesbezüglich wird bereits angesprochen, dass z.B. bei der Allokation von Stoffen Mehrdeutigkeiten auftreten können.<sup>539</sup>

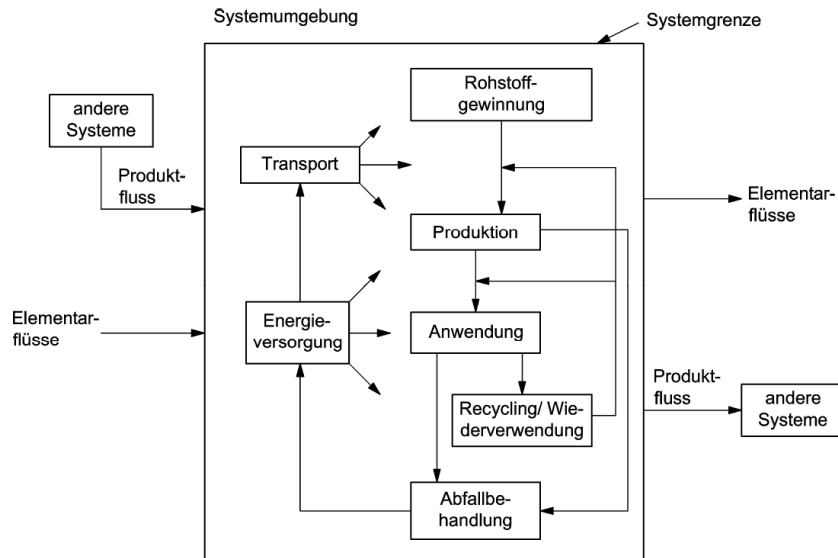


Abbildung 3-2: Beispielhafte Darstellung zur Festlegung von Systemgrenzen nach DIN EN ISO 14040.<sup>540</sup>

### 3.2.2 Der kumulierte Energieaufwand nach VDI-Richtlinie 4600

Mitte der Neunzigerjahre hat der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) den Versuch unternommen, das Vorgehen bei der Berechnung des kumulierten Primärenergieaufwands von Produkten zu standardisieren. Der kumulierte Energieaufwand (KEA) gibt die Gesamtheit des Primärenergieverbrauchs an, der durch Herstellung (KEA<sub>H</sub>), Nutzung (KEA<sub>N</sub>) und Beseitigung (KEA<sub>E</sub>) eines ökonomischen Gutes (Produkt oder Dienstleistung) entsteht, vgl. Abbildung 3-3. Ähnlich wie bei der Ökobilanzierung liegt diesem Konzept, eine Zuweisung von Stoff- und Energieströmen zu Prozessen zugrunde, das in seiner Vernetzung Prozessketten und zusammengesetzt eine Baumstruktur bildet, die als Material- bzw. Energiestammbaum bezeichnet wird.<sup>541</sup> Der KEA<sub>H</sub> ergibt sich aus der Summe der primärenergetisch bewerteten Energieaufwendungen für die Herstellung des Produkts selbst und deren Fertigungs-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie Betriebsmittel. Dabei werden jeweils die Gewinnung, Verarbeitung und Entsorgung sowie Transportleistungen in der Herstellung berücksichtigt. Der KEA<sub>N</sub> beinhaltet Energieaufwendungen, die für den Betrieb oder die Nutzung eines Gegenstandes oder einer Dienstleistung anfallen. Hierbei werden zusätzlich Aufwendungen (Herstellung und Entsorgung) von Ersatzteilen, Hilfs- und Betriebsstoffen und Betriebsmitteln, die für den Betrieb und die Wartung entstehen sowie anfallende Transporte in der Nutzungsphase einbezogen. Der KEA<sub>E</sub> ist

537 Vgl. Bundesamt für Umweltschutz: Ökobilanzen von Packstoffen. Bern, April 1984. S. 8.

538 Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN ISO 14040: Umweltmanagement, Ökobilanz, Grundsätze und Rahmenbedingungen. 2009-11(D). S. 23.

539 Vgl. Bundesamt für Umweltschutz: Ökobilanzen von Packstoffen. Bern, April 1984. S. 8-9.

540 Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN ISO 14040: Umweltmanagement, Ökobilanz, Grundsätze und Rahmenbedingungen. 2009-11(D). S. 23.

541 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure: VDI Richtlinie 4600: Kumulierter Energieaufwand (KEA). 1. Auflage, Berlin, 2012, S. 6-7.

die Summe der primärenergetischen Energieaufwendungen, die durch endgültiges Ausschließen aus dem Nutzungskreislauf in Form von Entsorgung entstehen. Für die dabei benötigten Herstellungs- und Entsorgungsaufwendungen sollen Hilfs-, Betriebsstoffe und Transporte der Entsorgung berücksichtigt werden.<sup>542</sup> Es ist festzustellen, dass in der VDI-Richtlinie 4600 keine konkreten Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der vorgeschlagenen Verfahrensschritte erarbeitet wurden, vgl. Abbildung 3-3.

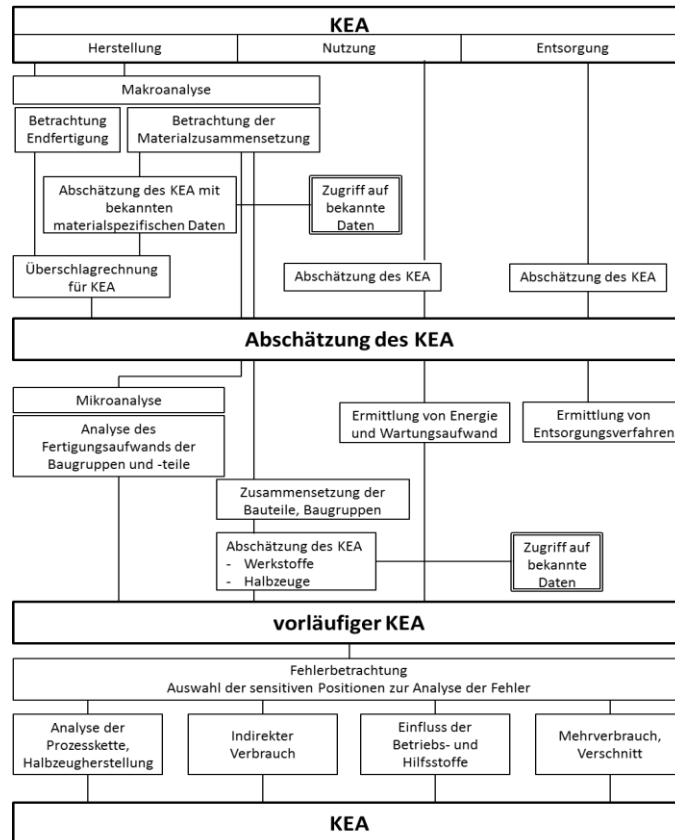


Abbildung 3-3: Verfahrensschritte der energetischen Analyse nach VDI-Richtlinie 4600.<sup>543</sup>

KASSER führt 2004 hierzu aus, dass die Formulierungen einen zu großen Ermessensspielraum bei der Festlegung der Systemgrenzen und der Zuordnungen lassen. Es wird empfohlen, viele offene Fragen situativ zu entscheiden.<sup>544</sup> Die Berechnung des Primärenergieaufwands von Produkten soll nach einheitlichen Grundsätzen und auf der Basis von vergleichbarem Datenmaterial erfolgen.<sup>545</sup>

### 3.2.3 Grundregeln für Umweltproduktdeklarationen nach DIN EN 15804

Die DIN EN 15804 stellt zur Schaffung von Transparenz und Vergleichbarkeit Regeln für Umweltproduktdeklarationen der Kategorie Bauprodukte auf Grundlage der beschriebenen Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040/44 auf.<sup>546</sup> Umweltproduktdeklarationen (engl. Environmental

<sup>542</sup> Vgl. VDI Richtlinie 4600: Kumulierter Energieaufwand (KEA).1. Auflage, Berlin, 2012, S. 6-7.

<sup>543</sup> Vgl. VDI Richtlinie 4600: Kumulierter Energieaufwand (KEA).1. Auflage, Berlin, 2012, S. 6-7.

<sup>544</sup> Vgl. Kasser U.: SIA Effizienzpfad Energie, Statusbericht Graue Energie, 2004, S. 13.

<sup>545</sup> Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032 – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden, 2020. Z. 1-2.

<sup>546</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklaration - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, Deutsche Fassung EN 15804:2012+A1:2013 91.010.99 (2014) 15804. Berlin.

Product Declaration, kurz EPD) sind hersteller- oder produktspezifische Daten, die eine standardisierte, international anerkannte Erklärung für die Umweltauswirkungen eines Produkts (vgl. DIN EN 15804, DIN 14025, DIN ISO 21930) liefern, und von unabhängigen Dritten verifiziert wurden.<sup>547 548</sup>

In der DIN EN 15804 wird die Zuordnung des nicht erneuerbaren Primärenergieaufwandes (PENRT) zu den Prozessen (Modulen) im Lebenszyklus eines Gebäudes gefordert. Der vollständige Bilanzrahmen beinhaltet die Lebenszyklusmodule A1 bis D, vgl. Abbildung 3-4. Die Module A1-A3 beschreiben die Herstellungsphase, die Module A4 und A5 die Errichtungsphase, die Module B1-B7 die Nutzungsphase, die Module C1-C4 die Phasen der Entsorgung. Das Modul D steht für das Recycling-, Rückgewinnungs- oder Wiederverwendungspotential der Materialien und fließt in den nächsten Lebenszyklus mit ein.<sup>549</sup> Das normative Verfahren zur Erstellung von EPDs sieht nur eine Ausweisung der Bilanzgrenzen A1-A3 verpflichtend vor, welches lediglich einer Bilanzierung vom Rohstoffabbau bis zur Herstellung entspricht.

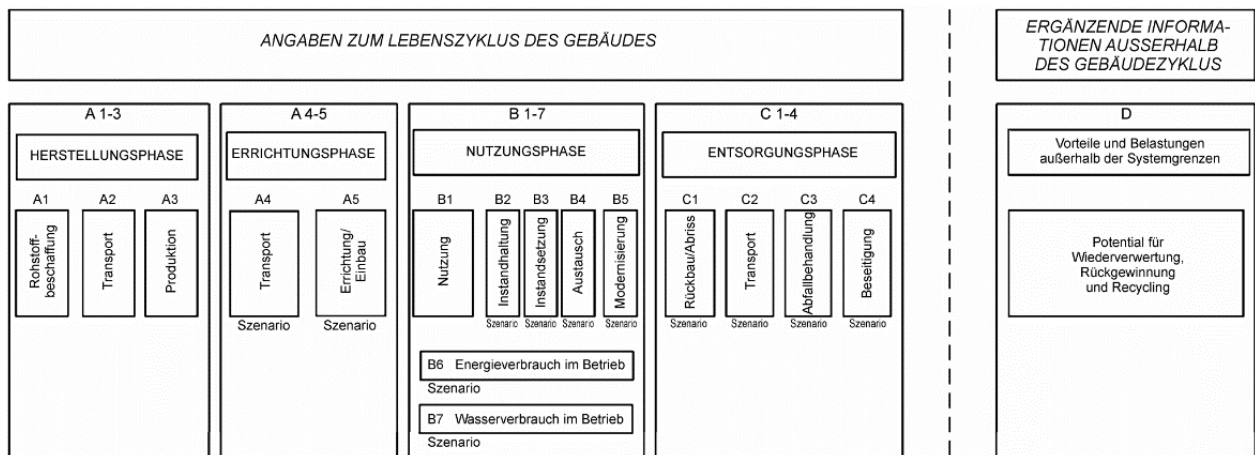


Abbildung 3-4: Lebenswegmodule gemäß DIN EN 15804.<sup>550</sup>

Die Herstellungsphase (A1-3) umfasst die Stoff- und Energieflüsse, welche für die Herstellung von Baustoffen oder Bauteilen erforderlich sind, inklusive aller vorgelagerten Prozesse, vom Rohstoffabbau bzw. dem Rezyklieren über Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse, und aller erforderlichen Transporte und Hilfsmittel. Die Errichtungsphase (A4-5) umfasst die Stoff- und Energieflüsse, welche für die Transporte von Bauteilen auf die Baustelle, die Errichtung von Gebäuden oder Gebäudeteilen und den Einbau von Bauteilen erforderlich sind. Die Entsorgungsphase (C1-4) umfasst den Rückbau eines Gebäudes bzw. eines Gebäudeteils und die Entsorgung der Bauteile und Baustoffe, d. h. die Trennung und Aufbereitung von Bauteilen und Baustoffen zu stofflich wiederverwertbaren, verbrennbaren oder deponiefähigen Baustoffen oder Baustoffgemischen (Fraktionen) inklusive der Verbrennungs- und Ablagerungsprozesse und

547 Vgl. Klöpffer, W.; Grahl, B.: Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. 1. Nachdruck, Weinheim, 2011, S. 133.

548 Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU): Internetquelle, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/bauprodukte/umweltdeklaration-von-bauprodukten#textpart-3>, Aufruf am 07.07.2019.

549 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklaration - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, Deutsche Fassung EN 15804:2012+A1:2013 91.010.99, 15804. Berlin.

550 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklaration - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, Deutsche Fassung EN 15804:2012+A1:2013 91.010.99, 15804. Berlin.

Transporte. Das Rezyklieren ist nicht Teil der Entsorgung, sondern Teil der Herstellung von Baustoffen.<sup>551</sup>

### 3.3 Die Graue Energie

Der Begriff Graue Energie kommt ursprünglich aus der Schweiz und wird hauptsächlich im deutschsprachigen Raum verwendet.<sup>552 553</sup> Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA) hat sich im Jahr 2006 zum ersten Mal mit dem kumulierten Primärenergieverbrauch der Gebäudesubstanz, der Grauen Energie, engl. „cumulative energy demand“ oder „embodied energy“, befasst und deren Bedeutung neben der Betriebsenergie erkannt.<sup>554</sup> Die Graue Energie stellt dabei die kumulierte, nicht erneuerbare Primärenergie für den Bereich der „Erstellung“ dar und ist damit eindeutig vom Primärenergieaufwand für den Betrieb (z.B. Raumwärme) abzugrenzen, vgl. Abbildung 3-5.<sup>555</sup>

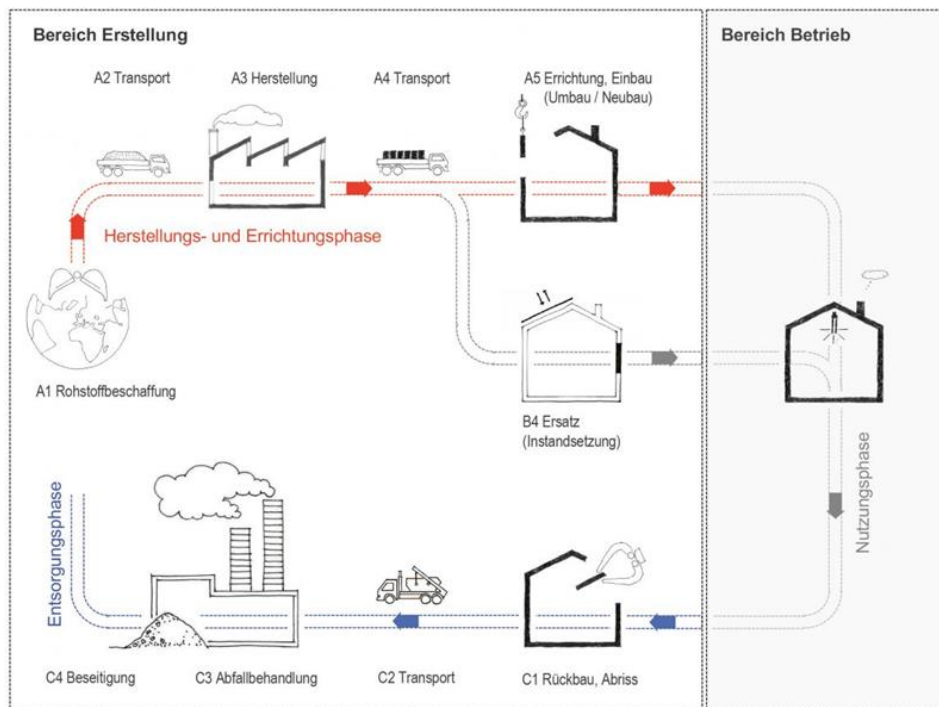


Abbildung 3-5: Erstellung und Betrieb im Lebenszyklus von Gebäuden gemäß SIA 2032:2020.<sup>556</sup>

Die Begrifflichkeiten wurden im Rahmen einer Revision des Merkblatts 2032 im Jahr 2020 zur Vereinheitlichung von Standards an jene des europäischen Normenwesens angeglichen, insbesondere an die vorher beschriebene DIN EN 15804, auf welche referenziert wird. Die Graue Energie umfasst nach SIA den kumulierten Aufwand an nicht erneuerbarer Primärenergie von der Rohstoffbereitstellung bis zur Gebäudeerrichtung (A1-A5), für den Bauteilersatz (B4) sowie

551 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 3.  
 552 Vgl. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München: Graue Energie von Einfamilienhäusern in Niedrigenergie-Gebäudestandard. Forschungsbericht, München, 2019, S. 3-4.  
 553 Vgl. Reiser, M.: Verbrauch von Grauer Energie in den Bauteilen der KG 300 + 400. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der TU München, 2016, S. 55.  
 554 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 1.  
 555 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 2.  
 556 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 2.



für den Gebäuderückbau bzw. die -entsorgung (C1-C4) nach den Lebenszyklusphasen der DIN EN 15804.<sup>557</sup>

### 3.3.1 Die Berechnung der Grauen Energie von Gebäuden nach SIA-Merkblatt 2032

Ein Gebäude oder Gebäudeteil wird als Konglomerat von Bauteilen verstanden. Diese wiederum sind aus unterschiedlichen Baustoffen zusammengesetzt. Die Bilanzierung eines Bauteils umfasst alle eingesetzten Baustoffe, sowie alle Stoff- und Energieströme für die Fügung und Verarbeitung. Folgende Bauteile nach Baukostenplan Hochbau eBKP-H der Schweiz werden im SIA Merkblatt 2032 unterschieden. In Bezug auf die Bauteilmengen werden Gebäudeform, -größe und Bauweise als Einflussgrößen genannt.<sup>558</sup> Für die aufgeführten Bauteile werden Kennwerte für die nicht erneuerbare Primärenergie für Herstellung und Entsorgung angegeben. Eine Methodik zur spezifischen Ermittlung der Bauteilmengen zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung wird nicht vorgeschlagen. Nach SIA umfasst die Ökobilanz eines Gebäudes die Bauteile nach Abbildung 3-6.

B06.01 Aushub	D01 Elektroanlage inkl. Photovoltaikanlagen
B06.04 Baugrubenabschluss Schlitz-, Spund- oder Rühlwände	D05 Wärmetechnische Anlage inkl. Solarthermieanlagen und Erdsonden
B07.02 Pfählung	D07 Lufttechnische Anlage
C01 Fundament, Bodenplatte	D08 Wassertechnische Anlage
C02.01 (A) Außenwandkonstruktion (unter Terrain)	E01 Äußere Wandbekleidung unter Terrain
C02.01 (B) Außenwandkonstruktion (über Terrain)	E02 Äußere Wandbekleidung über Terrain inkl. Bekleidung Untersicht
C02.02 Innenwandkonstruktion	E03 Element in Außenwand Fenster, Türen, Tore, Sonnenschutz
C03 Stützenkonstruktion	F01.01 Dachabdichtung unter Terrain
C04.01 Geschossdecke	F01.02 Bedachung Flachdach ohne An- und Abschlüsse
C04.04 Konstruktion Flachdach	F01.03 Bedachung geneigtes Dach
C04.05 Konstruktion geneigtes Dach	G01 Trennwand, Innentür, Innentor, inkl. Innenfenster
C04.08 Außen liegende Konstruktion, Vordach	G02 Bodenbelag
	G03 Wandbekleidung
	G04 Deckenbekleidung

Abbildung 3-6: Bauteile der Bilanzierung nach SIA 2032:2020.<sup>559</sup>

Die Bilanzierung eines Gebäudes oder Gebäudeteils im Bereich Erstellung umfasst alle während des Betrachtungszeitraums zugeführten (Herstellung) oder abgeführten (Entsorgung) Bauteile (inkl. Ersatz B4) bzw. deren Stoff- und Energieströme. Folgende Leistungen und Elemente werden nicht mitbilanziert, obwohl deren Umweltauswirkungen bedeutend sein können:

- Gütertransporte vom Materiallager auf die Baustelle.
- Die Energie für den Gebrauch von Maschinen, die Beleuchtung, das Heizen, das Austrocknen von Räumen und das Auspumpen von Baugruben.
- Verpackungen und Materialverschnitt.
- Lineare Elemente am Rand von Bauteilen, wie Dachrinnen, Fensterzargen

Es ergeben sich somit die mit (x) vom Grundsatz in die Graue Energie mit einzubeziehenden Bereiche A4 und A5, die jedoch im Rahmen des Merkblatt 2032 z.B. infolge

<sup>557</sup> Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020, Z. 2.  
<sup>558</sup> Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020, Z. 3.  
<sup>559</sup> Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020, Z. 3.

Zuordnungsproblemen eingeklammert werden, vgl. Abbildung 3-7.<sup>560</sup> Dies lässt sich durch entstehende Zuordnungsprobleme der nicht erneuerbaren Primärenergie für A4, A5 erklären. Diese Problematik wird von den variierenden Bedingungen der Produktionsplanung der Baustelle und Lieferlogistik generiert und hängt damit u.a. vom Bau-Soll sowie von Ort und Zeit ab.<sup>561</sup> Beispielsweise wäre der Anteil der nicht erneuerbaren Primärenergie für die erforderlichen Kräne entsprechend auf betroffene Bauteile umzulegen oder der Transport ab dem Werkstor bis zur Baustelle in Abhängigkeit der vorliegenden Transportbedingungen zu erfassen. Dem Grunde nach trifft der beschriebene Sachverhalt auch auf Rückbau, Abriss und den Transport von der Baustelle zur Entsorgung (C1 und C2) zu. Modelle zur hinreichend genauen Prognose der A4, A5, C1 und C2 eines Bauteils unter realitätsnahen Bedingungen liegen zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung nicht vor. Beispielsweise bilden hierzu die vom SIA Merkblatt angeführte Standardtransportdistanzen für ein Produkte mit je einem Transportmittel (z.B. LKW) den Logistikprozess nicht adäquat ab.

Phasen gemäss SN EN 15804	Herstellungsphase			Nutzungsphase							Entsorgungsphase						
	Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Errichtung, Einbau		Instandhaltung		Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Betrieblicher Energieeinsatz	Betrieblicher Wassereinsatz	Rückbau, Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Beseitigung
					A4	A5	B1	B2									
Bereich Erstellung gemäss SIA 2032	x	x	x	(x)	(x)					x				x	x	x	x

Abbildung 3-7: Bilanzgrenzen der Ökobilanzierung von Gebäuden nach SIA-Merkblatt 2032:2020.<sup>562</sup>

Bei der Berechnung der Grauen Energie wird der Aufwand in der Herstellungs- und Entsorgungsphase aller Bauteile eines Gebäudes kumuliert und zum Zeitpunkt des Einbaus in die Berechnung aufgenommen. Anschließend werden alle Aufwendungen der Grauen Energie aufsummiert, die bis zum Ende des Betrachtungszeitraums infolge Errichtung und Instandsetzung (Bauteilersatz) anfallen. Der Ersatz (B4) bezieht sich auf Bauteile, die während des Betrachtungszeitraums ersetzt werden müssen, weil deren Nutzungsdauer abgelaufen ist. Als Nutzungsdauer versteht man die effektiv zu erwartende Periode zwischen Inbetriebnahme und Ersatz. Sie ist nach der Norm SIA 480 begrenzt durch die technische Lebensdauer, den Ersatz aufgrund veränderter Bedürfnisse (Komfort, Ästhetik, neue Nutzung usw.) oder verbesserter Ausführungen (größere Leistungsfähigkeit, bessere Energiebilanz usw.).<sup>563</sup> Die systemische Abhängigkeit von Bauteilen untereinander in Konstruktionen, die systematische Instandhaltung sowie der stärker frequentierte Ersatz von Gebäudetechnikbauteilen werden als mögliche Einflüsse auf die Nutzungsdauer genannt. Der Gebäudelebenszyklus ist gem. SIA von vielfältigen Faktoren abhängig und wird auf maximal 60 Jahre beschränkt.<sup>564</sup>

560 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 3.

561 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 3.

562 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 2.

563 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 3.

564 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032, Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. 2020. Z. 4.

### 3.3.2 Die Ermittlung der Graue Energie auf Basis der Methodik von Standardraumstrukturen

Mit der Methodik der Standardraumstrukturen ist die Prognose der Grauen Energie auf Bauteilebene für die Herstellung, Instandsetzung und Entsorgung einer Immobilie über die Gesamtnutzungsdauer bereits zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung möglich. Jedem Bauteil in einem Standardraum ist dabei ein Kennwert für die Graue Energie und die Lebensdauer zuzuordnen. Die Graue Energie zum Ende der Gesamtnutzungsdauer bestimmt sich aus der Summe der erforderlichen Grauen Energie für die Errichtung (Herstellung und Entsorgung) und den Bauteilersatz aller Bauteile  $i$ , vgl. Formel 3-1.<sup>565</sup> Die Graue Energie ( $GE$ ) für ein Bauteil zum Zeitpunkt der Errichtung errechnet sich aus der erforderlichen Grauen Energie für Herstellung und Entsorgung der einzelnen Bauteile multipliziert mit der jeweiligen Menge ( $Q$ ). Die Graue Energie für die Instandsetzung eines Bauteils ergibt sich in gleicher Weise unter Berücksichtigung des ganzzahlig abgerundeten Quotienten aus der Zeit  $t$  und der technischen Lebensdauer  $LD$ . Die Graue Energie eines Gebäudes folgt aus der Summe der Grauen Energie aller erforderlichen Bauteile.<sup>566 567 568</sup>

$$\underbrace{GE(t)}_{\text{Graue Energie (GE) Gebäudes}} = \underbrace{\sum_{i=1}^n GE_i * Q_i}_{\text{Errichtung}} + \underbrace{\sum_{i=1}^n GE_i * Q_i * \left\lfloor \frac{t_i}{LD_i} \right\rfloor}_{\text{Bauteilersatz}}$$

Formel 3-1: Die Berechnung der Graue Energie von einem Gebäude auf Basis von Standardräumen.<sup>569</sup>

ZIMMERMANN UND REISER konnten 2020 aufbauend auf der Methodik von KORNBLUM zeigen, dass die Graue Energie einer Immobilie durch den Ausstattungsstandard beeinflusst wird. Der Ausstattungsstandard, der z.B. mit der Sachwertrichtlinie definiert werden kann, spezifiziert Bauteile in Bezug auf das Material, das die Graue Energie für Herstellung und Entsorgung im wesentlich definiert und daher nicht zu vernachlässigen ist.<sup>570</sup>

### 3.4 Kennwerte für die Graue Energie von Bauteilen

In den letzten 30 Jahren wurde vielfach Maßzahlen für den Verbrauch von Grauer Energie der wesentlichsten Baustoffe, Bauteile oder ganzer Elemente von Gebäuden publiziert. Tabelle 3-1

565 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation an der Technische Universität München, München, 2017.

566 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation an der Technische Universität München, München, 2017.

567 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Hrsg. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020.

568 Vgl. Reiser, Maximilian: Verbrauch von Grauer Energie in den Bauteilen der KG 300 + 400. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der TU München, 2016.

569 Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation an der Technische Universität München, München, 2017, S. 164.

570 Vgl. Zimmermann, J.; Reiser M.: Graue Energie von Gebäuden. Hrsg. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020.

zeigt Veröffentlichungen zu Maßzahlen für den Verbrauch nicht erneuerbarer Primärenergie von Baustoffen- und Bauteilen von Gebäuden. Vor dem Hintergrund, dass für die Ermittlung des Primärenergieaufwands von Produkten unzureichend verpflichtende Standards vorliegen und die zur Verfügung stehenden Kennwerte in signifikanten Teilen intransparente Berechnungsgrundlagen oder teils Sicherheitsbeiwerte aufweisen, sind die Kennwerte der Literatur in ihrer Belastbarkeit eingeschränkt einzustufen<sup>571</sup>. Lediglich für Umweltproduktdeklarationen gilt die DIN EN 15804 verpflichtend. Eine Wertung einzelner Kennwerte ist vor diesem Hintergrund nicht sinnvoll. Im Hinblick auf weitere Verwendung wird dabei auf die aktuellen Quellen der Ökobaudat und der KBOB im Folgenden eingegangen. Für weitere Ausführungen zu den übrigen Titeln wird auf die Arbeiten von REISER<sup>572</sup> und KORNBLUM<sup>573</sup> verwiesen.

Ersterscheinung/Auflage	Verfasser	Titel
1998	Büro für Umweltchemie, Zürich	Graue Energie von Baustoffen
1999	Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München	Ganzheitliche Bilanzierung von Grundstoffen und Halbzeugen
2004	EMPA, Zürich	Graue Energie von Bauprodukten aus Aluminium
2010/2020	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich	SIA-Merkblatt 2032
2011	Bundesamt für Energie (BFE), Schweizerische Eidgenossenschaft, Bern	Graue Energie von Sanitär- und Elektroanlagen
2009/2014/2016/2021	KBOB, Zürich	Ökobilanzdaten im Baubereich
2011/2013/2015/2016/2017/2019/2021	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Berlin	Ökobaudat

**Tabelle 3-1: Veröffentlichungen von Kennwerten zum kumulierten, nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von Baustoffen und Bauteilen.**

### 3.4.1 Die Ökobaudat 2021

Die Ökobaudat stellt eine deutsche Datenbank für die Bestimmung globaler ökologischer Wirkungen von Baustoffen und Bauteilen dar. Die Ökobaudat wurde im Laufe der letzten Jahre mehrmals erweitert und aktualisiert und ist öffentlich zugänglich sowie zum Download auf dem Informationsportal „Nachhaltiges Baues“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau, und Stadtentwicklung (BMVBS) verfügbar.<sup>574</sup> Die Methodik der Datenerarbeitung basiert auf der DIN EN15804 und der DIN EN ISO 14040.<sup>575</sup> Für die Ermittlung der Ökobilanz-Daten für Produkte geht die Ökobaudat auf die folgende Weise vor:

571 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation an der Technische Universität München, München, 2017.

572 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation an der Technische Universität München, München, 2017.

573 Vgl. Reiser, Maximilian: Verbrauch von Grauer Energie in den Bauteilen der KG 300 + 400. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der TU München, 2016, S. 145-152.

574 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 27-28.

575 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 27-28.

- 1.) Generierung des Produktmodells, welches „alle Stoff- und Energieströme aus und in das betrachtete System aus Ökobilanzdaten der Vorprodukte, Energieträger etc. zusammenführt“<sup>576</sup>, mit der dazugehörigen „Beschreibung von Systemgrenzdefinitionen, Abschneidekriterien von Prozessen und Verteilungsregeln von Umweltaspekten (beispielweise Energieverbrauch) auf die Produktion (Allokation)“<sup>577</sup>.
- 2.) Bei der Aggregation der Daten zur Sachbilanz werden alle „in das Modell einfließenden Ressourcenflüsse aus der Umwelt und alle Emissionen in Luft, Wasser und Boden („Elementflüsse“) zu einer umfangreichen Liste“<sup>578</sup> aufgereiht.
- 3.) Die Umweltwirkungsindikatoren wie etwa der kumulierte, nicht erneuerbare Primärenergieverbrauch werden mit den jeweiligen Charakterisierungsfaktoren für Elementflüsse berechnet.<sup>579</sup>

Bei alle Datensätzen wird eine Dokumentation von Qualitätskriterien wie Vollständigkeit, Konsistenz, Umfang der Erfassung, Genauigkeit, Dokumentation der Repräsentativität (technologisch, zeitlich und geographisch), Dokumentation der Quellen, Plausibilität, Exaktheit, und Unsicherheit durchgeführt.<sup>580</sup> Die Datensätze der Ökobaudat weisen eine Repräsentativität für Deutschland, einen zeitlichen Stand 2021 auf und werden den Lebenszyklusphasen der DIN EN 15804 A bis D zugeordnet.<sup>581</sup> Abbildung 3-8 verdeutlicht die Lebenswegmodule, die in der Ökobaudat potentiell vorhanden sind. Die Module A1-A3 werden dabei aggregiert ausgewiesen. Die Analyse der Kennwerte zeigt, dass die Anteile A4, A5 und C1 und C2 nicht ausreichend vorliegen. Nur die Anteile A1-3 und C3-4 liegen für einen Großteil der relevanten Bauteile vor.

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
X (agg.)			X	X						X			X*	X	X	X

Abbildung 3-8: Lebenswegmodule der Datensätze in der Ökobaudat gemäß DIN EN 15804.<sup>582</sup>

576 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 27.  
 577 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 27.  
 578 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 27.  
 579 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 27.  
 580 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 20.  
 581 Vgl. PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 32.  
 582 PE International: Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21, 2013, S. 49.

### 3.4.2 Die Ökobilanzdaten im Baubereich 2021 der KBOB

Die Liste der Ökobilanzdaten im Baubereich wird von der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren der Schweiz (KBOB) herausgegeben und regelmäßig aktualisiert. Erhebungsgrundlagen basieren auf dem bereits vorgestellten SIA Merkblatt 2032. Die Graue Energie wird einerseits durch den kumulierten Primärenergieaufwand und andererseits durch den kumulierten, nicht erneuerbaren Primärenergieaufwand von Rohstoffabbau bis zur Entsorgung ermittelt, jedoch ohne den Betrieb.<sup>583</sup> Die Werte werden intransparent, aggregiert für Herstellung und Entsorgung angegeben, welche den Systemgrenzen (C3-4) und (A1-3) nach DIN EN 15804 entsprechen. Sie beinhalten nicht den Einbau und den Transport auf der Baustelle (A4-5) sowie den Ausbau und den Transport von der Baustelle zum Entsorgungsort (C1-2) nach DIN EN 15804. Die Datensätze weisen eine Repräsentativität für die Schweiz mit Stand 2021 auf. Aufgenommene Daten müssen zuvor durch eine Fachgruppe verifiziert und validiert werden. Damit soll sichergestellt werden, dass die Daten denselben methodischen Vorgaben entsprechen. Als Bewertungsgrundlage der Datensätze gelten die ecoinvent Qualitätsrichtlinien v.2.2.<sup>584</sup>

Folgende Aspekte werden in den Stoff- und Energiebilanzen berücksichtigt<sup>585</sup>:

- Jahresproduktion
- Energieaufwand (detailliert nach Energieträger und, falls zutreffend, mit Angabe des eingesetzten Strom Mix)
- Rohstoff-Inputs (ohne Vernachlässigung geringer Anteile mittels Abschneidekriterium), inklusive Verpackungsmaterial und Transportgebinde (anteilig)
- Eingesetzte Betriebsstoffe wie Prozessgase, Schmierstoffe, Druckluft etc.
- Zulieferlogistik und gegebenenfalls Auslieferung zu Baumärkten/ dezentralen Lagern
- Wasser-Input, unter Angabe der Wasser-Herkunft, Qualität und Verwendung
- Betriebsmittel (Grundstücksflächen mit Landnutzungsgarten, Gebäudeflächen und Stockwerken, Hallenflächen).

Regeln für die Ausweisung der kumulierten, nicht erneuerbaren Primärenergie<sup>586</sup>:

- Es sollen die Ergebnisse getrennt für Herstellung und Entsorgung ausgewiesen werden. Die Nutzungsphase ist nicht Bestandteil der Ergebnisse, da diese vom Einsatz im Gebäude abhängt.
- Es werden keine Gutschriften für gekoppelt hergestellte Produkte noch für recycelte Abfälle erteilt.
- Die Entsorgung soll durch eine heutige Entsorgungssituation widergespiegelt werden. Ist die Entsorgung unbekannt, so sollen Standard-Entsorgungswege benutzt werden.
- Sind Transportdistanzen nicht bekannt, so sollen Standard-Distanzen angewendet werden.

---

583 Vgl. Frischknecht, R.: Regeln für Ökobilanzdaten im Baubereich gemäß KBOB-Liste. Hrsg. KBOB, 2013. Internetquelle, S. 9.

584 Vgl. Frischknecht, R.: Regeln für Ökobilanzdaten im Baubereich gemäß KBOB-Liste. Hrsg. KBOB, 2013. Internetquelle, S. 9.

585 Vgl. Frischknecht, R.: Regeln für Ökobilanzdaten im Baubereich gemäß KBOB-Liste. Hrsg. KBOB, 2013. Internetquelle, S. 9.

586 Vgl. Frischknecht, R.: Regeln für Ökobilanzdaten im Baubereich gemäß KBOB-Liste. Hrsg. KBOB, 2013. Internetquelle, S. 9.

### 3.4.3 Resümees

Kennwerte für den nicht erneuerbaren Primärenergieinhalt von Produkten basieren auf Stoff- und Energiebuchhaltungen von vernetzten Systemen, sodass es erforderlich ist, die kumulierte, nicht erneuerbare Primärenergie gemäß derselben Logik bzw. denselben zugrunde gelegten Systemgrenzen zu ermitteln. Die DIN EN 15804 und das SIA-Merkblatt 2032 geben die notwendigen Systemgrenzen und eine sinnvolle Strukturierung zur Abgrenzung und zur Ausgabe der Grauen Energie vor. DIN 15804 und das SIA Merkblatt 2032 haben sich diesbezüglich angeglichen. Für die Graue Energie sind die Systemgrenzen der Lebenszyklusphasen A1-5 und C1-4 nach DIN 15804 erforderlich. Insbesondere Bauteilkennwerte für die Anteile der nicht erneuerbaren Primärenergie für die Lebenszyklusphasen A4 (Transport vom Herstellort auf die Baustelle), A5 (Einbau auf der Baustelle), C1 (Ausbau auf der Baustelle) und C2 (Transport von der Baustelle zum Entsorgungsort) liegen nicht vollständig, nicht transparent oder nicht vor. Diese Anteile variieren mit der individuellen Lage der Immobilie hinsichtlich Lieferlogistik, der jeweiligen Ein- und Ausbaumethode (z.B. Geräte, Handarbeit) und der zugrundeliegenden Produktionsplanung der Baustelle und deren Gewerke (z.B. Baustelleneinrichtung) und erfordern eine entsprechende Prognose zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung, vgl. Kapitel 3.3.1. Für Bauteile, deren Logistiksystem (z.B. Betonmischer) eindeutig ist, kann für die Bestimmung des Transportanteils der Grauen Energie (A4, C2) auf Basis einer Standardstrecke oder pro km Distanz und Transportgewicht ein Ansatz gefunden werden. Die Transparenz der Aggregation der einzelnen Lebenszyklusphasen zu ausgewiesenen Kennwerten spielt für die Anwendung eine entscheidende Rolle. Intransparente Nachweise für Erhebungsgrundlagen der Datenquellen aus Kapitel 3.4 z.B. subjektive Sicherheitsbeiwerte oder intransparente Anteile für standardisierte Transportdistanzen (z.B. nach SIA-Merkblatt 2032) führen zu einer eingeschränkten Belastbarkeit.

Neben dem Ortsbezug müssen die Daten der Grauen Energie auch für den Betrachtungszeitpunkt (z.B. infolge Energiemix) repräsentativ sein. Im Hinblick auf weitere Verwendung liegt der Ökobaudat eine Repräsentativität für Deutschland mit Stand 2021 zugrunde. Weiter weist sie die höchste Transparenz unter den beschriebenen Datenquellen hinsichtlich Erhebungsgrundlagen auf, bei der die Kennwerte je Lebenszyklusphase entsprechend DIN 15804 ausgewiesen werden. Eine laufende Aktualisierung, die Vervollständigung und Ausweitung der Bauteiledaten sind voranzutreiben.

## 4 Modellentwicklung

### 4.1 Methodik zur Modellentwicklung

Zur Modellentwicklung werden erforderliche Prozesse denklogisch deduktiv aus der Literatur bzw. dem Stand der Forschung, vgl. Kapitel 2 und 3, abgeleitet und standardisiert verknüpft, um ein allgemeines Verfahren zu generieren. Die Standardisierung beschreibt „die Vereinheitlichung bspw. eines Objektes oder eines Verfahrens“<sup>587</sup>. Das Gegenteil ist die Individualisierung.<sup>588</sup> Die Vereinheitlichung umfasst die „Fixierung bestimmter Eigenschaften und Eigenschaftsausprägungen [von Objekten bzw. Verfahren]“<sup>589</sup>.

Nach dem Stand der Forschung ist für die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung ein Abbild der geplanten Immobilie auf Bauteilebene erforderlich. Hierzu wird eine Objektstruktur auf Basis der Methodik der Standardraumstrukturen generiert, mit der sich die jeweiligen Bauteilmengen prognostizieren lassen und Kennwerte für Herstellungs- und Instandsetzungskosten, Graue Energie und technische Lebensdauer den Bauteilen zugeordnet werden können, vgl. Kapitel 4.2.

Die technische Lebensdauer von Bauteilen ist nach dem Stand der Forschung abhängig von der materiellen Abnutzung, die aus den vorliegenden Beanspruchungen und deren Intensität (Nutzungsintensität) folgt. Auf Basis der Methoden der Betriebsfestigkeitslehre wird ein Verfahren zur Bestimmung der Bauteillebensdauer für die vorliegenden Objektbedingungen in Bezug auf Beanspruchung und Nutzungsintensität entwickelt, vgl. Kapitel 4.3.

Mit der Kenntnis der genannten Bauteilparameter aus der Objektstruktur und der Gesamtnutzungsdauer lassen sich die Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie der Immobilie unter Berücksichtigung von Instandsetzungsstrategie und vorliegender Bauteilabhängigkeiten bestimmen. Hierzu wird ein Verfahren entwickelt, das die Berechnung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie auf Bauteilebene und auf Ebene der Nutzungsart ermöglicht, vgl. Kapitel 4.4 und Kapitel 4.5.

### 4.2 Die Generierung der Objektstruktur

Nach Kapitel 2.2.5 ist zur standardisierten Abbildung eines Objekts auf Basis von Standardräumen eine hierarchische Datenbankstruktur, ausgehend vom Immobilientyp bis zum Bauteil, zu entwickeln, welche als Baumstruktur realisiert wird. Es ist die Kenntnis der einzelnen Flächennutzungen, der Menge der Räume und deren Geometrie sowie des Standards der Ausstattung Voraussetzung. Zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie ist weiter die Eingabe einer Gesamtnutzungsdauer (GND) der betrachteten Immobilie (vgl. Kapitel 2.4.1) in Jahren erforderlich.

---

587 Springer Fachmedien Wiesbaden (Hrsg.): Kompakt-Lexikon Wirtschaft. 12. Aufl. Wiesbaden, 2014, S. 519.

588 Vgl. Springer Fachmedien Wiesbaden (Hrsg.): Kompakt-Lexikon Wirtschaft. 12. Aufl. Wiesbaden, 2014, S. 519.

589 Hahn, D.; Laßmann, G.: Produktionswirtschaft – Controlling industrieller Produktion. 3. Aufl. Heidelberg, 1999, S. 258.



### 4.2.1 Immobilientyp

Nach Kapitel 2.1.1 kann der Immobilientyp anhand des Funktionsbetriebs festgelegt werden. Der rechtlich zulässige Funktionsbetrieb lässt sich durch die BauNVO (§§ 1-13) aus der „Art der baulichen Nutzung“ im Geltungsbereich eines Bebauungsplans (B-Plan) oder innerhalb eines im Zusammenhang bebauten Ortsteils ableiten. Im Rahmen der Bedeutung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten für die Wertermittlung stehen die direkt quantifizierbaren Funktionsbetriebe in dieser Arbeit im Fokus. Die Differenzierung des Modells soll dabei anhand der typischerweise in Städten vorkommenden Immobilientypen Wohnen und Büro, sowie den Betreiberimmobilien Hotel und Shoppingcenter (im Folgenden als „Shopping“ bezeichnet) erfolgen, vgl. Abbildung 4-1. Im Hinblick auf die Zielsetzung weisen die gewählten Immobilientypen unterschiedliche Nutzungsprozesse bzw. Nutzungsintensitäten auf.

Immobilientypen nach Erlösen aus Funktionsbetrieb		
Direkt quantifizierbarer Funktionsbetrieb	Nicht direkt quantifizierbarer Funktionsbetrieb	
Betriebswirtschaftlich messbar	Volkswirtschaftlich messbar	Immateriell
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wohnen</li> <li>- Büro</li> <li>- Logistik</li> <li>- Hotel / Gastronomie</li> <li>- Shoppingcenter</li> <li>- Produktionsgebäude</li> <li>- Kliniken</li> <li>- Pflegeheime</li> <li>- Kraftwerke</li> <li>Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Straßen</li> <li>- Öffentliche Verwaltung</li> <li>- Wasserstraßen</li> <li>- Flughäfen</li> <li>- Bahnhöfe</li> <li>- Schulen</li> <li>- Universitäten</li> <li>- Museen</li> <li>Etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Religiöse Einrichtungen</li> <li>- Denkmale</li> <li>- Selbstgenutzte Eigenheime</li> <li>Etc.</li> </ul>

Abbildung 4-1: Differenzierung der Objektstruktur anhand des Immobilientyps.<sup>590</sup>

Zur Entwicklung der baumartigen Objektstruktur zeigt Abbildung 4-2 die oberste Ebene für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping. Diese lässt sich jedoch beliebig gem. den oben dargestellten Funktionsbetrieben erweitern.

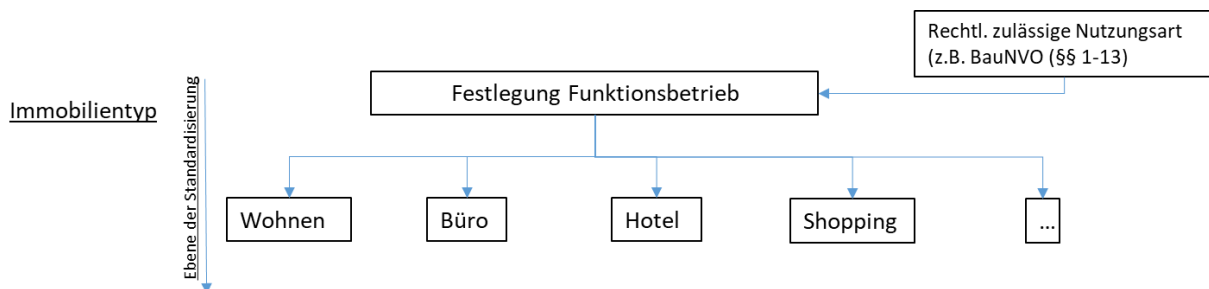


Abbildung 4-2: Allgemeine Objektstruktur unter Berücksichtigung des Immobilientyps.

590 Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

## 4.2.2 Gebäudetyp

Nach Kapitel 2.2.5 lässt sich die Kubatur des Gebäudes aus dem Maß der baulichen Nutzung durch die Grundflächenzahl, die Geschossflächenzahl und die Baumassenzahl sowie durch die Anzahl der Vollgeschosse oder die Höhe (z.B. EG-Fußbodenhöhe, Traufhöhe, Firsthöhe) des Bauwerks ableiten. Anhand der Kubatur der Immobilientypen können weiter verschiedene Gebäudetypen differenziert werden.<sup>591</sup> Mit der unterschiedlichen Kubatur von Gebäudetypen gehen insbesondere veränderte gesetzliche Anforderungen einher. Bspw. müssen Gebäude nach Art. 37 Abs. 4 BayBO erst ab einer Höhe von mehr als 13 m zwingend Aufzüge in ausreichender Zahl haben. Für kleinere Gebäude ist kein Aufzug vorgeschrieben.<sup>592</sup> Gebäudetypen werden durch die Gebäudeklassen nach Art. 2 Abs. 3 BayBO bzw. durch die Einordnung als Sonderbau nach Art. 2 Abs. 4 BayBO abgegrenzt.<sup>593</sup> Für die Kubatur des Gebäudes ist hauptsächlich die Gebäudehöhe nach Art. 2 Abs. 3 BayBO und die Fläche der einzelnen Nutzungseinheiten relevant. Für die Einordnung von Beherbergungsstätten als Sonderbau ist bspw. von Bedeutung, ob es im Gebäude mehr als zwölf Betten gibt. Der Gebäudetyp nimmt damit Einfluss auf die Objektstruktur im Modell hinsichtlich des Leistungsangebots an Funktionen sowie den technischen und gesetzlichen Anforderungen. Die zweite Ebene der Objektstruktur ergibt sich aus den Anforderungen der Gebäudeklassen 1-5 der BayBO, vgl. Abbildung 4-3.

Gebäudeklassen	Beschreibung gem. Art. 2 BayBo
1	freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m <sup>2</sup> und land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude
2	Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m <sup>2</sup>
3	sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m
4	Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m <sup>2</sup>
5	sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude.

Abbildung 4-3: Die Unterscheidung von Gebäudetypen anhand der Gebäudeklasse nach Art. 2 BayBO.<sup>594</sup>

Wird die Objektstruktur um die zweite Ebene des Gebäudetyps mit den Gebäudeklassen 1 bis 5 erweitert, ergibt sich Abbildung 4-4.

591 Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland, BMVBS-Online-Publikation 16/2011. 2011, S. 20.

592 Statistisches Bundesamt: Bautätigkeit und Wohnungen, Fachserie 5 Reihe 3, Wiesbaden, 2014, Stand 31.12.2013.

593 Art. 2 Abs. 3 BayBO.

594 Art. 2 Abs. 3 BayBO.

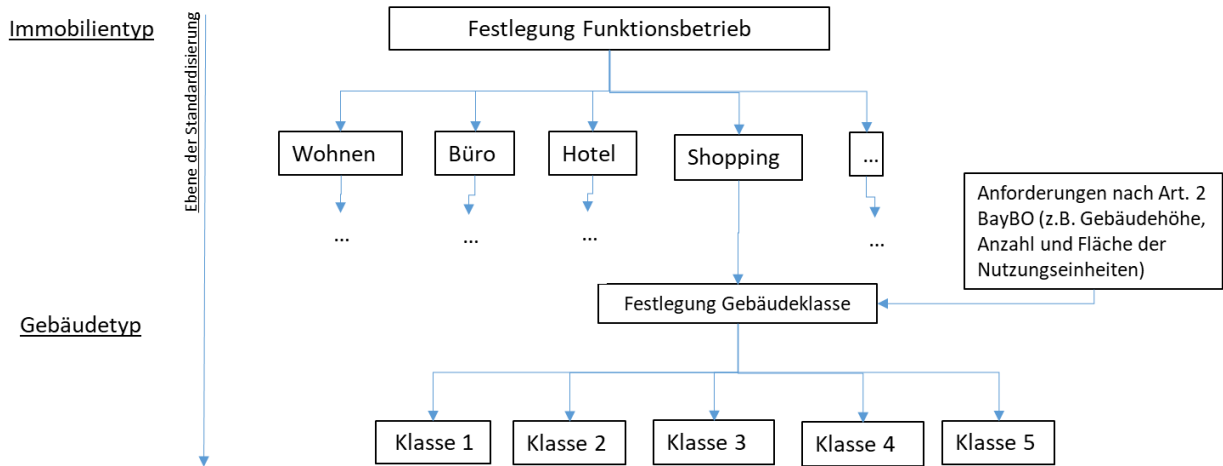


Abbildung 4-4: Allgemeine Objektstruktur unter Berücksichtigung des Gebäudetyps.

### 4.2.3 Ausstattungsstandard

Nach Kapitel 2.1.2 legt der Standard auf Grundlage der Nutzeranforderungen und einschlägiger gesetzlicher und technischer Richtlinien Anforderungen an die Immobilie und deren Bauteile fest. Es lassen sich verschiedene Niveaus von Ausstattungsstandards basierend auf den variierenden Anforderungen, die sich in einer unterschiedlichen Ausprägung von Bauteilen (Form, Gestalt, Struktur, Materialität, Bauweise) und ggf. in der Existenz von zusätzlichen Bauteilen (insb. TGA) bemerkbar machen, unterscheiden. Grundsätzlich werden die Anforderungen vom Investor bzw. dem Bauherrn im Rahmen der Planung definiert. Jeder Investor kann seine eigene Präferenz verfolgen, sodass eine Vielzahl von Varianten an Ausstattungsstandards denkbar ist, sofern gesetzliche und normative Richtlinien eingehalten werden.

Für diese Arbeit werden die Ausstattungsstandards der Immobilientypen Büro, Wohnen und Hotel und Shopping auf Basis der Literatur entwickelt. Zur Darstellung von unterschiedlichen Variationen im Modell werden die Ausstattungsstandards in drei Niveaustufen (Niedrig, Mittel und Hoch) untergliedert, die vom Anwender zu wählen sind. Die unterschiedlichen gesetzlichen Anforderungen, insbesondere die brandschutztechnischen Anforderungen, erfordern eine Differenzierung nach Gebäudetyp, sodass die Ausstattungsstandards nur für die Gebäudeklasse 5 entwickelt werden. Wird die Objektstruktur um die dritte Ebene Ausstattungsstandard mit den Niveaustufen „Niedrig“, „Mittel“ und „Hoch“ erweitert, ergibt sich Abbildung 4-5.

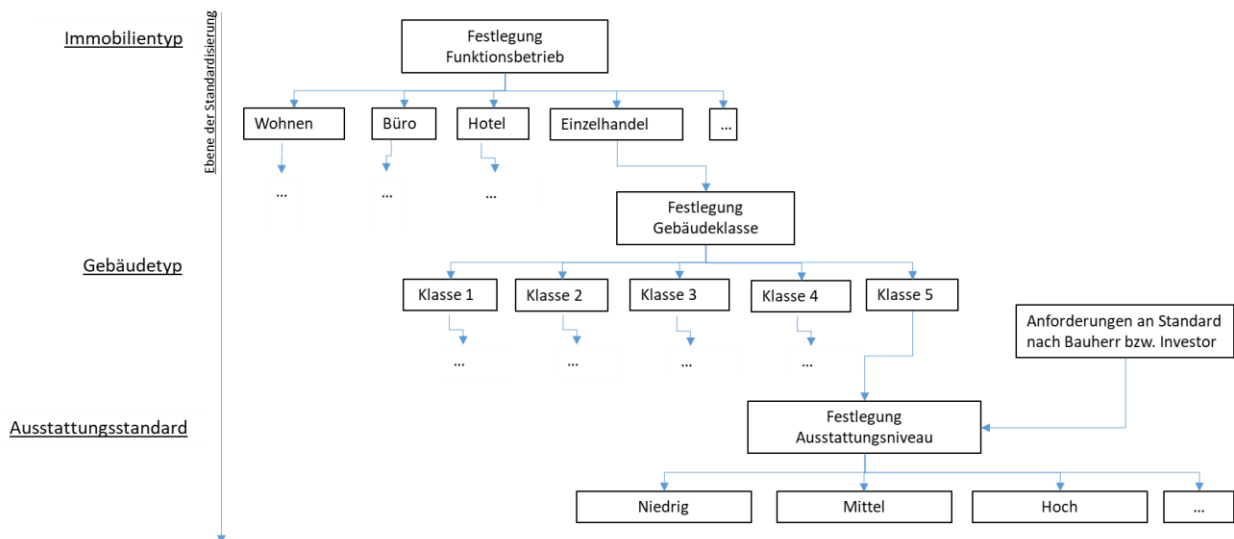


Abbildung 4-5: Allgemeine Objektstruktur unter Berücksichtigung des Ausstattungsstandards.

Zur Definition der Ausstattungsstandards werden die Ausstattungsmerkmale der Sachwertrichtlinie unter Berücksichtigung gesetzlicher und normativer Anforderungen, der Fachliteratur und bestehender Forschungsarbeiten zu Standardraumstrukturen (vgl. Kapitel 2.2.5) erweitert. Die Sachwertrichtlinie „wurde von einer Arbeitsgruppe aus Vertretern des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, der für das Gutachterausschusswesen zuständigen Ministerien der Länder sowie der Bundesvereinigung der Kommunalen Spitzenverbände erarbeitet“<sup>595</sup>. Die Konkretisierungen, Veränderungen und Erweiterungen der Sachwertrichtlinie werden mit Quellenangaben versehen.

Die Gliederung der Ausstattungsstandards erfolgt nach DIN 276 in die Baukonstruktion (Kostengruppe 300) und in die technische Gebäudeausrüstung (Kostengruppe 400).

Die Standards der Baukonstruktion werden wie folgt gegliedert:

- Wände, Stützen, Decken
- Innenausbau (Boden, Decke, Wände, Innentüren)
- Bauphysik (in Bezug auf unterschiedliche Schallschutz- und Wärmeschutz-niveaus)
- Dach, Fassade, Außentüren

Die Standards der technischen Gebäudeausrüstung werden wie folgt gegliedert:

- Sanitäreinrichtungen
- Wärmeversorgungsanlagen
- Raumluftechnische Anlagen (inkl. Klima- und Kälteanlagen)
- Elektrische-, kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen
- Gebäudeautomation (Bus-System)
- Förderanlagen (Aufzüge)
- Nutzungsspezifische Anlagen (Feuerlöschanlagen, Sprinkler)

<sup>595</sup> Sachwertrichtlinie, Ziffer 1.

Exemplarisch werden die Ausstattungsstandards der Wände, Stützen, Decken der Büroimmobilien an dieser Stelle gezeigt, vgl. Tabelle 4-1. Die ausführlichen Darstellungen der Ausstattungsstandards für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping sind dem Anhang A zu entnehmen.

Gebäude Büro – Baukonstruktion			
Niveaustufe	Niedrig	Mittel	Hoch
Wände, Stützen, Decken			
Außenwände	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ein-/zweischalige Konstruktion (Mauerwerk) *bspw. Porenbeton, Ziegel, Kalksandstein<sup>596</sup></li> <li>*Stahlbeton<sup>597</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verblendmauerwerk, zweischalige Konstruktion *Vorsatzschale aus Klinker oder Naturstein (hinterlüftet oder mit Kerndämmung)<sup>598</sup></li> <li>*Stahlbeton</li> <li>*Mauerwerk</li> <li>*Elemente zur Ausfachung der Skelettzwischenräume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*in Abhängigkeit der Fassade, ggf. wie mittlerer Standard</li> </ul>
Bauweise/ Tragwerk	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massivbauweise</li> <li>Stahlbetonskelettbauweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massivbauweise</li> <li>Stahlbetonskelettbauweise *und aussteifender Gebäudekern<sup>599</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stahlbetonskelettbauweise und aussteifender Gebäudekern</li> </ul>
Decken/ Stützen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Stahlbeton</li> </ul>
Innenwände nichttragend	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massive Wände *(i.d.R. Mauerwerk)<sup>600</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sichtmauerwerk</li> <li>Wände für flexible Raumkonzepte, *umsetzbare Trennwände bspw. als Trockenbauwände (Schalenwände) o. Monoblockwände (Elementwände)<sup>601</sup></li> <li>*Trockenbauwände (GK oder Faserzement)<sup>602</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wandabläufe z.B. Pfeilervorlagen</li> <li>großformatige Glaselemente, *Glas-Systemtrennwände<sup>603</sup></li> <li>*Wände für flexible Raumkonzepte wie mittlerer Standard, ggf. mit integriertem Regalsystem<sup>604</sup></li> <li>*Trockenbauwand wie mittlerer Standard mit gleitendem Deckenanschluss<sup>605</sup></li> </ul>

Tabelle 4-1: Ausstattungsstandards von Wänden, Stützen und Decken für den Immobilientyp Büro.

## 4.2.4 Standardräume

### 4.2.4.1 Die Entwicklung der Standardräume

Nach Kapitel 2.2.5 lässt sich ein Gebäude auf Bauteilebene mit der Methodik der Standardraumstrukturen auf Basis von Standardräumen abbilden. Zu entwickelnde Standardräume sind entsprechend Kapitel 2.2.5 anhand der erforderlichen Raumfunktionen für übergeordnete und spezifische Nutzung eines Funktionsbetriebs abzuleiten, die relevanten Bauteile sind den Standardräumen entsprechend dem Ausstattungsstandard zuzuordnen und die Bauteilmenge ist auf Basis der Standardraumlänge, -breite und -höhe sowie der erforderlichen Grundannahmen zu formulieren. Die Standardräume werden im Rahmen dieser Arbeit für die

<sup>596</sup> Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln, 2014, S. 47.

<sup>597</sup> Vgl. Digitale Anlagen zu: Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.

<sup>598</sup> Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln, 2014, S. 48.

<sup>599</sup> Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden, 2020, S. 57.

<sup>600</sup> Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden, 2015, S. 673.

<sup>601</sup> Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden, 2015, S. 691.

<sup>602</sup> Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln, 2014, S. 105.

<sup>603</sup> Vgl. Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015, S. 36.

<sup>604</sup> Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 675.

<sup>605</sup> Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 675.

Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping in Abhängigkeit der Gebäudeklasse 5 benötigt und ausgearbeitet.

#### 4.2.4.1.1 Die übergeordneten Standardräume

Nach Kapitel 2.2.5 bilden die übergeordneten Standardräume die Funktionen Herrichten und Erschließen, Baugrube, Baustelleneinrichtung, Rohbau, Fassade, Dach, Außenanlagen, Treppenhaus, Aufzüge, Tiefgarage, vertikale, horizontale und übergeordnete Versorgung und Technikräume ab. Für die Gebäudeklasse 5 der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping wurden 27 erforderliche, übergeordnete Standardräume identifiziert, vgl. Abbildung 4-6. Die aufgelisteten, übergeordneten Standardräume bilden das Grundgerüst des Gebäudes, in das die nutzungsspezifischen Räume eingefügt werden, sodass sie sich zwischen den betrachteten Immobilientypen in Bezug die Raumfunktion nicht unterscheiden. Hinsichtlich der Dimensionierungen, der Bauteilanpassungen oder dem Ausstattungsstandard sind diese an die Erfordernisse anzupassen. Diese Standardräume basieren auf der Forschung von KORNBLUM<sup>606</sup>, auf den Entwurfsatlanten der Architektur wie beispielsweise NEUFERT<sup>607</sup>, JOCHER<sup>608</sup>, HEISEL<sup>609</sup> oder EISELE<sup>610</sup> und auf den Grundlagenwerken der Gebäudetechnik wie WELLPOTT<sup>611</sup> oder PISTOHL<sup>612</sup>. Zudem wurden realisierte Projekte im Rahmen der Masterarbeiten von LESEWA<sup>613</sup> und MERKT<sup>614</sup> ausgewertet. Für die detaillierte Beschreibung der einzelnen Standardräume als Datenblatt wird auf die Arbeit von KORNBLUM<sup>615</sup> verwiesen.

---

606 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.

607 Neufert, Ernst; Kister, J.: Bauentwurfslehre. Grundlagen, Normen, Vorschriften über Anlage, Bau, Gestaltung, Raumbedarf, Raumbeziehungen, Maße für Gebäude, Räume, Einrichtungen, Geräte mit dem Menschen als Maß und Ziel; Handbuch für den Baufachmann, Bauherrn, Lehrenden und Lernenden. 40., überarb. und akt. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2012.

608 Jocher, Thomas; Loch, Sigrid: Raumpilot Grundlagen. 3. Aufl. Ludwigsburg, 2014.

609 Heisel, J. P.: Planungsatlas. Praxishandbuch Bauentwurf. 3. Aufl. Berlin, 2013.

610 Eisele, J.; Staniek, Bettina: Bürobau Atlas. 1. Aufl. München, 2005.

611 Wellpott, Edwin: Technischer Ausbau von Gebäuden. 8. Überarbeitete Auflage. Verlag W. Kohlhammer. Stuttgart, 2010.

612 Pistohl, Wolfram; Rechenauer C.; Scheuerer, Birgit: Handbuch der Gebäudetechnik. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. Band 2.8. Werner Verlag, Köln, 2013.

613 Vgl. Lesewa, Raphaela: Standardisierung von Kostenansätzen für Standardraumstrukturen auf der Basis dokumentierter Ist-Kosten. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2016.

614 Vgl. Merkt, Franz: Standardraumstrukturen von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.

615 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.

Nr.	Standardraum Code	Beschreibung Standardraum	Übergeordnete Nutzung	Ausstattungs niveau	Gebäudetyp	Immobilientyp			
<b>Baugrube</b>									
1	00.51.01	Oberbodenabtrag	Herrichten und Erschließen	einheitlich	Klasse 5	Wohnen, Büro, Hotel, Shopping			
2	00.51.02	Baugrubenaushub	Baugrube						
3	00.51.04	Verbau - Spundwand	Baugrube						
<b>Tragwerk</b>									
4	00.53.03	Außenwand (Beton)	Rohbau	einheitlich	Klasse 5	Wohnen, Büro, Hotel, Shopping			
5	00.53.04	Außenwand (Kalksandstein, Mauerwerk)	Rohbau						
6	00.53.08	Innenwand (Trockenbau, Mauerwerk)	Rohbau						
7	00.53.09	Stützen (Stahlbeton)	Rohbau						
8	00.53.15	Installationschacht (Stahlbeton)	Rohbau						
9	00.53.17	Aufzugschacht - Haltestelle (Stahlbeton)	Aufzug						
10	02.58.01	Treppenhaus (Stahlbeton)	Treppenhaus						
11	00.53.02	Decke (Stahlbeton)	Rohbau						
12	00.53.14	Unterzüge (Stahlbeton)	Rohbau						
<b>Gründung</b>									
13	00.53.01	Bodenplatte	Rohbau				einheitlich	Klasse 5	Wohnen, Büro, Hotel, Shopping
14	00.53.16	Tiefgarage - Rampe	Tiefgarage						
15	00.72.01	Grundleitung ELT	Horizontale Versorgung						
16	00.72.02	Grundleitung HS	Horizontale Versorgung						
<b>Haustechnik</b>									
17	02.73.01	Technikraum Wärme	Technikraum	einheitlich	Klasse 5	Wohnen, Büro, Hotel, Shopping			
18	02.73.02	Hausanschlussraum	Technikraum						
19	02.73.03	Technikraum Lüftung	Technikraum						
20	02.73.04	Technikraum Brandmeldezentrale	Technikraum						
21	00.60.01	Installationschacht Elektro	Vertikale Versorgung						
22	00.60.03	Installationschacht Heizung, Sanitär	Vertikale Versorgung						
23	00.60.04	Installationschacht Lüftung	Vertikale Versorgung						
<b>Gebäudehülle</b>									
24	00.55.01	Fassade UG	Fassade	einheitlich	Klasse 5	Wohnen, Büro, Hotel, Shopping			
25	00.55.04	Fassade EG-RG	Fassade	Niedrig, Mittel, Hoch					
26	00.56.02	Flachdach	Dach	einheitlich					

**Abbildung 4-6: Übergeordnete Standardräume für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping, in Abhängigkeit von Gebäudetyp und Ausstattungsniveau.**

#### 4.2.4.1.2 Die nutzungsspezifischen Standardräume

Nach Kapitel 2.2.5 ergänzen die nutzungsspezifischen Standardräume das Konstrukt der übergeordneten Standardräume. Die nutzungsspezifischen Standardräume bilden die spezifische Raumnutzung ab und lassen sich gem. DIN 277-2 den Nutzflächen (NUF) Wohnen und Aufenthalt (NUF 1), Büroarbeiten, Produktion (NUF 2), Hand- und Maschinenarbeiten, Experimente (NUF 3), Lagern, Verteilen und Verkaufen (NUF 4), Bildung, Unterricht und Kultur (NUF 5), Heilen und Pflegen (NUF 6), Sonstige Nutzflächen (NUF 7), Technische Anlagen (TF), Verkehrserschließung und -sicherung (VF) zuordnen. Auf Basis der Analyse von Entwurfsatlanten der Architektur sowie realisierter Projekte konnten ZIEGEL<sup>616</sup>, MERKT<sup>617</sup>, LESEWA<sup>618</sup>, KROLL<sup>619</sup>, GHASSIMI<sup>620</sup>, KAMINARIS<sup>621</sup> und KORNBLUM<sup>622</sup> für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping eine Vielzahl von nutzungsspezifischen Standardräumen entwerfen.

<sup>616</sup> Vgl. Ziegel, C.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Wohnimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

<sup>617</sup> Merkt, Franz: Standardraumstrukturen von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.

<sup>618</sup> Vgl. Lesewa, Raphaela: Standardisierung von Kostenansätzen für Standardraumstrukturen auf der Basis dokumentierter Ist-Kosten. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2016.

<sup>619</sup> Vgl. Kroll, Stefanie: Vergleich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten im Lebenszyklus von Hotel- und Büroimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2018.

<sup>620</sup> Vgl. Ghassimi, Shila: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Hotelimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

<sup>621</sup> Vgl. Kaminaris, Alexander: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Einzelhandelsimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

<sup>622</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

Aufbauend auf den genannten Quellen wurden für die Gebäudeklasse 5 der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping 34 unterschiedliche Standardräume in Abhängigkeit der Ausstattungsniveaus Niedrig, Mittel und Hoch ausgearbeitet, vgl. Abbildung 4-7. Nicht für alle Standardräume wurden ergänzende Varianten des Ausstattungsstandards angelegt. Im Anhang B werden ausgewählte Standardräume für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping dargestellt.

Nr.	Beispielhafter Standardraum-Code	Beschreibung Standardraum	Spezifische Nutzung nach DIN 277	Ausstattungs niveau	Gebäudetyp	Immobilientyp
<b>Hotel</b>						
1	30.01.01	Doppelzimmer	NUF 01	Niedrig, Mittel, Hoch	Klasse 5	Hotel
2	30.01.02	Einzelzimmer	NUF 01			
3	30.01.03	Gepäckraum	NUF 04			
4	30.01.04	Restaurant inkl. Bar	NUF 01	einheitlich		
5	30.02.03	Personal-Dusche	NUF 01			
6	30.02.08	Personal-Umkleide	NUF 01			
7	30.02.05	Wäscherei	NUF 07			
<b>Wohnen</b>						
7	20.01.01	Badezimmer	NUF 01	Niedrig, Mittel, Hoch	Klasse 5	Wohnen
8	20.01.03	Schlafzimmer	NUF 01			
9	20.01.04	Küche	NUF 01			
10	20.01.05	Wohnraum	NUF 01	einheitlich		
11	20.01.10	Balkon	NUF 01			
12	20.01.11	Terrasse	NUF 01			
<b>Shopping</b>						
13	10.02.01	Verkaufsraum	NUF 04	Niedrig, Mittel, Hoch	Klasse 5	Shopping
14	02.07.04	Gastronomie	NUF 01			
15	10.02.04	Rolltreppe	TF	einheitlich		
17	11.01.05	Kühlraum klein	NUF 04			
18	11.01.07	Tiefkühlraum	NUF 04			
19	10.04.01	Warenlager	NUF 04			
<b>Büro</b>						
20	02.02.04	Büro - Geschäftsführer	NUF 02	Niedrig, Mittel, Hoch	Klasse 5	Büro
21	02.02.07	Großraumbüro	NUF 02			
22	02.02.10	Doppelbüro	NUF 02			
23	02.02.11	Besprechungsraum	NUF 02			
24	02.02.08	Einzelbüro	NUF 02			
25	02.02.12	Teeküche	NUF 01			
<b>Sonstige</b>						
26	02.07.01	WC klein	NUF 07	Niedrig, Mittel, Hoch	Klasse 5	Wohnen, Büro, Hotel, Shopping
27	02.07.02	WC Herren	NUF 07			Büro, Hotel, Shopping
28	02.07.03	WC Damen	NUF 07			Büro, Hotel, Shopping
29	02.09.04	Eingangsbereich / Lobby	VF	einheitlich		Büro, Hotel, Shopping
30	02.04.02	Abstellraum	NUF 04			Wohnen, Büro, Hotel, Shopping
31	02.04.01	Lagerraum / Archiv	NUF 04			Wohnen, Büro, Hotel, Shopping
32	02.09.2005	Tiefgarage	VF			Wohnen, Büro, Hotel, Shopping
33	02.59.01	Personenaufzüge	TF	Niedrig, Mittel, Hoch		Wohnen, Büro, Hotel, Shopping
34	20.01.02	Flur	VF			Wohnen, Büro, Hotel, Shopping
16	10.06.07	Lastenaufzug	TF			einheitlich

Abbildung 4-7: Nutzungsspezifische Standardräume der Immobilientypen Büro, Wohnen, Hotel, Shopping.

#### 4.2.4.2 Auswahl und Dimensionierung der Standardräume

Nach Kapitel 2.2.5 beinhaltet die Zusammenstellung eines Gebäudes mit Standardräumen, ähnlich dem System eines Baukastens, die geschossweise Auswahl der notwendigen übergeordneten und nutzungsspezifischen Standardräume entsprechend dem vorliegenden Leistungsprogramm an Raumfunktionen sowie die Festlegung der Standardräume SR<sub>j</sub> hinsichtlich ihrer Geometrie (Länge, Breite, Höhe) und der Anzahl Q<sub>j</sub>. Hierzu müssen der Leistungsphase 2 gem. HAOI entsprechende Informationen der Gestaltungsplanung bzw. ein erstes Raumbuch vorliegen, mit denen eine geschossweise Einteilung eines Gebäudes hinsichtlich der identifizierten Standardräume möglich ist. Das Raumbuch ist ein Informationssystem über ein Gebäude, bei dem die Gebäudebeschreibung getrennt nach Räumen durchgeführt wird und die Flächen und Nutzung im Vordergrund stehen. In einem Raumbuch wird unmittelbar das beschrieben, was der Betrachter sehen und nutzen kann, nämlich Räume und Eigenschaften.



Weiter sind neben der Anzahl und Geometrie der Standardräume ggf. erforderliche Grundannahmen, wie beispielsweise der Bewehrungsgrad festzulegen. Grundannahmen dienen zur Mengenermittlung für Bauteile, deren Menge sich nicht ausschließlich auf Basis der geometrischen Abmessungen in den Standardraumstrukturen ermitteln lassen. Sie sind grundsätzlich an den jeweiligen erforderlichen Standard anzupassen.

#### 4.2.4.3 Generierung der Bauteillisten und die Zuordnung von Kennwerten

Nach Kapitel 2.2.5 stellen die Bauteile eines Standardraums die unterste Ebene der Modellierung eines Gebäudes mit Standardräumen dar. Jeder gewählte Standardraum enthält neben einer Beschreibung (z.B. Grundriss oder Geometrie) und den Skalierungsparametern (Länge, Breite, Höhe) eine Liste der zugehörigen Bauteile, vgl. exemplarisch den Ausschnitt einer Bauteilliste Abbildung 4-8. Die generierte Bauteilliste ist hinsichtlich des erforderlichen Ausstattungsstandards des betrachteten Objekts zu überprüfen und ggf. in ihrer Bauteilzusammensetzung anzupassen bzw. zu ergänzen.

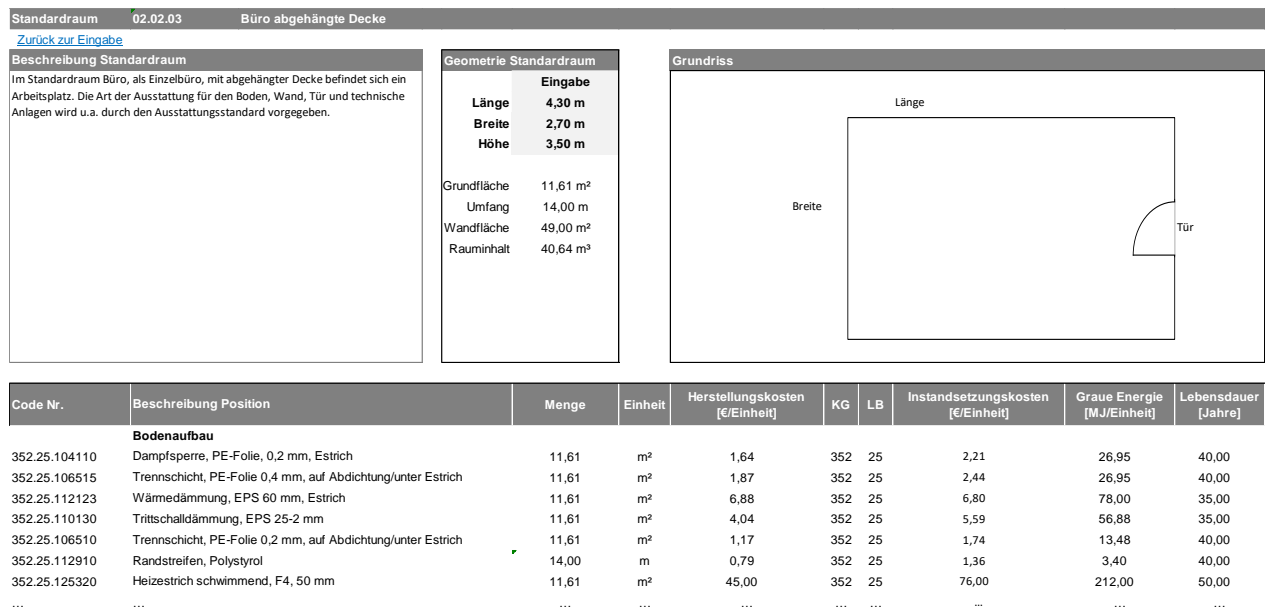


Abbildung 4-8: Die Generierung der Bauteilliste und die Zuordnung von Kennwerten am Beispiel eines Ausschnitts des Standardraums Büro.

Die Bauteile bzw. Positionen sind einem Standardraum über eine Positionsnummernummer (Code-Nr.) zugeordnet. Weiter weist jedes Bauteil eine Kostengruppe (KG) nach DIN 276 und einen Leistungsbereich (LB) nach StLB auf. Jedes Bauteil des Standardraums enthält eine Beschreibung sowie eine Menge je Einheit, welche sich durch die hinterlegten Mengenformeln, vgl. Kapitel 2.2.5, bestimmt. Über die Code-Nr. werden den Bauteilen die erforderlichen Kennwerte für die Herstellungskosten, die Instandsetzungskosten und die Graue Energie je Einheit sowie die technische Lebensdauer zugeordnet.

#### 4.2.4.4 Die Objektstruktur auf Bauteilebene

Wird die bisherige Objektstruktur mit den Ebenen Immobilientyp, Gebäudetyp und Ausstattungsstandard um die Ebene der Standardräume mit deren Bauteilen ergänzt, ergibt sich die Objektstruktur auf Bauteilebene, vgl. Abbildung 4-9. Die Bauteile und deren Menge einer vorliegenden Immobilie lassen sich durch die Festlegung von Funktionsbetrieb, Gebäudetyp, Ausstattungsstandard, übergeordneten und nutzungsspezifischen Standardräumen, den Eingaben Nutzungsart, Gebäudekubatur, Standards, Anzahl und Geometrie der Standardräume und Grundannahmen prognostizieren. Damit wird ein Abbild der vorliegenden Immobilie bereits zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung auf Bauteilebene generiert. Durch die Zuordnung der Bauteilkennwerte Herstellungs- und Instandsetzungskosten, Graue Energie und technische Lebensdauer wird die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie über die Gesamtnutzungsdauer der betrachteten Immobilie ermöglicht.

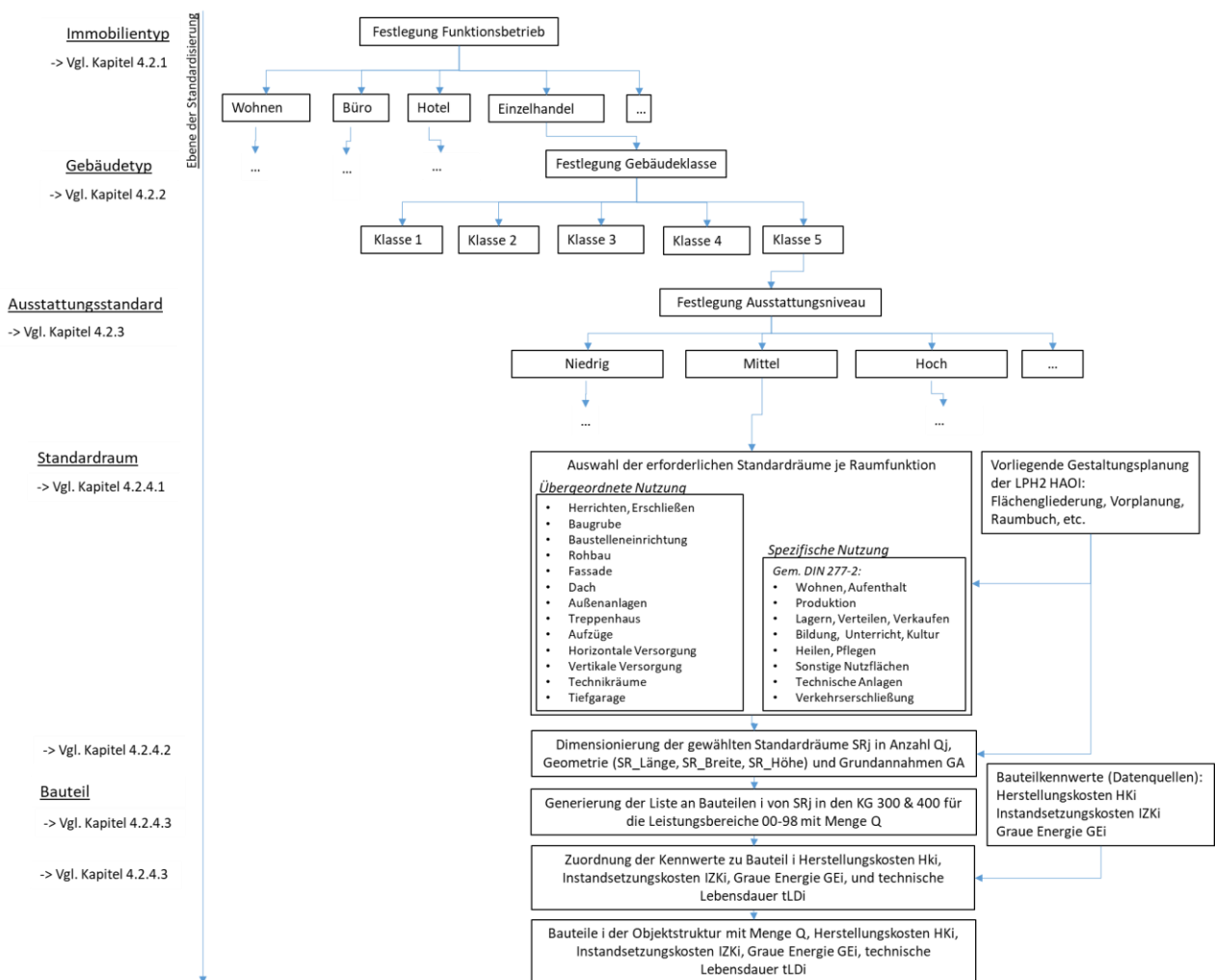


Abbildung 4-9: Die Objektstruktur unter Berücksichtigung der Bauteilebene.

## 4.3 Die Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen

### 4.3.1 Bestimmung des Nutzungspotentials

Immobilienbauteile werden durch Nutzung zyklisch beansprucht. Nach Kapitel 2.4.2.1 wird in der Betriebsfestigkeitslehre zur Bestimmung der technischen Lebensdauer ein Bauteil unter Prüfbedingungen in Laborversuchen, z.B. in Betriebslastennachfahrversuchen, einem standardisierten Beanspruchungszyklus wiederholt ausgesetzt. Der standardisierte Beanspruchungszyklus muss die realen Beanspruchungen und die zugrundeliegenden Randbedingungen des Bauteils in der Immobilie erfassen, um die Realität abzubilden. Nicht dauerhaft ausgelegte Bauteile ertragen eine endliche Anzahl von Beanspruchungszyklen, bis das Bauteil seine Funktion nicht mehr erfüllen kann und ein definiertes Ausfallkriterium erreicht ist. Bauteile weisen damit ein bestimmtes Potential auf, definierte zyklische Beanspruchungen zu ertragen, welches im Folgenden als Nutzungspotential ( $N_p$ ) mit dem Beanspruchungszyklus als Einheit [Zy] bezeichnet wird.

#### 4.3.1.1 Das Nutzungspotential unter Prüfbedingungen als Referenzfall

Für ein betrachtetes Bauteil eines Standardraums sind Referenzwerte für das Nutzungspotential  $N_{p,Ref}$ , entweder 1.) aus Produktdatenblättern bzw. der Literatur oder 2.) aus eigenen Laborversuchen (vgl. Kapitel 2.4.2.1), zu ermitteln. Diese Referenzwerte stellen eine valide Anzahl für die ertragbaren Beanspruchungszyklen dar und sind eine Funktion der Beanspruchung sowie der Randbedingungen des jeweiligen Versuchs.

1.) Zur Planung veröffentlichen Hersteller das Nutzungspotential von Bauteilen in Produktdatenblättern, welche auf Basis von Laborversuchen ermittelt wurde. Für gewisse Produkte, wie beispielsweise Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht, ist das Nutzungspotential bzw. die Bemessungslebensdauer verpflichtend vom Hersteller anzugeben. Nach Verordnung 244/2009/EG der Europäischen Union ist die Bemessungslebensdauer, d.h. die möglichen Betriebsstunden [h] sowie die mögliche Schaltzyklenzahl in Produktdatenblättern anzugeben, vgl. Abbildung 4-10.

Eigenschaft	Kompaktleuchtstofflampen
Bemessungslebensdauer	20 000 h
Lampenlichtstromerhalt	90 % bei Bemessungslebensdauer
Zahl der Schaltzyklen	1 000 000
Zündzeit	< 0,1 s
Anlaufzeit bis zur Erreichung von 80 % $\Phi$	15 s oder 4 s für spezielle kombinierte Kompaktleuchtstoff-/Halogenlampen
Elektrischer Leistungsfaktor der Lampe	0,95

Abbildung 4-10: Beispiel für Referenzwerte von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht.<sup>623</sup>

<sup>623</sup> Vgl. Europäische Union: Amtsblatt —Verordnung (EG) Nr. 244/2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht, Europäisches Parlament, 2009.

2.) Daten für das  $N_{p_{Ref}}$  von Bauteilen sind durch eigene Laborversuche zu ermitteln, falls keine Nutzungspotentiale unter der Belastung und den Randbedingungen der betrachteten Immobilie vorliegen. Aufgrund der Lage und Zusammenstellung der Bauteile/Architektur können Belastung und Randbedingungen von Bauteilen entsprechende Schwankungsbreiten aufweisen. In Kapitel 2.4.2.4 wurden die normierten Prüfverfahren von Türen und Fenstern, Jalousien und Bodenbeläge vorgestellt.

#### 4.3.1.2 Das Nutzungspotential unter Objektbedingungen im Anwendungsfall

Die Planung bzw. Dimensionierung von Bauteilen erfolgt auf Basis des erforderlichen Nutzungspotentials für eine betrachtete Immobilie im Anwendungsfall. Das ermittelte Nutzungspotential aus dem Referenzfall unter Prüfbedingungen kann sich jedoch durch die tatsächlichen vorliegenden Objektbedingungen im Anwendungsfall, z.B. durch den Standort und die daraus folgenden klimatischen Verhältnisse unterscheiden. Ein weiteres Beispiel stellt die Art der Nutzung (z.B. Wohnen, Büro, Hotel, Shopping) dar, welche durch den jeweiligen Funktionsbetrieb unterschiedliche Belastungen auf das Bauteils ausübt. Durch Angleichung der Referenzwerte an die Objektbedingungen eines Anwendungsfalls lässt sich die Realität abbilden. Für den Fall, dass die Objektbedingungen mit den Prüfbedingungen übereinstimmen (Prüfbedingungen = Objektbedingungen), kann das Nutzungspotential aus den Versuchsergebnissen übernommen werden und es gilt  $N_{p_{Objekt}} = N_{p_{Ref}}$ . Für den Fall, dass die Objektbedingungen nicht mit den Prüfbedingungen des ermittelten Nutzungspotentials übereinstimmen (Prüfbedingungen  $\neq$  Objektbedingungen), gilt  $N_{p_{Objekt}} \neq N_{p_{Ref}}$ . Das  $N_{p_{Ref}}$  kann in diesem Fall nicht übernommen werden und ist an die Objektbedingungen anzugleichen. Hierfür ist ein Betriebslastennachfahrversuch unter den vorliegenden Rahmenbedingungen durchzuführen oder ein entsprechender Kennwert zu ermitteln. Unter der gegebenen Beanspruchung sowie den vorliegenden Objektbedingungen kann sich damit die Anzahl der ertragbaren Beanspruchungszyklen gegenüber dem ursprünglichen  $N_{p_{Ref}}$  erhöhen oder verringern.

Vom Grundsatz lässt sich die Anpassung des Nutzungspotentials  $N_{p_{Ref}}$  eines Bauteils  $i$  an die Objektbedingungen der betrachteten Immobilie mit einem Faktor  $\alpha$  beschreiben, vgl. Formel 4-1. Der Faktor  $\alpha$  stellt eine Funktion der Beanspruchung sowie der betrachteten Objektbedingungen des Bauteils im aktuellen Anwendungsfall dar.

$$N_{p_{Objekt,i}} = N_{p_{Ref,i}} * \alpha_i$$

**Formel 4-1: Anpassung von  $N_{p_{Ref}}$  eines Bauteils  $i$  an die betrachteten Objektbedingungen.**

##### 4.3.1.2.1 Die Objektbedingungen zur Bestimmung von $N_{p_{Objekt}}$ eines Bauteils

Beanspruchungen und Objektbedingungen, welche Einfluss auf das materielle Abnutzungsverhalten nehmen können, wurden in Kapitel 2.4.1.2.3 beschrieben. Bei der Bestimmung des Nutzungspotentials unter Objektbedingungen ist von einem mangelfreien Bauteil auszugehen, welches zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung von der Methodik der Standardraumstrukturen vorgegeben und dessen Material durch den Ausstattungsstandard definiert wird. Weiter ist zu Grunde zu legen, dass das Bauteil ordnungsmäßig gewartet und im

Rahmen der Planung mangelfrei zu Konstruktionen nach dem Stand der Technik an einem Gebäude zusammengefügt wird, sodass entsprechende Schäden aus angrenzenden Bauteilen nicht betrachtet werden müssen. Die Nutzerakzeptanz ist zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung nicht belastbar zu prognostizieren. Es ist damit davon auszugehen, dass die Immobilie entsprechend ihrem Funktionsbetrieb ordnungsmäßig genutzt wird. Eine mögliche Abweichung vom Referenzwert des Nutzungspotentials kann sich damit durch die Einflussbereiche der äußeren Umgebungseinflüsse, den inneren Umgebungseinflüssen, der Art der Nutzung sowie dem konstruktiven Schutz ergeben. Das Nutzungspotential  $N_{pRef}$  ist auf Übereinstimmung dieser Einflüsse mit den Objektbedingungen zu überprüfen und wie oben beschrieben, gegebenenfalls ein entsprechendes  $N_{pObjekt}$  abzuleiten.

#### 4.3.1.2.1.1 Der Einfluss der äußeren Umgebungsbedingungen

Gem. Kapitel 2.4.1.2.3 beeinflussen u.a. Strahlung, Windlasten, Feuchtigkeit (Niederschlag), Vereisung (Frost) und Schneelast als Bestandteil der äußeren Umgebungseinflüsse einer Immobilie das Nutzungspotential eines Bauteils. Einflussunterschiede für die Beanspruchung durch Strahlung, Wind und Niederschlag können den Unterlagen des Deutschen Wetterdiensts, der DIN 1055-4 und der DIN 4108-3 standortspezifisch entnommen werden, vgl. Abbildung 4-11. Es zeigt sich, dass sich in Deutschland einige der genannten Einflüsse in Beanspruchungszonen einteilen lassen. Es ist damit nicht erforderlich, für jeden beliebigen Standort ein  $N_{pRef}$  bezüglich der angeführten Randbedingungen neu zu generieren. Die Zoneneinteilungen geben vergleichbare Beanspruchungsverhältnisse an, sodass für diese Randbedingungen das jeweilige  $N_{pRef}$  auf das  $N_{pObjekt}$  übertragbar ist, sofern alle anderen Einflussgrößen zur Deckung kommen.

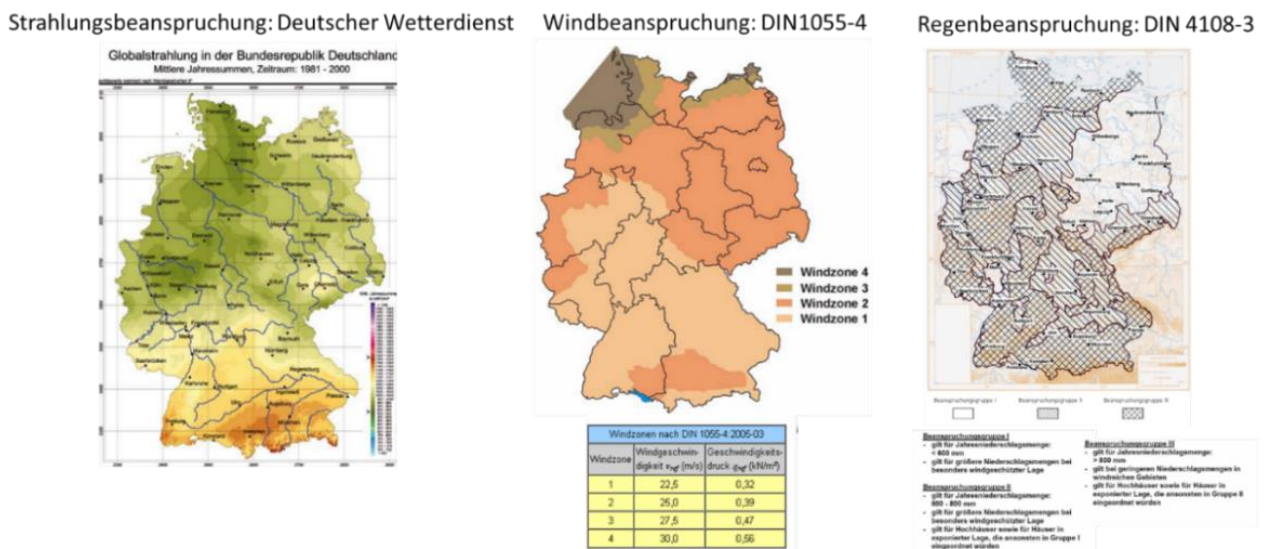


Abbildung 4-11: Bemessungsgrundlagen für die Strahlungsbelastung, Windlast und Niederschlag gem. Deutscher Wetterdienst, DIN 1055-4 und DIN 4108-3.<sup>624 625 626</sup>

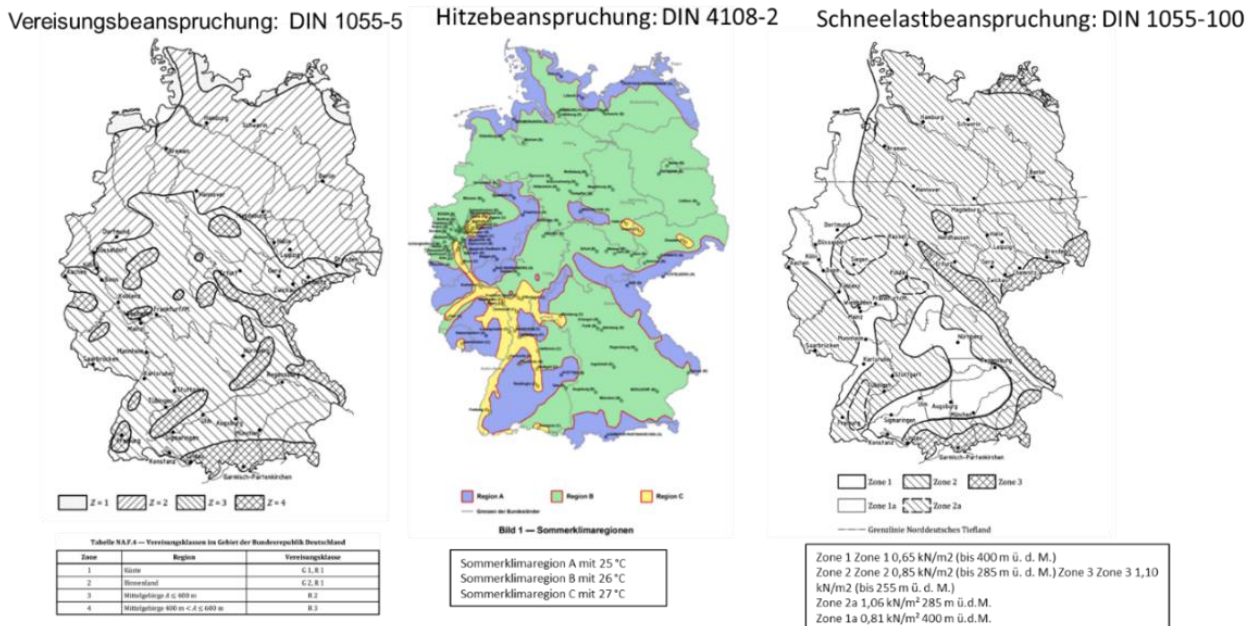
624 Vgl. Klingenberger, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.80.

625 Vgl. Deutscher Wetterdienst: Globalstrahlung Die Energie der Sonne. Hamburg, 2007, S7.

626 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1055-4:2005-03: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten.



Für die Beanspruchung durch Eis (Frost), Hitze und Schnee lassen sich auf Basis der DIN 1055-5, der DIN 4108-2 und der DIN 1055-100 Kategorien für standortspezifisch einheitliche Einflüsse bilden, vgl. Abbildung 4-12.



**Abbildung 4-12: Bemessungsgrundlagen für die Vereisungsbeanspruchung, Hitzebeanspruchung und Schneelast gem. DIN 1055-5, DIN 4108-2 und DIN 1055-100.**<sup>627 628 629</sup>

#### 4.3.1.2.1.2 Der Einfluss der inneren Umgebungsbedingungen

Gem. Kapitel 2.4.1.2.3 sind im Rahmen der Planung der Gebäudetechnik die lufttechnischen Anlagen sowie die Wärmeerzeugung zur Erzeugung konstanter Innenraumbedingungen entsprechend dem Stand der Technik auszulegen. Nachweise sind für die Temperatur, die relative Luftfeuchte, das Tauwasser und die mikrobiologische Situation (Schimmel) zu erbringen.<sup>630</sup> Hierzu ist der thermische Komfort im Winter und Sommer, die Innenraumhygiene, die Innenraumluftqualität und der Wärme- und Feuchteschutz der Gebäudehülle zu beachten.<sup>631</sup> Im Rahmen der Planung stellen für Aufenthaltsräume eine Luftfeuchtigkeit von 50 %, Wasserhärtegrad 1, keine chemische Belastung, konstante Temperaturbedingungen z.B. 20 °C, keine Feuchtebelastung übliche Bedingungen dar.<sup>632</sup> Für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping ist davon auszugehen, dass im Wesentlichen übereinstimmende, konstante Innenraumverhältnisse vorliegen. Damit können die diesbezüglichen notwendigen Randbedingungen zur Ermittlung von  $N_{p_{Objekt}}$  beibehalten werden.

<sup>627</sup> Vgl. Klingenberger, J.: Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation am Institut für Baubetrieb der Technischen Universität Darmstadt. 2007. S.80.

<sup>628</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1055-5:2005-07: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 5: Schnee- und Eislasten, 2005-07.

<sup>629</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN1055-5Bek TH:2006-11-14: Schneelastzonen nach DIN 1055-5 für den Freistaat Thüringen, 2006.

<sup>630</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, 2013.

<sup>631</sup> Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, 2013.

<sup>632</sup> Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

#### 4.3.1.2.1.3 Der Einfluss der Art der Nutzung

Gemäß Kapitel 2.4.1.2.3 beeinflusst die Art der Nutzung die Abnutzung eines Bauteils. Die Beanspruchung durch Nutzung stellt damit eine Funktion des Immobilientyps bzw. des Funktionsbetriebs (Wohnen, Büro, Hotel, Shopping, Krankenhaus, Logistik, etc.) dar. In Kapitel 2.1 wurden 22 unterschiedliche Funktionsbetriebe identifiziert und dargestellt. Das Nutzungspotential muss der vorliegenden Beanspruchung je nach Funktionsbetrieb durch die jeweils vorliegenden Nutzungsprozesse gerecht werden. Beispielsweise sind Fußböden in Abhängigkeit gewerblicher und privater Nutzung unterschiedlichen Belastungen, z.B. infolge des Schuhwerks der Nutzer oder durch typische Tätigkeiten wie der Art der Reinigung (chemisch, maschinell, manuell) sowie die Nutzung von schweren Gegenständen (Bürostuhl, Reisekoffer, Bürocontainer, Reinigungsfahrzeuge, Krankenhausbetten), ausgesetzt, vgl. Kapitel 2.4.2.2.

#### 4.3.1.2.1.4 Der konstruktive Schutz

Gemäß Kapitel 2.4.1.2.3.2 können Bauteilen vor den anliegenden Beanspruchungen aus Umgebung und Nutzung geschützt werden, wenn sie durch andere Bauteile verdeckt sind. Der konstruktive Schutz wirkt sich damit auf das Nutzungspotential  $N_{p_{\text{Objekt}}}$  aus. Es ist zu unterscheiden, ob die Bauteile vollständig oder teilweise verdeckt sind.<sup>633</sup> Die Auswirkungen eines teilweise geschützten Bauteils auf das Nutzungspotential und auf das Alterungsverhalten ist nur unter Unschärfe möglich, sodass diese als nicht geschützt eingestuft werden. Vollständig von anderen Bauteilen umgebene Bauteile sind vor den entsprechend anliegenden äußeren Umgebungseinflüssen, inneren Umgebungseinflüssen oder der Nutzung weitgehend geschützt.

Um den konstruktiven Schutz der vollständig verdeckten Bauteile im Anwendungsfall beurteilen zu können, ist es erforderlich, die Lage des Bauteils im Bauwerk und in der Konstruktion hinsichtlich der relevanten Einflüsse zu bewerten. Zur Bewertung der Lage am Bauwerk werden die Kriterien angrenzend an den Außenraum oder/und Innenraum unterschieden. Um die Anordnung der Bauteile in der Konstruktion zu bewerten, wird die Analyse der Bauteilabhängigkeiten gem. Kapitel 4.2 herangezogen und die vorhandene Objektstruktur für die Immobilientypen Büro, Hotel, Wohnen und Shopping auf konstruktiven Schutz bewertet. Die Bewertung, ob es sich um ein sichtbares (S) oder verdecktes (V) Bauteil handelt, ermöglicht die Identifikation der Bauteile, die unter konstruktivem Schutz (blau) stehen, vgl. Abbildung 4-13 für den Fußbodenaufbau mit Heizestrich.

---

<sup>633</sup> Vgl. Bahr, C.; Lennerts, K.: Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm „Zukunft Bau“, i.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010, S. 28-29.

Fußboden: Estrich auf G geschosdecke mit Fußbodenheizung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)	
			(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)
Abkürzung (...)	KG	LB						
<i>oben</i>								
Schicht (1): Belag	325	36	x		x		x	
Schicht (2): Heizestrich	325	25	x			x		x
Schicht (3): Trennlage	326	18	x			x		x
Schicht (4): Trittschalldämmung	325	25	x			x		x
Schicht (5): Wärmedämmung	325	25				x		x
Schicht (6): gebundene Schüttung	325	25	x			x		x
Schicht (7): evtl. Diffusionsbremse	326	18	x			x		x
Schicht (8): Massivdecke	359	13	<b>Rohbau / tragende Schicht</b>					
<i>unten</i>								
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>								
Rohrleitung/Kabel						x		x

Abbildung 4-13: Identifikation der Bauteile in den KG 300 und 400 für den konstruktiven Schutz.

Tabelle 4-2 zeigt im Hinblick auf die Anwendung in dieser Arbeit die kausale Zuordnung der Einflüsse zur Bestimmung des Nutzungspotentials unter spezieller Berücksichtigung des konstruktiven Schutzes. In der KG 300 wirken auf die Bauteile, die angrenzend an den Außenraum liegen nur die Einflüsse der äußeren Umgebung und auf die Bauteile, die angrenzend an den Innenraum liegen, nur die Einflüsse der inneren Umgebung sowie der Nutzung. Bauteile, die an Innen- und Außenraum angrenzen werden von allen Einflussfaktoren beeinflusst. Die Tragkonstruktion ist durch eine Ummantelung von anderen Bauteilen (z.B. Putz) geschützt. In der KG 400 sind innenliegende Bauteile vor den äußeren Einflüssen und außenliegende Bauteile vor den Einflüssen der inneren Umgebung geschützt.

DIN 276, Ebene 2, KG		DIN 276, Ebene 3, KG		Einfluss			
				Konstruktiver Schutz	Äußere Umgebung	Innere Umgebung	Art der Nutzung
320	Gründung	324,322	Bodenplatte, Flachgründungen	x			
		325	Bodenbeläge	x		x	x
		326	Bauwerksabdichtungen	x	x		
		327	Dränagen	x	x		
330	Außenwände	331,332	Tragende u. nicht tragende Außenwände	x			
		334	Außentüren und -fenster		x	x	x
		336	Außenwandbekleidungen innen	x		x	x
		335	Außenwandbekleidungen außen	x	x		
340	Innenwände	338	Sonnenschutz	x	x		x
		341,342	Tragende und nicht tragende Innenwände	x			
		344	Innentüren und -fenster	x		x	x
350	Decken	345	Innenwandbekleidungen	x		x	x
		351	Deckenkonstruktion	x			
		352	Deckenbeläge	x		x	x
360	Dächer	353	Deckenbekleidungen	x		x	x
		361	Dachkonstruktion	x			
		363	Dachbeläge	x	x		
		362	Dachfenster, Dachöffnungen		x	x	x
410	Abwasser, Wasser, Gas (innen)	364	Dachbekleidungen	x		x	x
				x		x	x
420	Wärmeversorgungsanlagen (innen)			x		x	x
430	Lufttechnische Anlagen (innen)			x		x	x
440	Starkstromanlagen (innen)			x		x	x
450	Fernmeldeanlagen (innen)			x		x	x

Tabelle 4-2: Zuordnung der Einflussfaktoren aus den Objektbedingungen zu den Bauteilen der KG 300 und KG 400 der DIN 276 unter spezieller Berücksichtigung des konstruktiven Schutzes.



## 4.3.2 Bestimmung der Nutzungsintensität

### 4.3.2.1 Die Nutzungsintensität unter Erhebungsbedingungen als Referenzfall

Die Nutzungsintensität ( $N_i$  in Zy/t) stellt die Häufigkeit der Beanspruchungszyklen (Zy), denen ein Bauteil je Zeit (t) ausgesetzt ist, dar. Nach Kapitel 2.4.1.2.3.6 lässt sich die Nutzungsintensität von Bauteilen empirisch, durch Messung in bestehenden vergleichbaren Immobilien oder durch die Analyse der Nutzung durch Simulation ermitteln. Ermittelte Kennzahlen für die Nutzungsintensität stellen einen Referenzwert für die Planung dar und werden als  $N_{iRef}$  bezeichnet. Entsprechend der Definition des Beanspruchungszyklus und der Inhalte (vgl. Kapitel 4.3.1) muss die Nutzungshäufigkeit je Zeit für das Bauteil erhoben werden. Die Nutzungsintensität des Bauteils stellt grundsätzlich eine Funktion der Nutzungsprozesse des Funktionsbetriebs, der zugrundeliegenden räumlichen Struktur sowie der Nutzer (Personen) der betrachteten Immobilie dar.

### 4.3.2.2 Die Nutzungsintensität unter Objektbedingungen im Anwendungsfall

Die Planung bzw. Dimensionierung von Bauteilen erfolgt im Hinblick auf eine gewisse Nutzungsintensität des betrachteten Objekts im Anwendungsfall. Die Nutzungsintensität ist damit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung für den Anwendungsfall und den zugrunde liegenden Rahmenbedingungen des Objekts zu prognostizieren.

Die Nutzungsintensität eines Bauteils kann sich im Anwendungsfall einer betrachteten Immobilie vom Referenzfall durch die Rahmenbedingungen der Objektstruktur (z.B. Räume, Flächen, Geschosse), die Nutzungsart (z.B. Nutzungsprozesse des Funktionsbetriebs) und die Nutzer (z.B. Anzahl der Personen) unterscheiden. Für den Fall, dass die Rahmenbedingungen der Erhebung mit den Rahmenbedingungen des Anwendungsfall übereinstimmen (Referenzfall = Anwendungsfall), kann die Nutzungsintensität aus der Erhebung  $N_{iRef}$  übernommen werden, sodass an dieser Stelle gilt  $N_{iObjekt} = N_{iRef}$ . Für den Fall, dass Referenzfall und Anwendungsfall nicht in den Rahmenbedingungen übereinstimmen (Referenzfall  $\neq$  Anwendungsfall), ist die Nutzungsintensität  $N_{iRef}$  an die Rahmenbedingungen des Objekts anzugleichen. Hierfür ist eine Messung oder eine Analyse der Nutzung durch Simulation unter den vorliegenden Objektrahmenbedingungen durchzuführen bzw. ein entsprechender Kennwert für die vorliegenden Bedingungen zu ermitteln. Unter den vorliegenden Objektbedingungen kann sich damit die Anzahl der ertragbaren Beanspruchungszyklen je Zeit gegenüber dem ursprünglichen  $N_{iRef}$  erhöhen oder verringern. Vom Grundsatz lässt sich die Anpassung der Nutzungsintensität  $N_{iRef}$  eines Bauteils  $i$  an die Objektbedingungen mit einem Faktor  $\beta$  beschreiben, vgl. Formel 4-2. Der Faktor  $\beta$  des Bauteils stellt eine Funktion der Struktur und der Nutzungsart der Immobilie sowie der Nutzer dar.

$$N_{iObjekt,i} = N_{iRef,i} * \beta_i$$

**Formel 4-2: Anpassung von  $N_{iRef}$  eines Bauteils  $i$  an die betrachteten Objektbedingungen.**

Nutzungsart und Struktur werden zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung durch die bis dahin erfolgte Planung der Immobilie vorgegeben. Die Anzahl der Personen für Wohnimmobilie

lassen sich aus der angestrebten Zimmeranzahl der geplanten Wohneinheiten ableiten. Der Mikrozensus aus dem Jahr 2014 zeigt für den Bestand die Wohnsituation der Haushalte auf, aus der sich die Anzahl der Bewohner in% in Abhängigkeit der Wohnungsgröße je m<sup>2</sup> ablesen lässt, vgl. Abbildung 4-14.

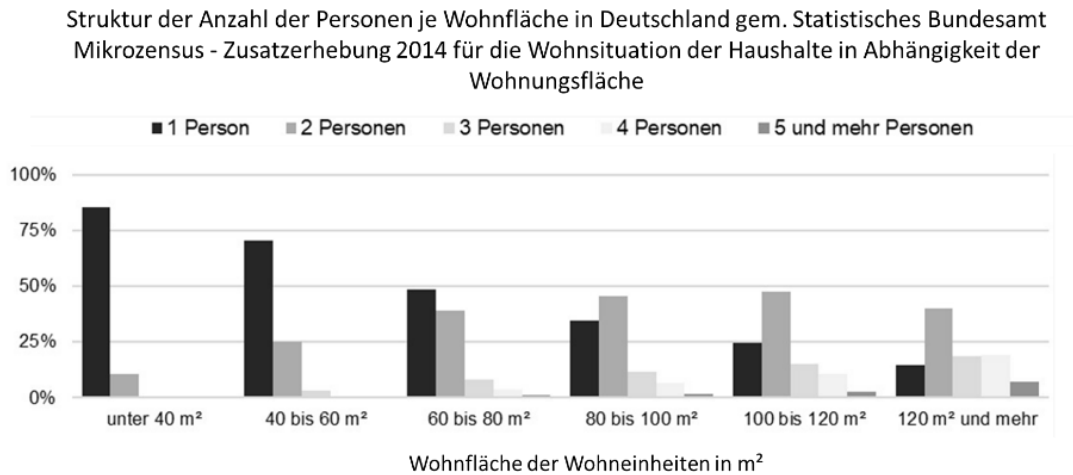


Abbildung 4-14: Anzahl der Personen je Wohnfläche nach Statistischem Bundesamt Mikrozensus 2014.<sup>634</sup>

Büroimmobilien werden für eine gewisse Anzahl von Beschäftigten geplant.<sup>635</sup> Im Rahmen der technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR A1.2) sind konkrete Richtwerte zu den Grundflächen bezogen auf den Arbeitsplatz vorgegeben, um sicherzustellen, dass die Beschäftigten ohne Beeinträchtigung ihrer Sicherheit, ihrer Gesundheit oder ihres Wohlbefindens ihre Arbeit verrichten können.<sup>636</sup> Während allgemein nur Arbeitsräume genutzt werden dürfen, die eine Grundfläche von mindestens 8 m<sup>2</sup> für einen Arbeitsplatz zuzüglich mindestens 6 m<sup>2</sup> für jeden weiteren Arbeitsplatz nachweisen, wird beim Zellenbüro ein Richtwert von 8 bis 10 m<sup>2</sup> je Arbeitsplatz einschließlich Möblierung und anteiliger Verkehrsflächen im Raum vorgegeben. In einem Großraumbüro ist von 12 – 15 m<sup>2</sup> pro Arbeitsplatz auszugehen, Tabelle 4-3.<sup>637</sup> In Deutschland wird dabei eine maximale Flächeneffizienz als Grundfläche pro Arbeitsplatz erreicht, wenn Arbeitsplätze in Dreierreihen mit 2, 4 oder 6 Reihen zusammengeschaltet werden. Dabei wird eine Flächeneffizienz von 4,38 m<sup>2</sup>/AP erreicht.<sup>638</sup>

Arbeitsplatztyp	Grundfläche pro Arbeitsplatz
Allgemeiner Arbeitsplatz	8 m <sup>2</sup> /AP, für jeden weiteren > 6 m <sup>2</sup> /AP
Zellenbüro	8 – 10 m <sup>2</sup> /AP
Großraumbüro	12 – 15 m <sup>2</sup> /AP

Tabelle 4-3: Grundfläche pro Arbeitsplatz nach ASR A1.2.<sup>639</sup>

634 Vgl. Statistisches Bundesamt (Destatis): "Bauen und Wohnen - Mikrozensus - Zusatzerhebung 2014 Bestand und Struktur der Wohneinheiten Wohnsituation der Haushalte: Fachserie 5 Heft 1: xlsx". Wiesbaden, 2016, WS-23.

635 Vgl. Keysberg, M.: Analyse von marktfähigen Arbeitsplatzkonzepten unter besonderer Berücksichtigung der Flächeneffizienz und der Objektkonzeption. Masterarbeit. Technische Universität München, 2017.

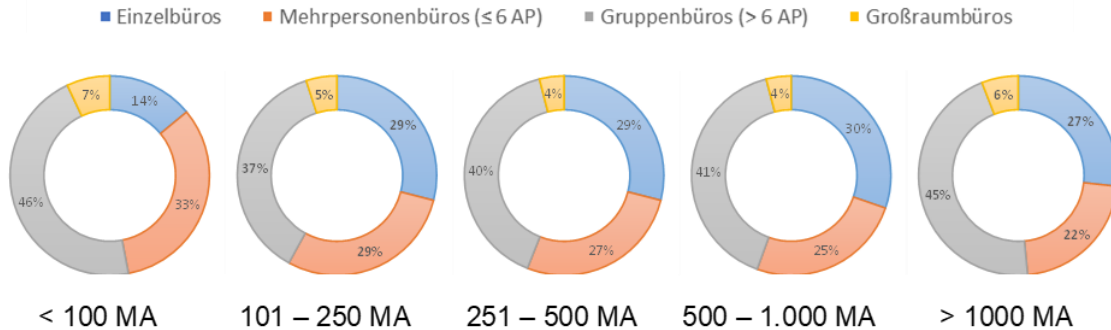
636 Vgl. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: ASR A1.2, Raumabmessungen und Bewegungsflächen. 2013, S. 3.

637 Vgl. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: ASR A1.2, Raumabmessungen und Bewegungsflächen. 2013, S. 4–5.

638 Vgl. Keysberg, M.: Analyse von marktfähigen Arbeitsplatzkonzepten unter besonderer Berücksichtigung der Flächeneffizienz und der Objektkonzeption. Masterarbeit. Technische Universität München, 2017.

639 Vgl. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: ASR A1.2, Raumabmessungen und Bewegungsflächen. 2013, S. 4–5.

Jones Lang LaSalle hat 7.364 Arbeitnehmer aus über 40 Unternehmen in 12 Ländern nach deren Erfahrungen am Arbeitsplatz befragt.<sup>640</sup> Es wurde u.a. die Häufigkeit der vorhandenen Arbeitsplatztypen analysiert. Betrachtet man die Verteilung differenziert nach der Mitarbeiteranzahl (MA) der Unternehmen, ergibt sich Abbildung 4-15.



**Abbildung 4-15: Verteilung der Arbeitsplatztypen kategorisiert nach der Unternehmensgröße anhand der Mitarbeiteranzahl (MA).**<sup>641</sup>

Für Hotelimmobilien lässt sich die Anzahl der Gäste anhand der prognostizierten Zimmerauslastung (engl. Occupancy) aus Marktberichten ableiten.<sup>642</sup> Abbildung 4-16 zeigt als Beispiel für die Top 7 Städte in Deutschland die Zimmerauslastung im Jahr 2020. Die Veränderung zum Vorjahr fällt dabei infolge der Sondereffekte durch die Corona-Pandemie negativ aus.

#### Zimmerauslastung und Average roomrate für die Top 7 Städte in Deutschland im Überblick für das Quartal 1-4 im Jahr 2020

Kennzahlen KPIs <sup>1</sup>	Deutschland Germany	Berlin Berlin	Düsseldorf Dusseldorf	Frankfurt Frankfurt	Hamburg Hamburg	Köln Cologne	München Munich	Stuttgart Stuttgart
Zimmerauslastung Ø Occupancy Ø	29,6 %	27,6 %	25,3 %	22,3 %	32,0 %	29,4 %	24,3 %	26,5 %
Veränderung Vorjahr Development YOY	-42,5 %-ppt	-52,3 %-ppt	-43,7 %-ppt	-44,1 %-ppt	-46,9 %-ppt	-45,4 %-ppt	-52,4 %-ppt	-45,8 %-ppt
ZimmerpreisØ Average room rate	87,00 €	88,00 €	103,00 €	96,00 €	85,00 €	91,00 €	88,00 €	91,00 €
Veränderung Vorjahr Development YOY	-11,2 %	-10,2 %	-6,4 %	-6,8 %	-15 %	-18 %	-22,8 %	-9,0 %

**Abbildung 4-16: Die Zimmerauslastung von Hotelimmobilien in den Top 7 Städten in Deutschland Stand Quartal 1-4 im Jahr 2020.**<sup>643</sup>

Shopping-Center werden für den Betrieb bei einer gewissen Passantenfrequenz (z.B. je Monat) geplant, da diese als umsatzrelevantes Kriterium zur Bestimmung der Miete beiträgt.<sup>644</sup> Abbildung 4-17 zeigt beispielsweise die öffentlich zugänglichen Messdaten der Top 10 Passantenfrequenzen für den Monat November in den Einkaufsstraßen in Deutschland und Österreich mit Stand 01.12.2022 der hystreet.com GmbH. Wie stark die Anziehungskraft der Lage

<sup>640</sup> Vgl. Puybaraud, Marie: Workplace - Human Experience Report - a global perspective. Jones Lang LaSalle GmbH. 2017, S. 8.

<sup>641</sup> Vgl. Puybaraud, Marie: Workplace - Human Experience Report - a global perspective. Jones Lang LaSalle GmbH. 2017, S. 27.

<sup>642</sup> Vgl. Colliers: Marktbericht 2021, 2020 Q1-Q4., Berlin, S.10.

<sup>643</sup> Vgl. Colliers: Marktbericht 2021, 2020 Q1-Q4., Berlin, S.10.

<sup>644</sup> Vgl. Jones Lang LaSalle (JLL): Immobilienmarkt – Definitionen. Berlin 2012, S.23.

z.B. einer Innenstadt, ist hängt u.a. vom angesiedelten Branchen- und Mietermix ab.<sup>645</sup> Wie Untersuchungen in München ergeben haben, sind es vor allem die Segmente Sport/Camping/Outdoor, Textilkaufhaus/Warenhaus und Fashion gehobener/sehr gehobener Preislagen, welche Besucher aus einem großen Einzugsgebiet anlocken. Die höchsten sog. Capture Rates werden von den Elektrokonzepten, Textilkaufhäusern/Warenhäusern und mit deutlichem Abstand von Fashion-Discountern der günstigen bis mittleren Preislage erzielt. Unter der Capture Rate wird das Verhältnis der Besucher eines Konzeptes/Shops zur Passantenfrequenz verstanden. Die Capture Rate der Konzepte ist im Wesentlichen in unterschiedlichen Städten vergleichbar.<sup>646</sup> Als Beispiel waren 2014 die Marken mit der höchsten Capture Rate von 10 % in München Galerie Kaufhof, Saturn, Oberpollinger (Karstadt), Abercrombie & Fitch, H&M, Apple und Forever 21.<sup>647</sup>

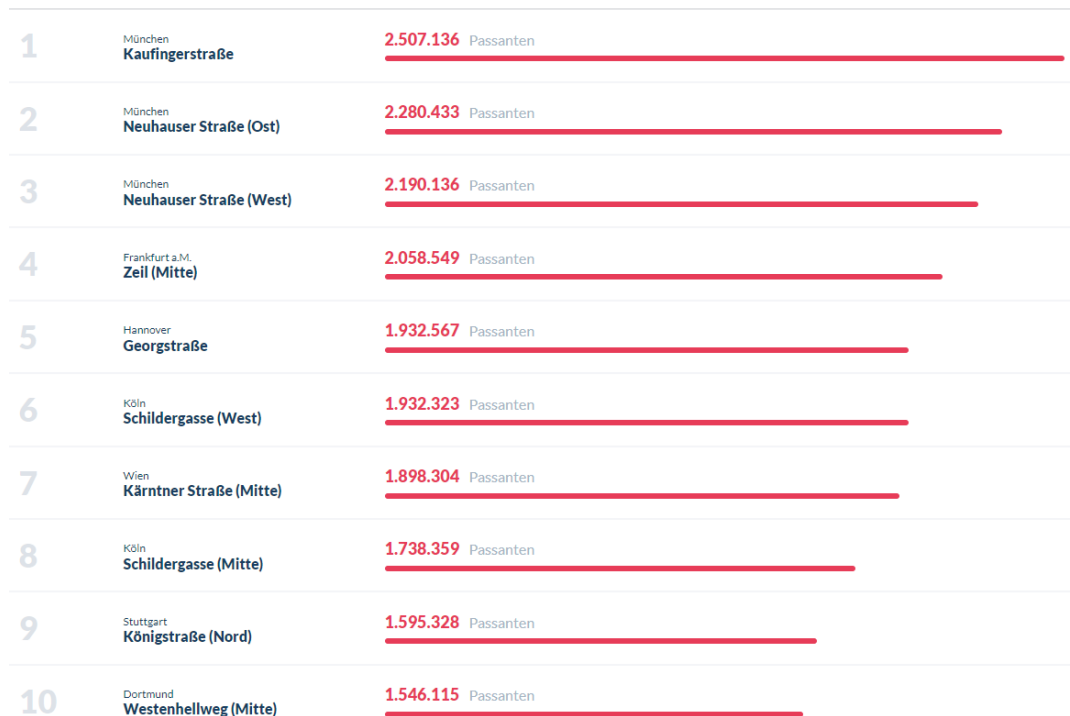


Abbildung 4-17: Öffentlich zugängliche Messdaten der Top 10 Passantenfrequenzen in den Einkaufsstraßen in Deutschland und Österreich mit Stand 01.12.2022 der hystreet.com GmbH.<sup>648</sup>

645 Vgl. HDE Handelsverband Deutschland, Konsumentenbefragung „Vitale Innenstädte 2014“, 2015.

646 Vgl. Bernreuther, A.: Strahlkraft von Marken – Frequenz im Handel. BBE Handelsberatung, München, 2015.

647 Vgl. Bernreuther, A.: Strahlkraft von Marken – Frequenz im Handel. BBE Handelsberatung, München, 2015.

648 hystreet.com GmbH: TOP 10 STANDORTE IM NOVEMBER 2022. Internetquelle auf <https://hystreet.com/ranking> aufgerufen am 08.12.2022.

### 4.3.3 Berechnung der technischen Lebensdauer von Bauteilen für den Anwendungsfall

Mit der Kenntnis des Nutzungspotentials  $Np_{Ref}$  und dem Angleichungsfaktor  $\alpha$  bzw. des  $Np_{Objekt}$  in [Zy] und der Nutzungsintensität  $Ni_{Ref}$  und dem Angleichungsfaktor  $\beta$  bzw. der  $Ni_{Objekt}$  in [Zy/t] lässt sich die technische Lebensdauer je Bauteil  $i$  berechnen. Es ergibt sich Formel 4-3.

$$tLD_{,i} = \frac{Np_{Ref,i} [Zy] * \alpha_{,i}}{Ni_{Ref,i} \left[ \frac{Zy}{t} \right] * \beta_{,i}} = \frac{Np_{Objekt,i} [Zy]}{Ni_{Objekt,i} \left[ \frac{Zy}{t} \right]}$$

wobei:

$Np_{Ref,i}$ : Nutzungspotential im Referenzfall mit Einheit [Zy] des Bauteils  $i$

$Ni_{Ref,i}$ : Nutzungsintensität im Referenzfall mit Einheit [Zy/t] des Bauteils  $i$

$\alpha_{,i}$ : Angleichungsfaktor der Objektbedingungen des  $Np_{Ref}$  von Bauteil  $i$

$\beta_{,i}$ : Angleichungsfaktor der Objektbedingungen des  $Ni_{Ref}$  von Bauteil  $i$

$Np_{Objekt,i}$ : Nutzungspotential unter Objektbedingungen mit Einheit [Zy] von Bauteil  $i$

$Ni_{Objekt,i}$ : Nutzungsintensität unter Objektbedingungen mit Einheit [Zy/t] von Bauteil  $i$

$tLD_{,i}$ : technische Lebensdauer von Bauteil  $i$

$t$ : Zeit

$Zy$ : Anzahl der Beanspruchungszyklen

**Formel 4-3: Die technische Lebensdauer eines Bauteils  $i$  als Verhältnis von Nutzungspotential und Nutzungsintensität.**

Nach der DIN EN 13659:2015-07 wird für Außenjalousien, Roll- und Drehläden mit wendbaren Lamellen ein Wendezyklus definiert „als vollständige Bewegung des Wendemechanismus, Bewegen der Lamellen von einer Extremstellung in die andere und dann wieder zurück.“<sup>649</sup> Nach DIN EN 13659:2015-07 beträgt das Nutzungspotential für die Beanspruchungsklasse „2“ 7000 [Zy] und ist durchschnittlich einer Nutzungsintensität von 2 Zyklen pro Tag ausgesetzt.<sup>650</sup> Das Beispiel zur Berechnung der technischen Lebensdauer von Außenjalousien mit wendbaren Lamellen ergibt bei einem Einsatz über 365 Tage eine technische Lebensdauer von 9,58 Jahren, vgl. Formel 4-4.

$$tLD_{Jalousie} = \frac{7000 \text{ Beanspruchungszyklen [Zy]}}{730 \text{ Beanspruchungszyklen} \left[ \frac{Zy}{a} \right]} = ca. 9,58 a$$

wobei:

$Np_{Objekt} = 7000$  [Zy]

$Ni_{Objekt} = 730$  [Zy/a]

$tLD$ : technische Lebensdauer

$a$ : Jahr

**Formel 4-4: Beispielrechnung zur Bestimmung der technischen Lebensdauer von Außenjalousien, Roll- und Drehläden.**

649 Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.22.

650 Deutsches Institut für Normung e.V.: Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07. S.24.

### 4.3.4 Leitfaden zur Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen

Für ein betrachtetes Bauteil  $i$  ist das Nutzungspotential  $N_{p_{Ref,i}}$  [Zy] unter Prüfbedingungen zu ermitteln. Die Übereinstimmung der Prüfbedingungen und der Objektbedingungen ist bezüglich vergleichbarer Beanspruchungsverhältnisse der äußeren Umgebungseinflüsse, der inneren Umgebungseinflüsse, Art der Nutzung und konstruktiven Schutzes zu prüfen. Bei Übereinstimmung der Objektbedingungen mit den Prüfbedingungen kann  $N_{p_{Objekt,i}}$  für das Bauteil  $i$  abgeleitet werden und es gilt  $N_{p_{Ref,i}} = N_{p_{Objekt,i}}$ . Stimmen die Objekt- und Prüfbedingungen nicht überein, ist das  $N_{p_{Ref,i}}$  an die Objektbedingungen mit  $\alpha_i$  anzupassen bzw. ein entsprechendes  $N_{p_{Ref,i}}$  zu ermitteln.

Für ein betrachtets Bauteil  $i$  ist die Nutzungsintensität  $N_{i_{Ref,i}}$  [Zy/t] entsprechend dem definierten Beanspruchungszyklus des  $N_{p_{Ref,i}}$  unter Referenzbedingungen (z.B. aus Messung) zu ermitteln. Die Übereinstimmung der Referenzbedingungen und der Objektbedingungen ist durch vergleichbare Nutzungsverhältnisse in den Themenbereichen Nutzungsart, Gestaltungsplanung und Nutzer zu prüfen. Bei Übereinstimmung der Objektbedingungen mit dem Referenzfall kann  $N_{i_{Objekt,i}}$  abgeleitet werden und es gilt  $N_{i_{Ref,i}} = N_{i_{Objekt,i}}$ . Stimmen die Erhebungsbedingungen von  $N_{i_{Ref,i}}$  mit den Objektbedingungen nicht überein, ist das  $N_{i_{Ref,i}}$  an die Objektbedingungen mit  $\beta_i$  anzupassen oder ein entsprechendes  $N_{i_{Ref,i}}$  entsprechend neu zu ermitteln.

Die technische Lebensdauer des Bauteils  $tLD_i$  ergibt sich aus der Division von  $N_{p_{Objekt,i}}$  und  $N_{i_{Objekt,i}}$ . Den Leitfaden zur Bestimmung der technischen Lebensdauer ( $tLD_i$ ) von Bauteilen  $i$  zeigt Abbildung 4-18.



Abbildung 4-18: Leitfaden zur Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen.

## 4.4 Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten

Mit dem Ziel Transparenz der Kosten sowie der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung der Immobile zu erreichen, sind diese auf Ebene der Nutzungsart für die gesamte Immobilie sowie auf Ebene der Bauteile gem. DIN 276 (3.te Ebene) zu bestimmen.

### 4.4.1 Herstellungskosten

Jedes Bauteil  $i$  in einem Standardraum  $j$  weist Angaben zur Menge  $Q_{i,j}$  [Einheit] und Herstellungskosten  $HK_i$  [€/Einheit] auf. Die Herstellungskosten  $HK_i$  des Bauteils werden durch die Multiplikation der Menge  $Q_{i,j}$  mit den Herstellungskosten  $HK_i$  berechnet, vgl. Formel 4-5. Zur Auswertung der Herstellungskosten auf der 3.Ebene (Bauteilebene) der DIN 276 sind alle Herstellungskosten  $HK_{i,j}$  der Bauteile  $i$  je Kostengruppe zu summieren, vgl. Formel 4-6. Durch das Kumulieren der Herstellungskosten je Kostengruppe je Standardraum  $HK_{KG,j}$  über alle eingesetzten Standardräume ergeben sich die Herstellungskosten je Kostengruppe auf Ebene des Immobilientyps  $HK_{KG}$ , vgl. Formel 4-7. Durch die Summierung aller Herstellungskosten je Kostengruppe auf Ebene des Immobilientyps  $HK_{KG}$  ergeben sich die gesamt kumulierten Herstellungskosten der Immobilie  $HK_{Immobilientyp}$ , vgl. Formel 4-8.

$$HK_{i,j} = Q_{i,j} * HK_i$$

**Formel 4-5: Berechnung der Herstellungskosten je Bauteil  $i$  in einem Standardraum  $j$  im Modell.**

$$HK_{KG,j} = \sum_{i \in KG; i \in SRj} HK_{i,j}$$

**Formel 4-6: Berechnung der Herstellungskosten je Kostengruppe (KG) nach DIN 276 je Standardraum  $j$  im Modell.**

$$HK_{KG} = \sum_{SRj} HK_{KG,j}$$

**Formel 4-7: Berechnung der Herstellungskosten je KG nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps im Modell.**

$$HK_{Immobilientyp} = \sum_{KG \ 300 - 400} HK_{KG}$$

**Formel 4-8: Berechnung der gesamt kumulierten Herstellungskosten des Immobilientyps im Modell.**

Abbildung 4-19 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Herstellungskosten im Modell.

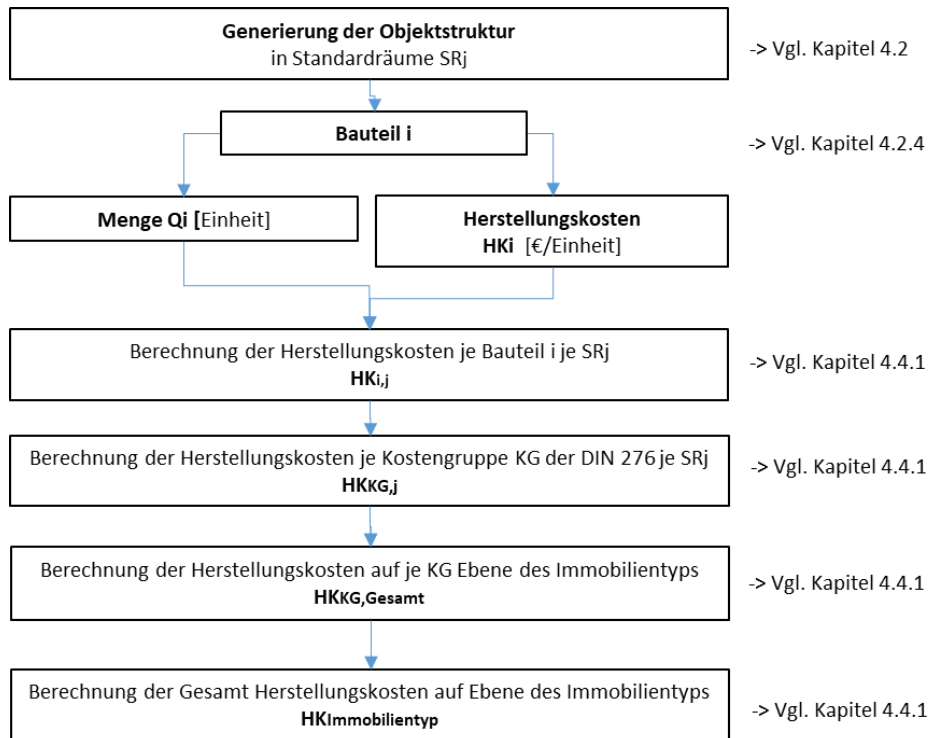


Abbildung 4-19: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Herstellungskosten im Modell.

## 4.4.2 Die Bestimmung der Instandsetzungskosten

Zur Bestimmung der Instandsetzungskosten sind nach Kapitel 2.3.2 die technische Lebensdauer der Bauteile sowie die Berücksichtigung der Bauteilabhängigkeiten und der Instandsetzungsstrategie erforderlich, um die Häufigkeit des Bauteilersatzes über die Gesamtnutzungsdauer zu ermitteln. Hinsichtlich des Bauteilersatzes über die Gesamtnutzungsdauer wird vereinfachend angenommen, dass die Instandsetzung über die Gesamtnutzungsdauer mit einem exakt baugleichen Bauteil mit den entsprechenden Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der gleichen Grauen Energie erfolgt. Es ist anzumerken, dass in Realität allein durch den Fortschritt der Technik über den Betrachtungszeitraum der Bauteilersatz nicht exakt baugleich gegenüber der Herstellung erfolgt. Kosten und Graue Energie, die durch den Ersatz der Bauteile systemisch entstehen, werden transparent dargestellt.

### 4.4.2.1 Bauteilabhängigkeiten

Der Austausch von Bauteilen, die durch ihre konstruktive Einbindung in einem Abhängigkeitsverhältnis zu anderen Bauteilen stehen, kann vorzeitig notwendig werden, sodass deren technische Lebensdauer nicht voll ausgeschöpft wird. Die Beziehungen zwischen Bauteilen werden durch die verwendeten Konstruktionen in der Objektstruktur erzeugt. Bauteile können Abhängigkeiten zu mehreren Bauteilen aufweisen, wie beispielsweise der Fußbodenbelag einer Deckenkonstruktion. Dieser besitzt ein Abhängigkeitsverhältnis zum Estrich sowie zur Trittschalldämmung. So kann jedes Bauteil zu jedem anderen Bauteil einer Konstruktion ein Abhängigkeitsverhältnis aufweisen. Die Bewertung von Konstruktionen ist in Bezug auf die Instandsetzung und nicht für die Herstellung durchzuführen. Die



instandsetzungsbezogenen Beziehungen der einzelnen Bauteile einer Konstruktion lassen sich durch die Kriterien der Zugänglichkeit, der Verbindungen von Bauteilen und der Integration der technischen Anlagen in Konstruktionen identifizieren. Die Bewertung der Zugänglichkeit beinhaltet die Festlegung, ob es sich um ein sichtbares (S) oder ein verdecktes (V) Bauteil handelt, da ein verdecktes Bauteil immer eine Beeinflussung bezüglich Rückbau anderer Bauteile mit sich bringt.<sup>651</sup>

Konstruktive Verbindungen sind in Flächenverbindungen (F) und Einzelverbindungen (E) zu unterscheiden. Als Flächenverbindung gelten Kombinationen aus Bauteil- bzw. Materialschichten. Beispielsweise stellen Fußbodenkonstruktionen bestehend aus mehreren aneinanderhängenden Materialschichten Flächenverbindungen dar. Weiter können lösbare Verbindungen (L) und nicht lösbare Verbindungen (NL) unterschieden werden. Bauteile gelten generell als lösbar, wenn sie ohne Beschädigung angrenzender intakter Bauteile austauschbar sind und beim Ausbauprozess lediglich das Verbindungsmittel zerstört wird. Das gilt insbesondere für Nutzschichten wie beispielsweise dem Fußbodenbelag. Die Estrichoberfläche muss ggf. von Kleberresten gesäubert werden, bevor ein neuer Belag verlegt werden kann.<sup>652</sup>

Nicht lösbare Verbindungen haben die Folge, dass zusätzlich angrenzende, intakte Bauteile mit ausgetauscht werden müssen. Ein Beispiel hierfür ist die Instandsetzung der Trittschalldämmung, sodass die darüber liegenden Schichten, z.B. Fußbodenbelag, ebenfalls ausgetauscht werden müssen.<sup>653</sup>

Die Bauteile der technischen Anlagen sind sowohl vertikal als auch horizontal in das Bauwerk und seine Bestandteile integriert und können bei Instandsetzung ggf. einen zusätzlichen Austausch angrenzender Bauteile notwendig machen. Die Revisionierbarkeit R bzw. beschädigungsfreie Demontage ist Voraussetzung, um Instandsetzungen von technischen Anlagen ohne Beeinflussung der restlichen Bausubstanz zu ermöglichen. Hierzu zählen z.B. Doppelböden, vollständig revisionierbare, abgehängte Decken oder begehbare Installationsschächte. So können z.B. Estrich und Heizungsrohre nicht separat voneinander instandgesetzt werden. Sie müssen immer gemeinsam ausgetauscht werden, sobald nur eines der beiden Elemente versagt.<sup>654</sup>

Für die generierte Objektstruktur der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping werden die relevanten Bauteile mit den genannten Kriterien auf Abhängigkeiten in den Konstruktionen für Wände, Fußbodenaufbau, Decken, Dach sowie der technische Gebäudeausrüstung bewertet. Die Abhängigkeiten je Bauteil lassen sich so, entsprechend den genannten Kriterien, mit (x) ausweisen, vgl. Abbildung 4-20 exemplarisch für den Fußbodenaufbau mit Heizestrich.

---

651 M. Rath: Entwicklung eines Ansatzes zur bauteilbezogenen Bestimmung der Instandsetzungskosten unter spezieller Berücksichtigung des Immobilientyps. Masterarbeit. Technische Universität München, 2019. S.102-105.

652 Vgl. Graubner, Carl-Alexander ; Ritter, F.: Analyse der Trennbarkeit von Materialschichten hybrider Innenbauteile bei Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen, Erstellung einer praxisnahen Datenbank für die Nachhaltigkeitsbeurteilung. Hrsg. Fraunhofer IRB. 2010, S. 37.

653 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt 2011, S. 72-73.

654 Vgl. Hüske, Katja: Nachhaltigkeitsanalyse demontagegerechter Baukonstruktionen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt. Darmstadt 2001, S. 10-110.

Fußboden: Estrich auf Geschossdecke mit Fußbodenheizung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		
			(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	
Abkürzung (...)	KG	LB							
<i>oben</i>									
Schicht (1): Belag	325	36	x		x		x		
Schicht (2): Heizestrich	325	25	x			x		x	
Schicht (3): Trennlage	326	18	x			x		x	
Schicht (4): Trittschall-dämmung	325	25	x			x		x	
Schicht (5): Wärmedämmung	325	25				x		x	
Schicht (6): gebundene Schüttung	325	25	x			x		x	
Schicht (7): evtl. Diffusions-bremsen	326	18	x			x		x	
Schicht (8): Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht						
<i>unten</i>									
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>									
Rohrleitung/Kabel						x		x	

Abbildung 4-20: Zugänglichkeit, Verbindungsbeziehungen und technische Installationen des Fußbodenaufbau mit Heizestrich.

Mit der Markierung (1) sowie der kalkulatorischen Beschaffenheit nach DIN 276 und dem Leistungsbereich Standardleistungsbuch (STLB-Bau) können die Bauteilabhängigkeiten einem Standardraum zugeordnet werden, vgl. Abbildung 4-21. Die übrigen Konstruktionen für Wände, Fußböden, Decken und Dach sind in Anhang E dargestellt.

Fußboden: Estrich auf Geschossdecke mit Fußbodenheizung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen												
			(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile												
Abkürzung (...)	KG	LB							Beschreibung:												
									Schicht (1): Belag	Schicht (2): Heizestrich	Schicht (3): Trennlage	Schicht (4): Trittschall-dämmung	Schicht (5): Wärmedämmung	Schicht (6): gebundene Schüttung	Schicht (7): evtl. Diffusions-bremsen	Schicht (8): Massivdecke					
<i>oben</i>									KGLB	32536	32525	32618	32525	32525	32525	32618	35913				
Schicht (1): Belag	325	36	x		x		x		32536	1											
Schicht (2): Heizestrich	325	25	x			x		x	32525	1	1										
Schicht (3): Trennlage	326	18	x			x		x	32618	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (4): Trittschall-dämmung	325	25	x			x		x	32525	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (5): Wärmedämmung	325	25			x		x		32525	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (6): gebundene Schüttung	325	25	x			x		x	32525	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (7): evtl. Diffusions-bremsen	326	18	x			x		x	32618	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (8): Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht							35913											
<i>unten</i>																					
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>																					
Rohrleitung/Kabel							x														

Abbildung 4-21: Analyse Fußbodenaufbau - Heizestrich auf Geschossdecke mit Fußbodenheizung.

#### 4.4.2.2 Die Instandsetzungsstrategie

Nach Kapitel 2.4 lässt sich die Instandsetzungsstrategie durch die Festlegung einer Abnutzungsgrenze abbilden, welche einen vereinbarten Mindestwert darstellt, bei dessen Erreichen das Bauteil ausgetauscht wird. Es lassen sich Strategien zur Schadensbeseitigung (korrektiv) und zur Schadensvermeidung (präventiv) unterscheiden. Die Dauer zwischen Einbau und Austauschzeitpunkt wird als Lebensdauer des Bauteils  $i$  ( $LD_i$ ) bezeichnet. Der Austauschzeitpunkt kann dann durch die Formulierung der Abnutzungsgrenze als Faktor  $\gamma$

bezogen auf die technische Lebensdauer  $tLD_i$  formuliert werden, es ergibt sich,  $LD_i = tLD_i \cdot \gamma$ . Ein  $\gamma < 1$  ermöglicht dabei die Berücksichtigung einer präventiven Strategie. Ein  $\gamma = 1$  bildet den erforderlichen Austausch des Bauteils am Ende der technischen Lebensdauer ab. Zur Darstellung der erforderlichen Instandsetzungsaufwendungen wird im Folgenden von einem Austausch des Bauteils am Ende der technischen Lebensdauer unter Berücksichtigung der Bauteilabhängigkeiten ausgegangen.

### 4.4.2.3 Bestimmung der Häufigkeit des Bauteilersatzes

Die Abnutzung der Bauteile infolge Nutzungsintensität (vgl. 4.3) wird über die Zeit als konstant angenommen. Der Zustand bzw. die Restlebensdauer eines Bauteils ergibt sich damit aus der Subtraktion von Lebensdauer  $LD_i$  minus Bauteilalter  $a_i$ . Das Bauteilalter  $a_i$  ist für den Neubau zu Beginn 0 und für den Bestand entsprechend zu berücksichtigen. Der Zustand ist für die Bauteile jedes Jahr bzw. zu jedem Zeitpunkt  $t$  über die Gesamtnutzungsdauer (GND) zu überprüfen. Ist der Zustand bzw. Restlebensdauer 0, wird das Bauteil  $i$  ausgetauscht und das Bauteilalter  $a_i$  ist wieder auf 0 zu setzen. Ist der Zustand  $> 0$ , werden die Bauteilbeziehungen der in Kapitel 4.4.1.2.2 entwickelten Matrizen in jedem Standardraum  $SR_j$  geprüft. Liegt eine Bauteilbeziehung zu einem anderen Bauteil vor, welches zu diesem Zeitpunkt  $t$  im  $SR_j$  ausgetauscht wird, erfolgt die Instandsetzung beider Bauteile gekoppelt. Die Anzahl der Instandsetzungen  $n_{Ersatz}$  von Bauteil  $i$  ergibt sich aus der Summe aller Bauteilaustausche über die Gesamtnutzungsdauer zum Zeitpunkt  $(t)$ , vgl. Abbildung 4-22. Für nicht gekoppelte Bauteile lässt sich alternativ die Anzahl der Bauteilaustausche  $n_{Ersatz}$  zum Zeitpunkt  $(t)$  aus dem ganzzahlig abgerundeten Quotienten  $\left\lfloor \frac{t}{LD_{i,j}} \right\rfloor$  aus Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer (GND) und der Bauteillebensdauer  $LD_i$  ermitteln.

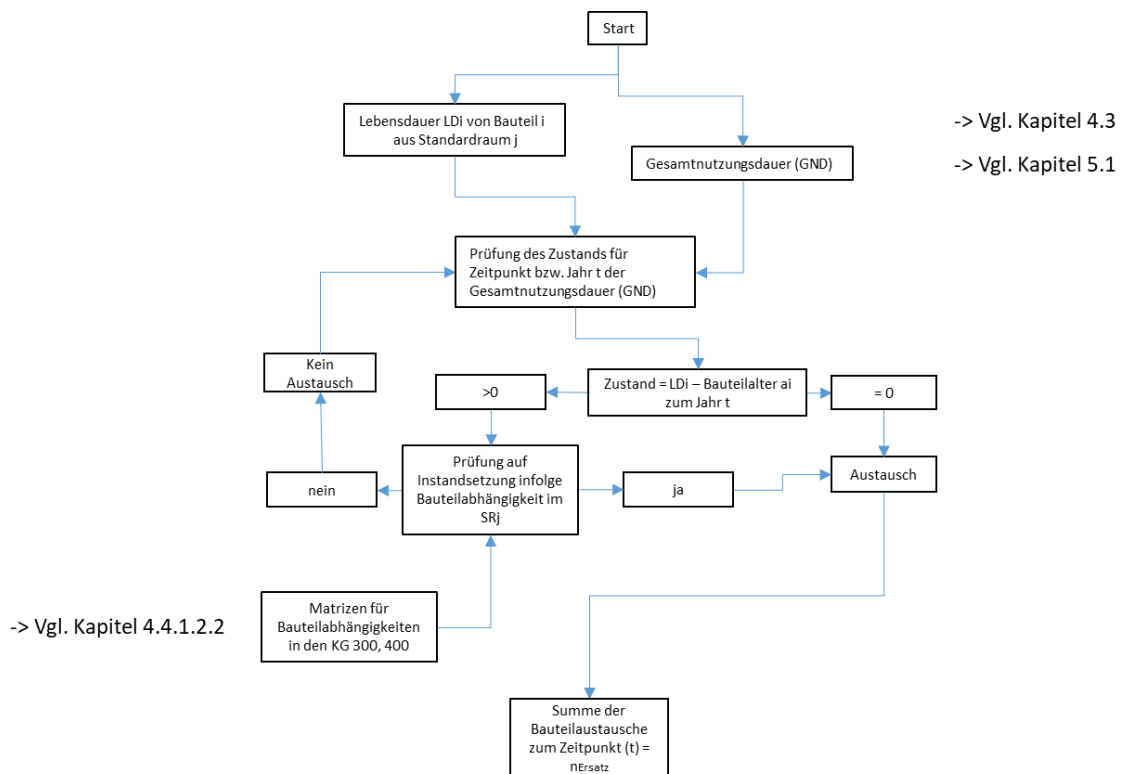


Abbildung 4-22: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Austauschhäufigkeit  $n_{Ersatz}$  eines zum Zeitpunkt  $(t)$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.

#### 4.4.2.4 Berechnung der Instandsetzungskosten

Jedes Bauteil  $i$  in einem Standardraum  $j$  weist Angaben zur Menge  $Q_{i,j}$  [Einheit], zu den Instandsetzungskosten  $IZK_i$  [€/Einheit] sowie zur Lebensdauer  $LD_i$  auf. Für Bauteile, die keine Bauteilbeziehungen eingehen und separat instand gesetzt werden können, ergeben sich die Instandsetzungskosten eines Bauteils  $i$   $IZK_{i,j}$  je Standardraum  $SR_j$  zum Zeitpunkt  $t$  aus dem Produkt der Instandsetzungskosten  $IZK_i$ , der Menge  $Q_{i,j}$  und dem ganzzahlig abgerundeten Quotienten aus Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer (GND) und der Lebensdauer  $LD_{i,j}$ , vgl. Formel 4-9.

$$IZK_{i,j}(t) = Q_{i,j} * IZK_i * \left\lfloor \frac{t}{LD_i} \right\rfloor$$

**Formel 4-9: Berechnung der Instandsetzungskosten je Bauteil  $i$  ohne Bauteilbeziehung in einem Standardraum  $j$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer.**

Für Bauteile, die in einer Kopplungsbeziehung stehen ergeben sich die Instandsetzungskosten  $IZK_{i,j}$  zum Zeitpunkt ( $t$ ) der Gesamtnutzungsdauer durch die Multiplikation der Instandsetzungskosten  $IZK_i$ , der Menge  $Q_{i,j}$  und Austauschhäufigkeit  $n_{Ersatz,i}$ , vgl. Formel 4-10.

$$IZK_{i,j}(t) = Q_{i,j} * IZK_i * n_{Ersatz,i}(t)$$

**Formel 4-10: Berechnung der Instandsetzungskosten je Bauteil  $i$  mit Bauteilbeziehungen in einem Standardraum  $j$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.**

Zur Auswertung der Instandsetzungskosten  $IZK_{KG,j}$  auf der 3.Ebene (Bauteilebene) der DIN 276 sind alle Instandsetzungskosten  $IZK_{i,j}$  der Bauteile  $i$  je Kostengruppe  $KG$  zu summieren, vgl. Formel 4-11. Durch das Kumulieren der Instandsetzungskosten je Kostengruppe je Standardraum  $j$   $IZK_{KG,j}$  über alle eingesetzten Standardräume  $j$  ergeben sich die Instandsetzungskosten je Kostengruppe auf Ebene des Immobilientyps  $IZK_{KG}$ , vgl. Formel 4-12. Durch die Summierung aller Instandsetzungskosten je Kostengruppe  $IZK_{KG}$  auf Ebene des Immobilientyps ergeben sich die gesamt kumulierten Instandsetzungskosten der Immobilie  $IZK_{Immobilientyp}$ , vgl. Formel 4-13.

$$IZK_{KG,j}(t) = \sum_{i \in KG; i \in SR_j} IZK_{i,j}(t)$$

**Formel 4-11: Berechnung der Instandsetzungskosten je Kostengruppe (KG)  $IZK_{KG,j}$  nach DIN 276 je Standardraum  $j$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.**

$$IZK_{KG}(t) = \sum_{SR_j} IZK_{KG,j}(t)$$

**Formel 4-12: Berechnung der Instandsetzungskosten je KG  $IZK_{KG}$  nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.**

$$IZK_{Immobilientyp}(t) = \sum_{KG300 \text{ bis } 400} IZK_{KG}(t)$$

Formel 4-13: Berechnung der gesamt kumulierten Instandsetzungskosten der Immobilie  $IZK_{Immobilientyp}$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.

Abbildung 4-23 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Instandsetzungskosten im Modell.

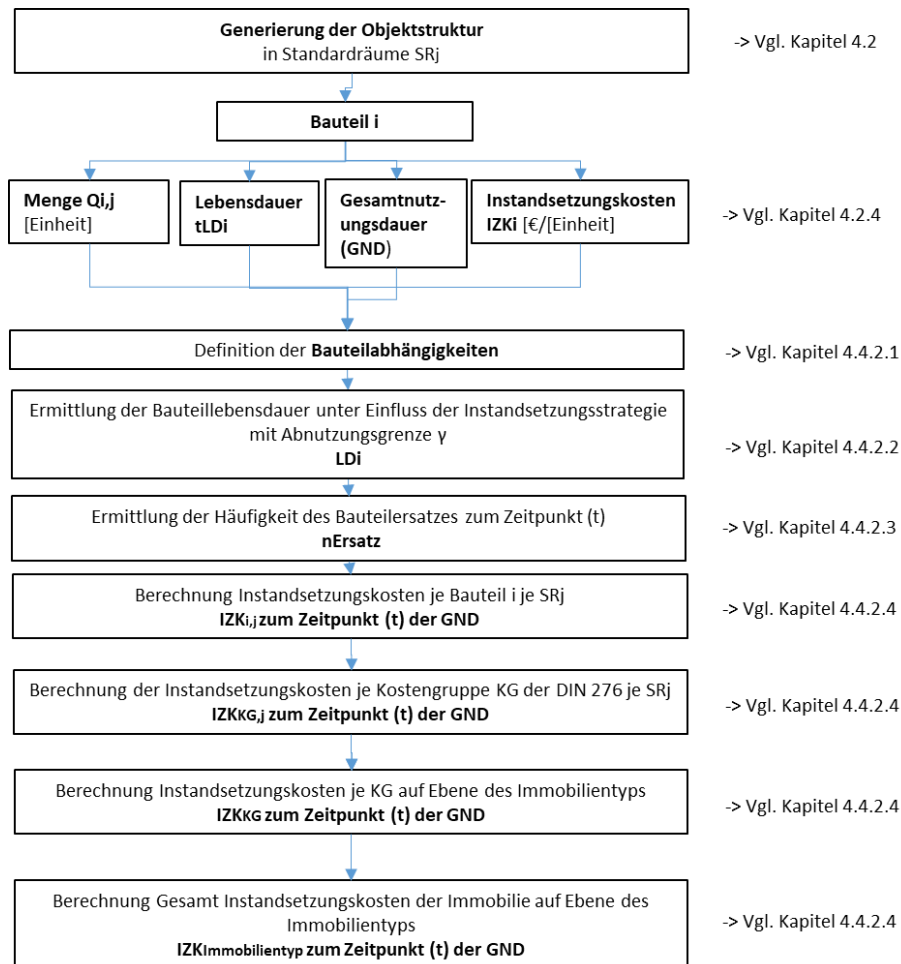


Abbildung 4-23: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Instandsetzungskosten im Modell.

## 4.5 Die Bestimmung der Grauen Energie

### 4.5.1 Die Bestimmung der Grauen Energie für die Herstellung

Jedes Bauteil  $i$  in einem Standardraum  $j$  weist Angaben zur Menge  $Q_{i,j}$  [Einheit] und zur Grauen Energie  $GE_i$  [MJ/Einheit] auf. Die Graue Energie des Bauteils  $GE_{i,j}$  wird durch die Multiplikation der Menge  $Q_{i,j}$  mit der Graue Energie  $GE_i$  berechnet, vgl. Formel 4-14. Zur Auswertung der Grauen Energie  $GE_{KG,j}$  auf der 3.Ebene (Bauteilebene) der DIN 276 ist die gesamte Graue Energie der Bauteile  $i$   $GE_{i,j}$  je Kostengruppe zu summieren, vgl. Formel 4-15. Durch das kumulieren der Grauen Energie je Kostengruppe je Standardraum  $GE_{KG,j}$  über alle eingesetzten Standardräume ergibt die Graue Energie je Kostengruppe auf Ebene des Immobilientyps  $GE_{KG}$ ,

vgl. Formel 4-16. Durch die Summierung der gesamten Grauen Energie je Kostengruppe auf Ebene des Immobilientyps  $GE_{KG}$  ergibt sich die kumulierte Graue Energie der Immobilie  $GE_{Immobilientyp}$ , vgl. Formel 4-17.

$$GE_{i,j} = Q_{i,j} * GE_i$$

**Formel 4-14: Berechnung der Grauen Energie für Herstellung je Bauteil in einem Standardraum j  $GE_{i,j}$  im Modell.**

$$GE_{KG,j} = \sum_{i \in KG; i SRj} GE_{i,j}$$

**Formel 4-15: Berechnung der Grauen Energie für Herstellung je Kostengruppe (KG) nach DIN 276 je Standardraum j  $GE_{KG,j}$  im Modell.**

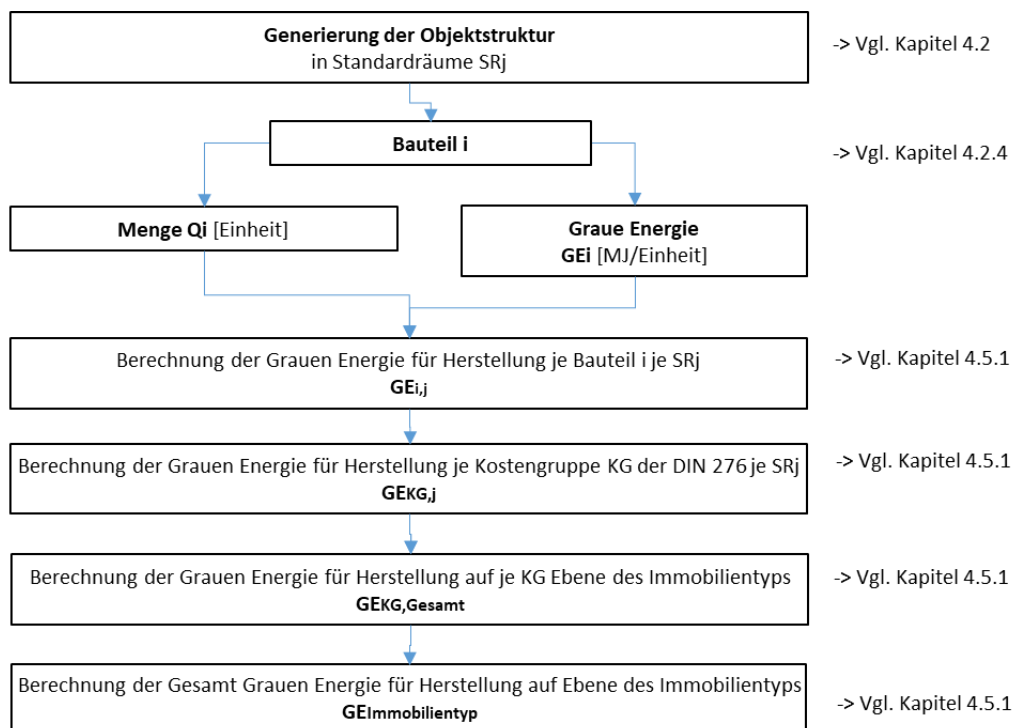
$$GE_{KG} = \sum_{SRj} GE_{KG,j}$$

**Formel 4-16: Berechnung der Grauen Energie für Herstellung je KG nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps  $GE_{KG}$  im Modell.**

$$GE_{Immobilientyp} = \sum_{KG300-400} GE_{KG}$$

**Formel 4-17: Berechnung der gesamt kumulierten Grauen Energie für Herstellung der Immobilie  $GE_{Immobilientyp}$  im Modell.**

Abbildung 4-24 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Grauen Energie für Herstellung im Modell.



**Abbildung 4-24: Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Grauen Energie für die Herstellung im Modell.**

## 4.5.2 Die Bestimmung der Grauen Energie für die Instandsetzung

Jedes Bauteil  $i$  in einem Standardraum  $j$  weist Angaben zur Menge  $Q_{i,j}$  [Einheit] und Grauen Energie  $GE_i$  [MJ/Einheit] sowie zur Lebensdauer  $LD_i$  auf. Für Bauteile die keine Bauteilbeziehungen eingehen, ergibt sich die Graue Energie für Instandsetzung je Bauteil  $i$   $GE_{IZ,i,j}$  eines Standardraums  $SR_j$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer (GND) aus dem Produkt der Grauen Energie  $GE_i$ , der Menge  $Q_{i,j}$  und dem ganzzahlig abgerundeten Quotienten aus dem Zeitpunkt  $t$  und der Lebensdauer  $LD_i$ , vgl. Formel 4-18.

$$GE_{IZ,i,j}(t) = Q_{i,j} * GE_i * \left\lfloor \frac{t}{LD_i} \right\rfloor$$

**Formel 4-18: Berechnung der Grauen Energie je Bauteil  $GE_{IZ,i,j}$  ohne Bauteilbeziehung in einem Standardraum zum Zeitpunkt  $t$  im Modell.**

Für Bauteile, die in einer Kopplungsbeziehung stehen, ergibt sich die Graue Energie für Instandsetzung je Bauteil in einem Standardraum  $j$   $GE_{IZ,i,j}$  zum Zeitpunkt ( $t$ ) durch die Multiplikation der Grauen Energie/Einheit  $GE_i$ , der Menge  $Q_{i,j}$  und der Austauschhäufigkeit  $n_{Ersatz,i}$  (vgl. Kapitel 4.4.2.3), es ergibt sich Formel 4-19.

$$GE_{IZ,i,j}(t) = Q_{i,j} * GE_i * n_{Ersatz,i}(t)$$

**Formel 4-19: Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung je Bauteil  $GE_{IZ,i,j}$  mit Bauteilbeziehung in einem Standardraum  $j$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.**

Zur Auswertung der Grauen Energie für Instandsetzung auf der 3.Ebene (Bauteilebene)  $GE_{IZ,KG,j}$  der DIN 276 ist die Graue Energie der Bauteile  $i$   $GE_{IZ,i,j}$  je Kostengruppe zu summieren, vgl. Formel 4-20. Durch das Kumulieren der Grauen Energie je Kostengruppe je Standardraum  $GE_{IZ,KG,j}$  über alle eingesetzten Standardräume ergibt sich die Graue Energie je Kostengruppe auf Ebene des Immobilientyps  $GE_{IZ,KG}$ , vgl. Formel 4-21. Durch die Summierung der gesamten Grauen Energie je Kostengruppe auf Ebene des Immobilientyps  $GE_{IZ,KG}$  ergibt sich die gesamt kumulierte Graue Energie der Immobilie  $GE_{IZ,Immobilientyp}$ , vgl. Formel 4-22.

$$GE_{IZ,KG,j}(t) = \sum_{i \in KG; i \in SR_j} GE_{IZ,i,j}(t)$$

**Formel 4-20: Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung je Kostengruppe (KG) nach DIN 276  $GE_{IZ,KG,j}$  je Standardraum  $j$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.**

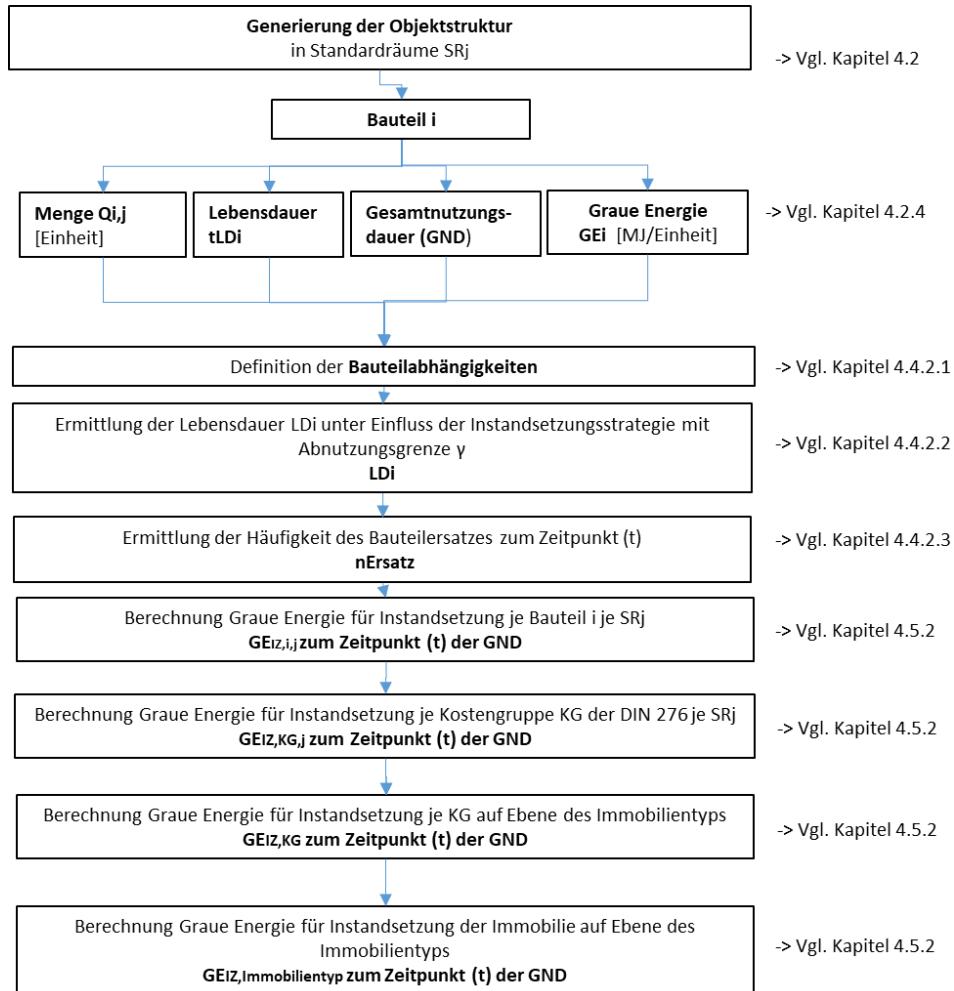
$$GE_{IZ,KG}(t) = \sum_{SR_j} GE_{IZ,KG,j}(t)$$

**Formel 4-21: Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung je KG nach DIN 276 auf Ebene des Immobilientyps  $GE_{IZ,KG}$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.**

$$GE_{IZ,Immobilientyp}(t) = \sum_{KG300-400} GE_{IZ,KG}(t)$$

**Formel 4-22: Berechnung der Grauen Energie für die Instandsetzung der Immobilie auf Ebene des Immobilientyps  $GE_{IZ,Immobilientyp}$  zum Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer im Modell.**

Abbildung 4-25 zeigt ein Ablaufdiagramm zur Bestimmung der Grauen Energie für Instandsetzung im Modell.



**Abbildung 4-25: Ablaufdiagramm zur Berechnung der Grauen Energie für Instandsetzung im Modell je Zeit (t) der Gesamtnutzungsdauer (GND).**



## **5 Simulation der Auswirkungen der wesentlichen Parameter auf Herstellungs- und Instandsetzungskosten und auf Graue Energie**

Um gem. Kapitel 1.1. Zielsetzung zu frühen Projektphasen die Kosten sowie die Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung unterschiedlicher Immobilientypen qualitativ und quantitativ zu bestimmen, wird eine Simulation aufgebaut und durchgeführt. Im Hinblick auf die im Kapitel 2.1 angesprochene Immobilienwertermittlung kann durch die Identifikation der Treiber der Herstellungs- und Instandsetzungskosten einen Erklärungsbeitrag bei der Bildung des Immobilienwerts von z.B. am Markt auftretenden Faktoren generiert werden sowie können Instandsetzungskosten für z.B. die Anwendung im Ertragswertverfahren über die Gesamtnutzungsdauer bereitgestellt werden. Im Hinblick auf eine mögliche Berücksichtigung der Grauen Energie in der Immobilienbewertung in der Zukunft wird durch die entsprechende, transparente Darstellung der Grauen Energie eine Vergleichsgrundlage geschaffen. Eine Gegenüberstellung der aufzuwendenden Grauen Energie und der jeweiligen Bauteilkosten soll im Rahmen der Planung einen Beitrag zur Optimierung der Immobilie liefern, um beispielsweise wie in der Einführung beschrieben, eine Reduzierung von Primärenergie zu ermöglichen. Eine Sensitivitätsanalyse soll die Auswirkung der Nutzungsintensität auf die Herstellungs- und Instandsetzungskosten und auf die Graue Energie über eine definierte Gesamtnutzungsdauer aufzeigen.

Kosten sowie die Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung lassen sich mit dem beschriebenen Verfahren, entsprechend Kapitel 4, auf Basis der individuellen Gebäudegeometrie und -flächen in Abhängigkeit der zugrundeliegenden Gebäudeparameter (z.B. Immobilientyp, etc.) und der Bauteilparameter (z.B. technische Lebensdauer, etc.), zu einem Zeitpunkt  $t$  der Gesamtnutzungsdauer ermitteln.

### **5.1 Die Eingabe der Gebäudeparameter**

Die Eingabe der Gebäudeparameter erfordert die Festlegung von Immobilientyp, Gebäudetyp, Standards und Standardräumen. Der Immobilientyp wird durch die Funktionsbetriebe Wohnen, Büro, Hotel und Shopping festgelegt. Im Hinblick auf das Ziel wird ein Gebäude mit konkreter Geometrie und BGF zugrunde gelegt, das die Anforderungen der Standards aller Nutzungsarten erfüllt und damit nicht vollständig den Ansprüchen der Architektur einer Nutzungsart gerecht wird. Um eine für institutionelle Anleger gängige Ausrichtung der Untersuchung zu erreichen, soll das Gebäude bei innerstädtischer Lage die Gebäudeklasse 5 aufweisen und ein Volumen der Herstellungskosten >20 Mio. Euro generieren. Das der Simulation zugrundeliegende Gebäude stimmt damit in Gebäudetyp, Baurecht (BGF), Gründung, Rohbau, Fassade und Dach für die Nutzungsarten Wohnen, Büro, Hotel und Shopping überein. Das so entstehende, übergeordnete Basis-Gebäude wird in Ausbau und technischer Gebäudeausrüstung für die vier Funktionsbetriebe geplant, um größtmögliche Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Die vier entstehenden Objektkonzepte werden in jeweils drei weiteren Varianten entsprechend der entwickelten Standards in den Niveaustufen „Niedrig“, „Mittel“, „Hoch“ ausdifferenziert. Die Niveaustufen des Standards werden in den entsprechenden Standardräumen auf Bauteilebene abgebildet, welche mit der jeweiligen Flächengliederung der Funktionsbetriebe Wohnen, Büro,

Hotel und Shopping in Geometrie und Anzahl skaliert werden, um die erforderlichen Bauteilmengen zu generieren.

## 5.1.1 Die Nutzung des Objekts als Wohnimmobilie

### 5.1.1.1 Funktionsbetrieb

Für die Simulation wurden Grundrisstypen der einzelnen Wohnungen entworfen. Die gewählten Abmessungen orientieren sich grundsätzlich an den Vorgaben der Bauentwurfslehre nach NEUFERT und ZIEGEL.<sup>655 656 657</sup> Die entwickelten Wohnungskonzepte wurden entsprechend der Gegebenheiten der Bauwerksstruktur ausgerichtet und die Grundrisse der einzelnen Wohnungen so angeordnet, dass die Wohnungen jeweils ausreichend Fenster- und Belüftungsflächen<sup>658</sup> besitzen, vgl. beispielsweise Abbildung 5-1.

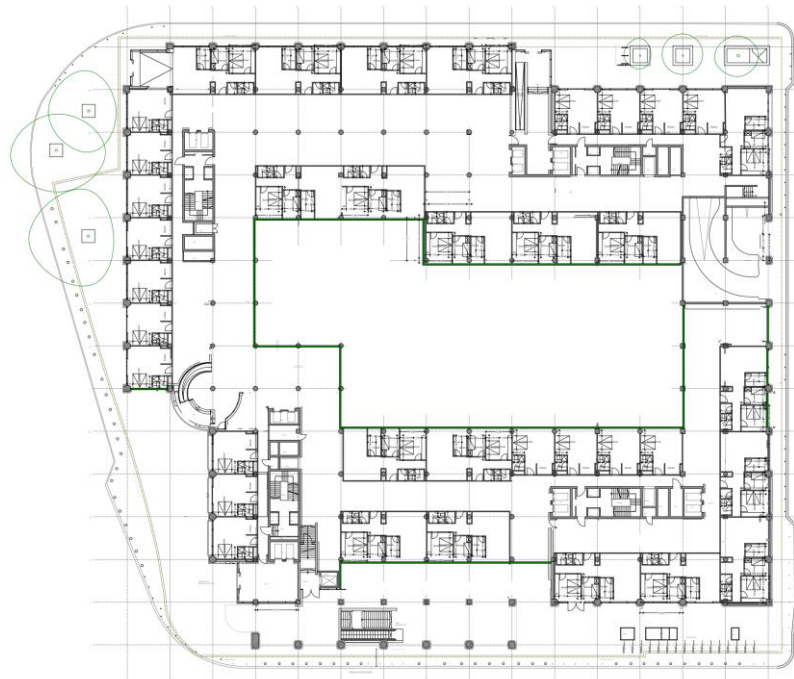


Abbildung 5-1: Beispiel für die Flächenplanung des Funktionsbetriebs Wohnen.

### 5.1.1.2 Gebäudetyp

Das Objekt weist eine BGF von 23814 m<sup>2</sup> gemäß DIN 277 über Untergeschoss bis zweites Obergeschoss (UG, EG, RG1, RG2) auf. Die Grundstücksfläche selbst beträgt ca. 9000 m<sup>2</sup>. Die Bauweise des Objekts ist eine Stahlbeton-Skelettbauweise mit einem regelmäßigen Stützenraster über alle Etagen. Weiterhin sind mehrere Treppenhaukerne für die vertikale Erschließung vorhanden. Die öffentliche Erschließung erfolgt zum einen über einen Eingang im

---

655 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre (42. Ausg.). Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019, S. 289 – 329.

656 Vgl. Ziegel, C.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Wohnimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

657 Vgl. Marshewski, L.: Umnutzungspotenziale von Shopping-Centern und Analyse der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit. TU-München, 2019.

658 Vgl. Art. 45 Abs. 2 Bayerische Bauordnung (BayBO). 2019, S. 45.

ersten Untergeschoss sowie über mehrere Zugänge im Erdgeschoss. Die Höhenentwicklung des Gebäudes sowie die Dimensionierung der tragenden Stahlbetondecken sind in Abbildung 5-2 dargestellt.

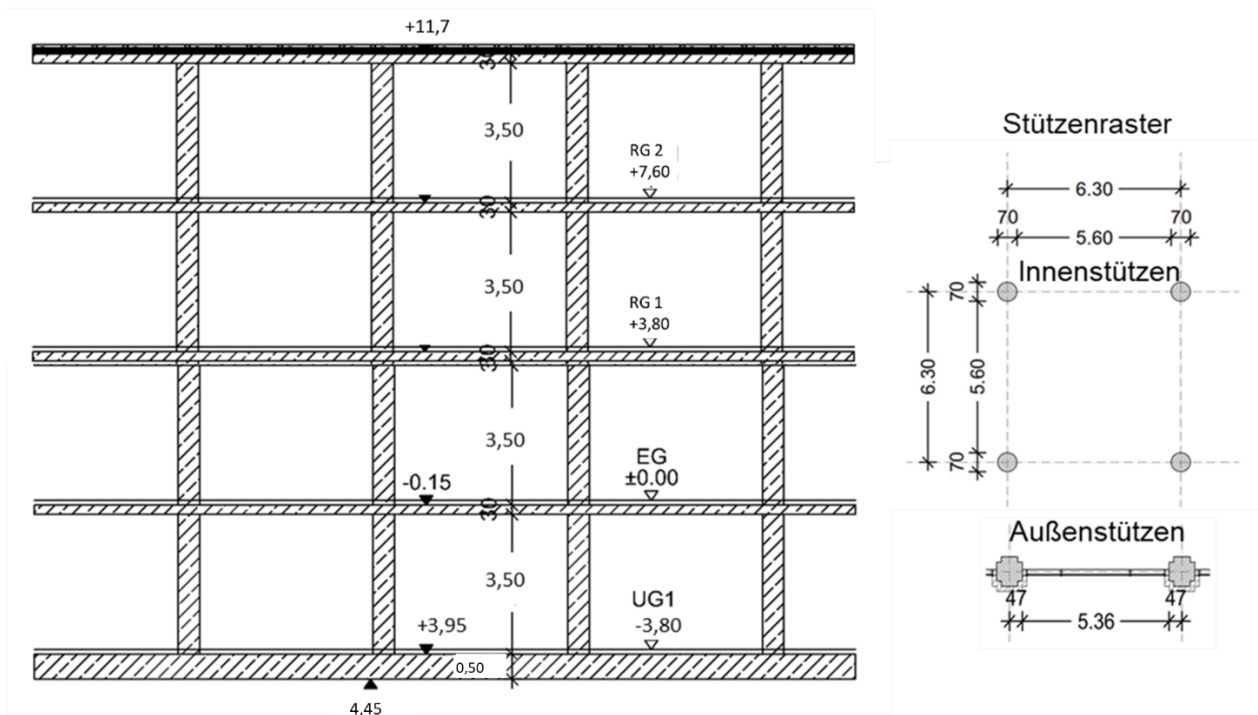


Abbildung 5-2: Regelschnitt der Höhenentwicklung des Gebäudes und Stützenraster.

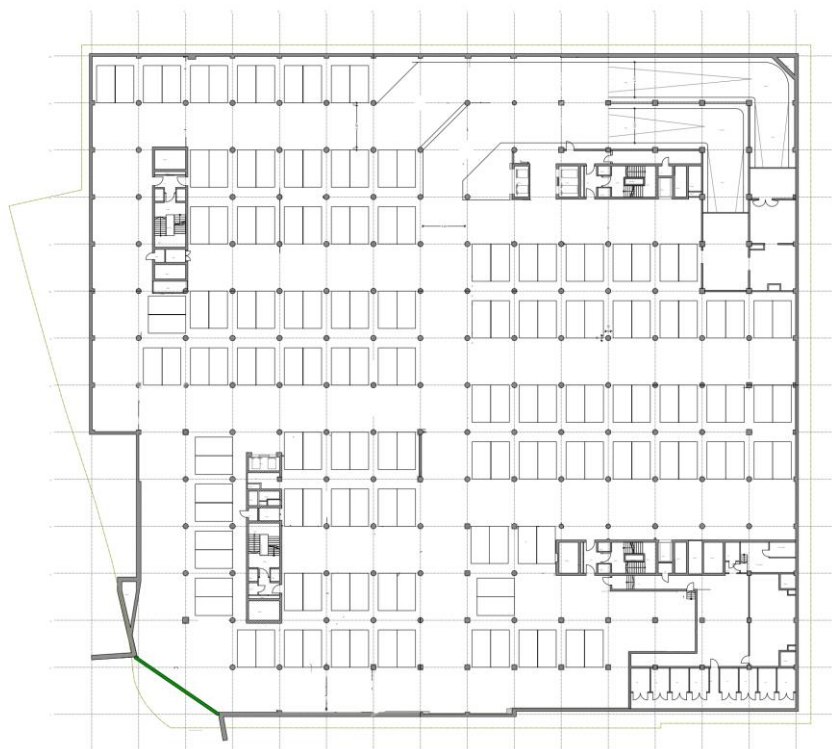
Das Gebäude erfordert eine Baugrube von 8300 m<sup>2</sup> bei einer Aushubtiefe von 5 Metern. Der Boden wird als leicht lösbar (Kies) klassifiziert und die Baugrubenumschließung durch eine Trägerbohlwand realisiert. Für die Gründung wird eine Flachgründung angenommen, die aus einer 50 cm starken Stahlbetonbodenplatte besteht. Die Decke über dem zweiten Obergeschoss ist gleichzeitig das Flachdach des Gebäudes. Die gesamte Flachdachkonstruktion ist als begrüntes Warmdach ausgebildet. Es wird angenommen, dass der gesamte Fußbodenaufbau grundsätzlich überall 150 mm beträgt und aus einem schwimmenden Zementestrich mit Belag besteht. Die tragende Konstruktion besteht aus bewehrtem Stahlbeton. Die Lasten werden über ein regelmäßiges Stützenraster mit Achsmaß 6,3 m abgeleitet. Außenstützen weisen einen Durchmesser von ca. 94 cm und Innenstützen einen Durchmesser von 70 cm auf. Zwischen den äußeren Stützen sind je nach Standard die gewählte Außenwandkonstruktion oder Fassadenelemente vorzufinden. Im Untergeschoss besteht die umlaufende Außenwand aus Stahlbeton. Es ergibt sich insgesamt eine Fassadenfläche von 7983 m<sup>2</sup>. Tabelle 5-1 fasst die relevanten Gebäudeflächen zusammen.

	BGF	oberirdisch	unterirdisch	gesamt
UG	8096 m <sup>2</sup>		8096 m <sup>2</sup>	23.814 m <sup>2</sup>
EG	5239 m <sup>2</sup>	15717 m <sup>2</sup>		
RG1	5239 m <sup>2</sup>			
RG2	5239 m <sup>2</sup>			
Fassadenfläche		6339 m <sup>2</sup>	1644 m <sup>2</sup>	7.983 m <sup>2</sup>

**Tabelle 5-1: Flächen der Geschosse sowie der Fassade des Objekts.**

Zur Aussteifung des Gebäudes dienen die vier massiven Treppenhäuser aus Stahlbeton, in denen auch die Aufzüge angeordnet sind. Es wird für die Nutzungskonzepte davon ausgegangen, dass zur Gewährleistung der statischen Funktion des Gebäudes die Stahlbetonstützen, die Kelleraußenwand, die Treppenhäuser, die Bodenplatte sowie die Decken erforderlich sind. Die Installation der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) erfolgt vertikal in großzügigen Schächten und horizontal Aufputz unterhalb der Rohdecken. Es besteht damit die Revisionierbarkeit der TGA und bietet in Rahmen der Instandsetzung die Möglichkeit des unabhängigen Bauteilersatzes.

Im Untergeschoss befindet sich eine Tiefgarage. Die Zu- sowie die Ausfahrt erfolgt über den Rampenbereich. Innerhalb der vorhandenen Bauwerksstruktur wurden Fahrgassen und Stellplätze so integriert, dass die Anforderungen der Garagen- und Stellplatzverordnung (GarStellV)<sup>659</sup> berücksichtigt sind. Neben Treppenhäusern, Aufzügen, Technik-, Lager- und Nebenräumen befinden sich 158 Stellplätze im Untergeschoss, vgl. Abbildung 5-3 .



**Abbildung 5-3: Die Flächenplanung Untergeschoss Tiefgarage.**

<sup>659</sup> Vgl. Garagen- und Stellplatzverordnung (GaStellV) vom 30. November 1993 (GVBl. S. 910, BayRS 2132-1-4-B), die zuletzt durch § 3 der Verordnung vom 7. August 2018 (GVBl. S. 694) geändert worden ist.

### 5.1.1.3 Ausstattungsstandard

Der erforderliche Ausstattungsstandard wird anhand der in Kapitel 4.2.3 entwickelten Niveaustufen festgelegt. Dabei werden die jeweils konkret angesetzten Standards zur Ausbildung unterschiedlicher Niveaustufen für die übergeordneten Standardräume in Tabelle 5-2 und für die nutzungsspezifischen Standardräume in Tabelle 5-3 aufgeführt. Die Niveauunterschiede der Standards für die übergeordneten Standardräume stimmen für die unterschiedlichen Immobilientypen überein.

Ausstattungsstandards für übergeordnete Standardräume der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping			
Legende: GA = Grundannahme	Niedrig	Mittel	Hoch
Baugrube	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Oberboden GA: 0,5 m</li> <li>· Arbeitsbereich GA: 1,00 m</li> <li>· Kiesfilterschicht GA: 0,15 m</li> <li>· Verbau Trägerbohlwand, Ausfachung Holz, Fichte</li> <li>· Sauberkeitsschicht, Magerbeton, GA: 0,05 m</li> </ul>		
Wände, Stützen, Decken, Treppen, Bodenplatte			
Außenwände	<ul style="list-style-type: none"> <li>· EG, RG Kalksandstein 30 cm, Öffnungsflächenanteil GA: 30 %</li> <li>· UG, Stahlbeton 25 cm, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup>, Öffnungsflächenanteil 1 %</li> <li>· Sockelhöhe EG 0,30 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· EG, RG, Kalksandstein 30 cm, Öffnungsflächenanteil GA: 60 %</li> <li>· UG, Stahlbeton 25 cm, Bewehrungsgrad GA: 0,10 t/m<sup>3</sup>, Öffnungsflächenanteil 1 %</li> <li>· Sockelhöhe EG 0,30 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· EG, RG, Stahlbetonstützen Öffnungsflächenanteil GA: 90 %</li> <li>· UG, Stahlbeton 25 cm, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup>, Öffnungsflächenanteil 1 %</li> <li>· Sockelhöhe EG 0,30 m</li> </ul>
Bauweise/ Tragwerk	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Stahlbetonskelettbauweise, Festigkeitsklasse GA: C20/25</li> </ul>		
Decken/ Stützen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Stahlbetondecke 30 cm, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup></li> <li>· Stützen Durchmesser 70/94 cm, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup></li> <li>· Bodenplatte 50 cm, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup></li> </ul>		
Innenwände nichttragend	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Trockenbauwände GK 12,5 cm, Öffnungsflächenanteil GA 10 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Trockenbauwände GK 15 cm, Öffnungsflächenanteil GA 10 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· wie mittlerer Standard</li> </ul>
Treppenhaus, Treppen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Treppenhaus Fliesen, Granit</li> <li>· Stahlbetontreppe, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup></li> <li>· Stufenauftrittsbreite 0,30 m, Stufenhöhe 0,17 m, Stufenbreite 1,4 m, Podestbreite 1,2 m, Treppenstärke 0,18 m</li> <li>· Stabgeländer Stahl, verzinkt</li> </ul>		
Tragende Innenwand	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Stahlbeton 20 cm, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup></li> </ul>		
Dach, Fassade, Außentüren			
Dach	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Flachdach als Warmdach: Bitumenabdichtung, Gefälledämmung, EPS GA: 16-24 cm, Kiesschüttung GA: 6 cm</li> <li>· 1 Dachablauf pro m<sup>2</sup> Dachfläche GA: 125 m<sup>2</sup></li> <li>· 1 Notentwässerung pro m<sup>2</sup> Dachfläche GA: 200 m<sup>2</sup></li> </ul>		
Fassade	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Wärmedämmverbundsystem (WDVS) Mineralwolle 20cm, Klebefestigung, Putz, Dispersionsanstrich</li> <li>· Lochfassade, Fensterflächenanteil GA: 30 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Verblendmauerwerk (Klinker), zweischalig, hinterlüftet, Dämmung Mineralwolle 15cm.</li> <li>· Lochfassade, Fensterflächenanteil GA: 60%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· vollverglaste Pfosten-Riegel-Fassade, Stahl, Glas</li> <li>· Elementfassade, Fensterflächenanteil GA: 90 %</li> </ul>
Fenster-Glas/Rahmen etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Dreifachverglasung</li> <li>· Rahmen PVC,</li> <li>· Fensterbänke innen aus Kunststein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Dreifachverglasung, Sonnenschutzglas/Wärmeschutzverglasung</li> <li>· Rahmen u. Beschläge aus Aluminium</li> <li>· Fensterbänke innen aus Naturstein,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· wie mittlerer Standard</li> </ul>
Sonnenschutz und Blendschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Außenjalousie/ Raffstore (z.B. Aluminium), Anteil an Fensterfläche GA: 100 %</li> <li>· Sonnenschutzsteuerung, elektrisch je Raum, Motor je lfm Fassadenlänge GA: 4 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Außenjalousie/ Raffstore (z.B. Aluminium), Anteil an Fensterfläche GA: 100 %</li> <li>· Sonnenschutzsteuerung, elektrisch je Raum, Motor je lfm Fassadenlänge GA: 4 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· bewegliche Lamellenkonstruktion Aluminium (Vertikal- oder Horizontal-Lamellen), Anteil an Fensterfläche GA 100 %</li> <li>· Sonnenschutzsteuerung, elektrisch je Raum, Motor je lfm Fassadenlänge GA: 4 m</li> </ul>
Versorgungsschacht	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Stahlbeton, Stärke Schachtwand 0,1 m, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup></li> </ul>		
Hausanschluss	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Entfernung Hausanschluss Grundstücksgrenze GA: 10 m</li> </ul>		
Wärmeversorgungsanlagen			
Heizung, Wärme-Erzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Fernwärmeübergabestation für Heizlast*Heizfläche</li> <li>· Heizlast GA: 40 W/m<sup>2</sup></li> <li>· Heizfläche: Wohnen (ca. 10000 m<sup>2</sup>), Büro (ca. 13000 m<sup>2</sup>), Hotel (ca. 12500 m<sup>2</sup>), Shopping (ca. 11500 m<sup>2</sup>)</li> </ul>		
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen			
Gefahrenmeldeanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Brandmelder mit akustischem Signalgeber</li> </ul>		
Tiefgarage	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Bodenplatte, Rampe, Beschichtung, Sprinkleranlage</li> <li>· Anzahl Steckdosen je m<sup>2</sup> GA: 0,01</li> <li>· Rampe Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m<sup>3</sup></li> </ul>		

## Kapitel 5: Simulation der Auswirkungen der wesentlichen Parameter auf Herstellungs- und Instandsetzungskosten und auf Graue Energie

	- Pfeilmarkierung GA: 10		
Förderanlagen			
Aufzüge, Fahrtreppen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personenaufzugsanlagen Tür (1,8 m * 2,10 m), gem. Art. 37 Abs. 4 BayBO mit Fahrkorb aus Stahlrahmengerüst und Bodenfliesen</li> <li>Lastenaufzugsanlagen, Edelstahl (Hotel, Shopping)</li> <li>Fahrtreppen, Breite 1,5 m (nur Shopping)</li> <li>Aufzugschachtwand 0,25 m, Stahlbeton, Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m³</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personenaufzugsanlagen, Tür (1,8 m * 2,10 m)</li> <li>Kabineninnengestaltung, Naturstein</li> <li>Lastenaufzugsanlagen Tür (2,1 m * 2,10 m)</li> <li>Fahrtreppen, Breite 1,5 m (nur Shopping)</li> <li>Aufzugschachtwand 0,25 m, Stahlbeton Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/m³</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personenaufzug, Tür (1,8 m * 2,10 m), Kabineninnengestaltung hochwertiger, Naturstein</li> <li>Lastenaufzugsanlagen, Edelstahl</li> <li>Fahrtreppen, Breite 1,5 m (nur Shopping)</li> <li>Aufzugschachtwand 0,25 m, Haltestelle, Stahlbeton Bewehrungsgrad GA: 0,1 t/</li> </ul>

**Tabelle 5-2: Angesetzte Ausstattungsstandards für übergeordnete Standardräume in der Simulation.**

Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume für Wohnen				
Legende GA = Grundannahme	Niedrig	Mittel	Hoch	
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren				
Oberflächen (Putzoberfl. Decke, Wände)	- Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2	- Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2	- Qualitätsstufe Q 4 gem. DIN 18550-2	
Decke	- einfacher Putz/ Verspachtelung, Anstrich	- wie niedriger Standard, höherwertiger Anstrich	- Abgehängte Decke, GK, Putz und höherwertiger Anstrich	
Wände	- Putz/ Verspachtelung, Anstrich Dispersion - Sockelleisten wie Bodenbelag	- Putz/ Verspachtelung, Anstrich Dispersion - Sockelleisten wie Bodenbelag	- höherwertiger Anstrich Dispersion	
Bodenbelag	- Laminat (Wohnraum) - Fliesen (Flur, Bad, WC, Gemeinschaftsbereiche)	- Fertigparkett (Wohnraum) - hochwertige Fliesen (Flur, Bad, WC, Gemeinschaftsbereiche)	- hochwertiges Parkett (Wohnraum) - hochwertige Natursteinplatten (Flur, Bad, WC, Gemeinschaftsbereiche)	
Bodenaufbau	- schwimmender Estrich, Dämmung	- *Heizestrich, bspw. als schwimmender Estrich	- wie mittlerer Standard	
Türen innen	- Kunststoff-Holz-Verbund	- Massivholz	- wie mittlerer Standard	
Sanitäreinrichtungen (Bäder)				
Allgemein	- Sanitärobjekte Keramik - Wand- und Bodenfliesen, raumhoch	- Sanitärobjekte Keramik - Wand- und Bodenfliesen höherwertig	- Sanitärobjekte Keramik - hochwertige Wand- und Bodenplatten	
Wärmeversorgungsanlagen				
Heizung, Wärme-Übertragung	- Röhrenheizkörper aus Stahl	- Fußbodenheizung	- wie mittlerer Standard	
Raumlufttechnische Anlagen (Lüftung, Klimatisierung)				
Lüftung	- Fensterlüftung - mechanische Lüftung gem. Art. 42 BayBO für fensterlose Bäder und gem. Art. 46 BayBO fensterlose Küchen - Abstand zum Schacht GA: 5 m	- zentrale Abluftanlage - Abstand zum Schacht GA: 5 m	- zentrale Lüftung mit Wärmetauscher - Klimaanlage (Zuluft-Kühlung der zentralen Lüftung) - Abstand zum Schacht GA: 5 m	
Klimatisierung	- Keine	- keine	- Kühllast GA: 40 W/m² - Klimatisierte Fläche GA: 10000 m² - Kältemittel GA: 0,27kg/kW	
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen				
Elektrik, Beleuchtung, Telekommunikation	- Steck-/Datendosen und Lichtauslässe; Mindestanzahl nach DIN 18015-2 - Unterputz-Schalter und -Dosen	- Steck-/Datendosen und Lichtauslässe nach Ausstattungswert 2 gem. RAL-RG 678 GA: +25 % zum niedrigen Standard - Unterputz-Schalter und -Dosen	- Steck-/Datendosen und Lichtauslässe nach Ausstattungswert 3 gem. RAL-RG 678 GA: +50 % gegenüber niedrigem Standard - Unterputz-Schalter und -Dosen	
Leitungsführung	- unter Putz			
Gefahrenmeldeanlagen	- Rauchwarnmelder gem. Art. 46 Abs. 4 BayBO in Schlaf- u. Kinderzimmern sowie in Fluren zu Aufenthaltsräumen			
Nutzungsspezifische Anlagen				
Feuerlöschanlagen	- Handfeuerlöscher			

**Tabelle 5-3: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume der Nutzung Wohnen.**

### 5.1.1.4 Standardräume

Unter Berücksichtigung der Tiefgarage, der EG- und OG-Nutzung sowie der Tragstruktur ergeben sich die zu realisierenden Mengen für das geforderte Leistungsprogramm der Raumfunktionen, vgl. Tabelle 5-4. Diesen werden die entsprechenden Standardräume (SR) in Abhängigkeit von Standard, Länge, Breite und Höhe und der erforderlichen Anzahl zugeordnet.

Obergruppe	SR-Code	Bezeichnung SR	Grundfläche am Gebäude gesamt	Volumen am Gebäude gesamt	Länge SR	Breite SR	Höhe SR	Fläche SR	Volumen SR	Anzahl SR	
Wohnung	20.01.01	Badezimmer	1698 m <sup>2</sup>	5943 m <sup>3</sup>	3,50 m	3,00 m	3,50 m	10,50 m <sup>2</sup>	37 m <sup>3</sup>	162	
	20.01.02	Flur	970 m <sup>2</sup>	3396 m <sup>3</sup>	1,50 m	4,00 m	3,50 m	6,00 m <sup>2</sup>	21 m <sup>3</sup>	162	
	20.01.03	Schlafzimmer	2547 m <sup>2</sup>	8914 m <sup>3</sup>	3,50 m	4,50 m	3,50 m	15,75 m <sup>2</sup>	55 m <sup>3</sup>	162	
	20.01.04	Küche	1747 m <sup>2</sup>	6113 m <sup>3</sup>	3,60 m	3,00 m	3,50 m	10,80 m <sup>2</sup>	38 m <sup>3</sup>	162	
	20.01.05	Wohnraum	4002 m <sup>2</sup>	14008 m <sup>3</sup>	5,50 m	4,50 m	3,50 m	24,75 m <sup>2</sup>	87 m <sup>3</sup>	162	
	20.01.10	Balkon	320 m <sup>2</sup>	1120 m <sup>3</sup>	1,50 m	2,50 m	3,50 m	3,75 m <sup>2</sup>	13 m <sup>3</sup>	85	
	20.01.11	Terrasse	80 m <sup>2</sup>	280 m <sup>3</sup>	1,50 m	2,50 m	3,50 m	3,75 m <sup>2</sup>	13 m <sup>3</sup>	21	
Nebenträume	20.02.01	Hauswirtschaftsraum	217 m <sup>2</sup>	759 m <sup>3</sup>	10,00 m	10,00 m	3,50 m	100,00 m <sup>2</sup>	350 m <sup>3</sup>	2	
	20.03.02	Abstellraum (Keller, UG)	970 m <sup>2</sup>	3396 m <sup>3</sup>	3,00 m	2,00 m	3,50 m	6,00 m <sup>2</sup>	21 m <sup>3</sup>	162	
Verkehrsflächen	20.01.02	Flur (Gemeinschaft)	1200 m <sup>2</sup>	4200 m <sup>3</sup>	60,00 m	6,00 m	3,50 m	360,00 m <sup>2</sup>	1260 m <sup>3</sup>	3	
	00.53.10	Treppenhaus UG - EG	75 m <sup>2</sup>	61 m <sup>3</sup>	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m <sup>2</sup>	76 m <sup>3</sup>	4	
	00.53.11	Treppenhaus OG (1 und 2)	150 m <sup>2</sup>	428 m <sup>3</sup>	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m <sup>2</sup>	76 m <sup>3</sup>	8	
Technikflächen	20.04.01	Hausanschlussraum	124 m <sup>2</sup>	435 m <sup>3</sup>	5,00 m	5,00 m	3,50 m	25,00 m <sup>2</sup>	88 m <sup>3</sup>	1	
	30.04.05	Sicherheitsbeleuchtung	240 m <sup>2</sup>	45 m <sup>3</sup>	240,00 m	1,00 m	3,50 m	240,00 m <sup>2</sup>	13 m <sup>3</sup>	1	
	30.04.01	Elektrostellerräume	8 m <sup>2</sup>	89 m <sup>3</sup>	2,20 m	1,00 m	3,50 m	2,20 m <sup>2</sup>	6 m <sup>3</sup>	4	
	30.04.06	Elektrozentrale	25 m <sup>2</sup>	89 m <sup>3</sup>	3,45 m	3,35 m	3,50 m	11,56 m <sup>2</sup>	33 m <sup>3</sup>	2	
	30.04.09	Heizungszentrale	35 m <sup>2</sup>	100 m <sup>3</sup>	4,40 m	6,00 m	3,50 m	26,40 m <sup>2</sup>	76 m <sup>3</sup>	1	
	30.04.10	Lüftungszentrale	40 m <sup>2</sup>	178 m <sup>3</sup>	4,30 m	6,00 m	3,50 m	25,80 m <sup>2</sup>	74 m <sup>3</sup>	2	
	30.04.08	Kältezentrale	30 m <sup>2</sup>	178 m <sup>3</sup>	4,30 m	3,00 m	3,50 m	12,90 m <sup>2</sup>	37 m <sup>3</sup>	2	
	30.04.07	Sanitärzentrale	40 m <sup>2</sup>	178 m <sup>3</sup>	3,45 m	5,85 m	3,50 m	20,18 m <sup>2</sup>	58 m <sup>3</sup>	2	
	30.05.01	Schacht Elektro	54 m <sup>2</sup>	22 m <sup>3</sup>	0,50 m	0,50 m	3,50 m	0,25 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	216	
	30.05.03	Schacht Lüftung	54 m <sup>2</sup>	22 m <sup>3</sup>	0,50 m	0,50 m	3,50 m	0,25 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	216	
	30.05.02	Schacht Heizung / Sanitär	54 m <sup>2</sup>	22 m <sup>3</sup>	0,50 m	0,50 m	3,50 m	0,25 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	216	
	02.73.04	Brandmeldezentrale	8 m <sup>2</sup>	26 m <sup>3</sup>	2,75 m	2,75 m	3,50 m	7,54 m <sup>2</sup>	26 m <sup>3</sup>	1	
	Tiefgaragenstellplatz	02.09.05	Tiefgarage	6944 m <sup>2</sup>	25092 m <sup>3</sup>	84,67 m	62,80 m	3,50 m	5317,42 m <sup>2</sup>	18611 m <sup>3</sup>	1
Konstruktionsfläche	00.53.03	Außenwand UG	245 m <sup>2</sup>	856 m <sup>3</sup>	978,57 m	0,25 m	3,50 m	244,64 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	1	
	00.53.04	Außenwand EG	117 m <sup>2</sup>	411 m <sup>3</sup>	391,43 m	0,30 m	3,50 m	117,43 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	1	
	00.53.05	Außenwand RG (1 und 2)	235 m <sup>2</sup>	822 m <sup>3</sup>	782,86 m	0,30 m	3,50 m	234,86 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	1	
	00.53.06	Innenwand (Beton)	312 m <sup>2</sup>	1093 m <sup>3</sup>	1248,62 m	0,25 m	3,50 m	312,15 m <sup>2</sup>	1093 m <sup>3</sup>	1	
	00.53.08	Innenwand (TB)	715 m <sup>2</sup>	2503 m <sup>3</sup>	5720,00 m	0,13 m	3,50 m	715,00 m <sup>2</sup>	2503 m <sup>3</sup>	1	
	00.53.09	Stützen	74 m <sup>2</sup>	258 m <sup>3</sup>	0,40 m	0,40 m	3,50 m	0,16 m <sup>2</sup>	1 m <sup>3</sup>	439	
	00.53.17	Aufzugsschacht - Rohbau Haltestelle	135 m <sup>2</sup>	473 m <sup>3</sup>	2,20 m	1,90 m	3,50 m	4,18 m <sup>2</sup>	15 m <sup>3</sup>	32	
	02.59.01	Aufzüge	135 m <sup>2</sup>	473 m <sup>3</sup>	2,10 m	1,80 m	3,50 m	3,78 m <sup>2</sup>	18 m <sup>3</sup>	8	
	02.59.02	Aufzugshaltestelle	135 m <sup>2</sup>	473 m <sup>3</sup>	2,20 m	1,90 m	3,50 m	4,18 m <sup>2</sup>	15 m <sup>3</sup>	32	
	Fassade, Decken, Dach, Gründung, Bodenplatte, Baugrube	00.51.01	Oberbodenabtrag	9025 m <sup>2</sup>	4513 m <sup>3</sup>	95,00 m	95,00 m	0,50 m	9025,00 m <sup>2</sup>	4513 m <sup>3</sup>	1
		00.51.02	Baugrubenaushub	8281 m <sup>2</sup>	41405 m <sup>3</sup>	91,00 m	91,00 m	5,00 m	8281,00 m <sup>2</sup>	41405 m <sup>3</sup>	1
		00.51.04	Verbau - Trägerbohlwand			182,00 m	182,00 m	5,00 m	33124,00 m <sup>2</sup>	165620 m <sup>3</sup>	1
00.53.01		Bodenplatte	8096 m <sup>2</sup>	4048 m <sup>3</sup>	89,90 m	89,90 m	0,50 m	8082,01 m <sup>2</sup>	4041 m <sup>3</sup>	1	
00.53.02		Decke	23814 m <sup>2</sup>	7144 m <sup>3</sup>	154,31 m	154,31 m	0,30 m	23811,58 m <sup>2</sup>	7143 m <sup>3</sup>	1	
00.55.01		Fassade UG						1644,00 m <sup>2</sup>		1	
00.55.04		Fassade EG						2113,00 m <sup>2</sup>		1	
00.55.03		Fassade OG						2113,00 m <sup>2</sup>		2	
00.56.02		Flachdach	5239 m <sup>2</sup>		72,40 m	72,40 m	0,50 m	5241,76 m <sup>2</sup>	2621 m <sup>3</sup>	1	
00.72.01		Grundleitung ELT			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m <sup>2</sup>	20 m <sup>3</sup>	1	
00.72.02		Grundleitung HS			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m <sup>2</sup>	20 m <sup>3</sup>	1	
00.53.16		Tiefgarage - Rampe			20,00 m	3,00 m	3,50 m	60,00 m <sup>2</sup>	210 m <sup>3</sup>	2	

Tabelle 5-4: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Wohnen.

## 5.1.2 Die Nutzung des Objekts als Büroimmobilie

### 5.1.2.1 Funktionsbetrieb

Ähnlich wie bei der Nutzungsintegration Wohnen erfolgt die Anordnung der Ausbaustruktur innerhalb der gegebenen Tragwerksstrukturen in Anlehnung an die Bauentwurfslehre nach NEUFERT.<sup>660 661 662 663</sup> Dabei wurden Doppelbüros, Büros für Geschäftsführer, großräumigere Einzelbüros und Gruppenbüros innerhalb der Immobilie angeordnet. Das Gebäudekonzept für die Nutzung als Bürogebäude ist in Abbildung 5-4 abgebildet.

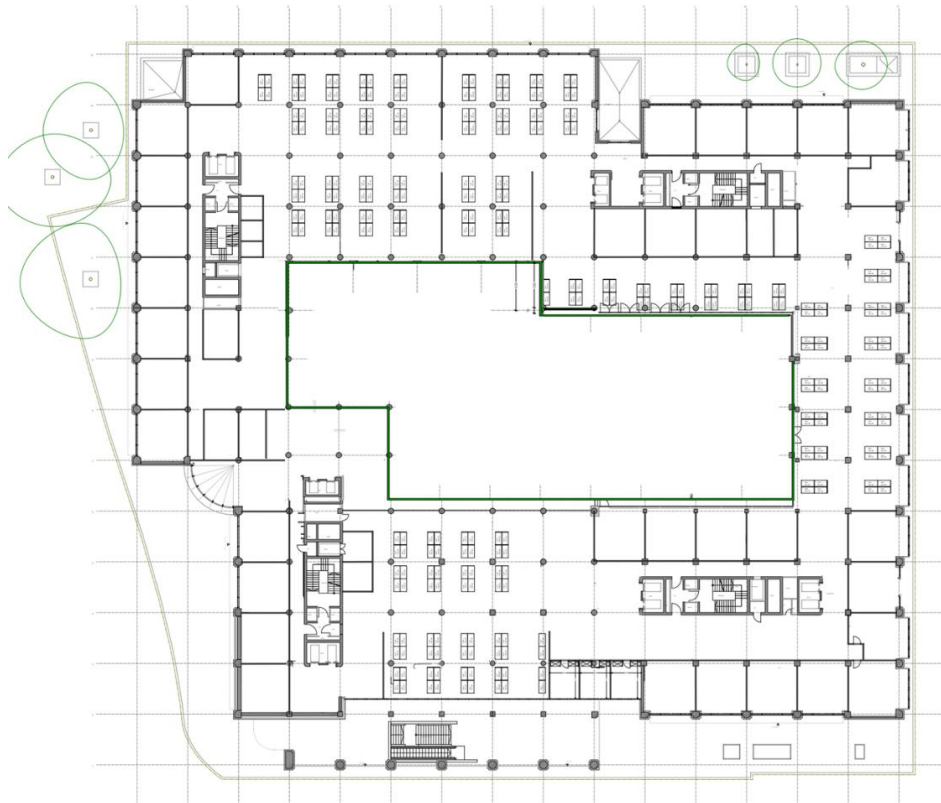


Abbildung 5-4: Beispiel für die Flächenplanung des Funktionsbetriebs Büro.

### 5.1.2.2 Gebäudetyp

Die Eingabe des Gebäudetyps ist für alle Immobilientypen gleich und entspricht den Festlegungen aus Kapitel 5.1.1.2.

### 5.1.2.3 Ausstattungsstandard

Der erforderliche Ausstattungsstandard wird anhand der in Kapitel 4.2.3 entwickelten Niveaustufen festgelegt. Dabei werden die jeweils konkret angesetzten Standards zur Ausbildung

---

660 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre (42. Ausg.). Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019. S. 493 – 504.

661 Vgl. Marshewski, L.: Umnutzungspotenziale von Shopping-Centern und Analyse der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit. TU-München, 2019.

662 Vgl. Lesewa, R.: Standardisierung von Kostenansätzen für Standardraumstrukturen auf der Basis dokumentierter Ist-Kosten. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2016.

663 Vgl. Merkt, F.: Standardraumstrukturen von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.



Kapitel 5: Simulation der Auswirkungen der wesentlichen Parameter auf Herstellungs- und Instandsetzungskosten und auf Graue Energie

unterschiedlicher Niveaustufen für die übergeordneten Standardräume in Tabelle 5-2 und die nutzungsspezifischen Standardräume in Tabelle 5-5 aufgeführt.

Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume Büro				
Legende GA = Grundannahme	Niedrig	Mittel	Hoch	
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren				
Oberflächen (Putzoberfl. Decke, Wände)	· Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2	· Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2	· Qualitätsstufe Q 4 gem. DIN 18550-2	
Decke	· abgehängte Decken, GK · Putz/ *Verspachtelung, Anstrich	· höherwertige abgehängte Decken, GK Raumakustische Wirksamkeit · Putz/ *Verspachtelung, höherwertiger Anstrich	· wie mittlerer Standard	
Wände	· Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· wie niedriger Standard, höherwertiger Anstrich	· wie niedriger Standard, höherwertiger Anstrich	
Bodenbelag	· Fliesen (Flur, Teeküche) · Laminat (Büroräume)	· Natursteinplatten (Flur, Teeküche) · Fertigparkett (Büroräume)	· hochwertiges Parkett (Büroräume) · hochwertige Natursteinplatten (Flur, Teeküche)	
Bodenaufbau	· schwimmender Estrich, Dämmung	· Heizestrich schwimmend, Dämmung · Großraumbüro: Doppelboden	· mittlerer Standard	
Türen innen	· Materialien: Holz-Kunststoffverbund	· Massivholztüren	· Glastüren als ESG-Scheibe, Aluminium,	
Sanitäreinrichtungen				
Toilettenräume	· Fußboden und Wand Oberflächen gefliest, Fliesen bis ca. 2 m Raumhöhe · Sanitärobjekte Keramik und Edelstahl	· Fußboden und Wand gefliest, Naturstein bis ca. 2 m Raumhöhe · Sanitärobjekte, Keramik und Edelstahl	· wie mittlerer Standard	
Wärmeversorgungsanlagen				
Heizung, Wärme-Übertragung	· Flach-/ Plattenheizkörper o. Röhrenheizkörper aus Stahl und unterhalb von Fenstern	· Flächenheizsysteme: Fußbodenheizung in allen Nutzräumen	· Fußbodenheizung (vollflächige/ geschlossene Heizdecke)	
Raumluftechnische Anlagen (Lüftung, Klimatisierung)				
Lüftung	· Fensterlüftung · mechanische Lüftung gem. Art. 42 BayBO für fensterlose Bäder und gem. Art. 46 BayBO fensterlose Küchen · Abstand zum Schacht GA: 5 m	· Zentrale Abluftanlage · Abstand zum Schacht GA: 5 m · partiell abgehängte, thermoaktive Klimadeckensegel	· zentrale Lüftung mit Wärmetauscher, Klimaanlage (Zuluft-Kühlung der zentralen Lüftung) · Luftschleieranlage an Zugängen mit Luftauslass über Tür, Absaugung im Fußbodenbereich · Abstand zum Schacht GA: 5 m	
Klimatisierung	· Keine	· Kühllast GA: 35 W/m <sup>2</sup> · Klimatisierte Fläche GA: 13000 m <sup>2</sup> · Kältemittel GA: 0,27kg/kW	· Kühllast GA: 40 W/m <sup>2</sup> · Klimatisierte Fläche GA: 13000 m <sup>2</sup> · Kältemittel GA: 0,27kg/kW	
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen				
Elektrik, Beleuchtung, Telekommunikation	· Anzahl an Steck-/Datendosen und Lichtauslässen nach DIN EN 12464 für Arbeitsstätten · Flur Steckdosen GA: 0,10/m <sup>2</sup> ; Leuchten GA: 0,10/m <sup>2</sup> · Einzel-/Doppelbüro/Besprechung Steck-/Datendosen GA: 1/m <sup>2</sup> ; Leuchten GA: 0,2/m <sup>2</sup> · Großraumbüro Steck-/Datendosen GA: 0,2/m <sup>2</sup> ; Leuchten GA: 0,04/m <sup>2</sup> · Unterputz Schalter und Dosen	· Anzahl an Steck-/Datendosen und Lichtauslässen um 25 % gegenüber niedrigem Standard erhöht · Unterputz Schalter und Dosen	· Anzahl an Steck-/Datendosen und Lichtauslässen um 50 % gegenüber niedrigem Standard erhöht · höherwertige Dosen und Leuchten z.B. Leuchtstofflampen in Deckeneinbauleuchten o. Spiegelrasterleuchten aus Aluminium · Unterputz Schalter und Dosen	
Leitungsführung	· Kabelkanäle als Fensterbank-/Brüstungskanäle, Wandkanäle (Alu/ Stahl/ Kunststoff) · Abstand zum Schacht GA: 5 m	· wie niedriger Standard	· Unterflurkanäle im Bodenaufbau integriert · Abstand zum Schacht GA: 5 m	
Gefahrenmeldeanlagen	· Brandmelder mit akustischem Signalgeber			
Nutzungsspezifische Anlagen				
Feuerlöschanlagen, Sprinkler	· Handfeuerlöscher	· nichtselbsttätige Feuerlöschanlagen in Form von Feuerlösch-Steigleitungen mit Wandhydranten gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	· wie mittlerer Standard u. zus. (nicht vorgeschriebene) automatische (selbsttätige) Feuerlöschanlagen bspw. als Sprinkleranlage gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	

Tabelle 5-5: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume in der Simulation für die Nutzung Büro.

### 5.1.2.4 Standardräume

Unter Berücksichtigung der Tiefgarage, der EG und OG-Nutzung sowie der Tragstruktur ergeben sich die zu realisierenden Mengen für das geforderte Leistungsprogramm der Raumfunktionen, vgl. Tabelle 5-6. Diesen werden die entsprechenden Standardräume in Abhängigkeit von Standard, Länge, Breite und Höhe und der erforderlichen Anzahl zugeordnet.

Obergruppe	Flächengruppe SR Code	Bezeichnung SR	Grundfläche am Gebäude gesamt	Volumen am Gebäude gesamt	Länge SR	Breite SR	Höhe SR	Fläche pro SR	Volumen pro SR	Anzahl SR
Arbeitsplatz	02.02.03	Büro abgehängte Decke	2357,32 m²	8250,60 m³	4,30 m	2,70 m	3,50 m	11,61 m²	41 m³	203
	02.02.04	Büro - Geschäftsführer	300,00 m²	1050,00 m³	4,30 m	4,05 m	3,50 m	17,42 m²	61 m³	17
	02.02.07	Großraumbüro - abgehängte Decke	1200,00 m²	4200,00 m³	9,50 m	10,90 m	3,50 m	103,55 m²	362 m³	12
	02.02.10	Doppelbüro abgehängte Decke	2057,32 m²	7200,60 m³	4,30 m	4,05 m	3,50 m	17,42 m²	61 m³	118
Sanitäranlage	02.07.01	WC klein	199,51 m²	698,27 m³	3,50 m	3,00 m	3,50 m	10,50 m²	37 m³	19
	02.07.02	WC Herren	267,85 m²	937,47 m³	6,00 m	3,00 m	3,50 m	18,00 m²	63 m³	15
	02.07.03	WC Damen	267,85 m²	937,47 m³	6,00 m	3,00 m	3,50 m	18,00 m²	63 m³	15
Konferenz / Schulung	02.02.11	Besprechungsraum	630,17 m²	2205,61 m³	4,30 m	5,40 m	3,50 m	23,22 m²	81 m³	27
Archivfläche + Lager	02.04.01	Lageraum / Archiv	560,35 m²	1961,22 m³	5,00 m	5,00 m	3,50 m	25,00 m²	88 m³	22
	02.02.12	Teeküche	553,69 m²	1937,92 m³	5,00 m	2,40 m	3,50 m	12,00 m²	42 m³	46
Kantine Cafeteria Teeküche	02.07.04	Gastronomie	601,63 m²	2105,70 m³	16,20 m	9,50 m	3,50 m	153,90 m²	539 m³	4
	02.09.04	Eingangsbereich / Lobby	320,12 m²	1120,41 m³	8,95 m	8,95 m	3,50 m	80,03 m²	280 m³	4
Eingangsbereich	02.04.02	Abstellraum	450,29 m²	1576,02 m³	4,30 m	2,70 m	3,50 m	11,61 m²	41 m³	39
	02.02.08	Doppelbüro	120,12 m²	420,41 m³	4,30 m	4,05 m	3,50 m	17,42 m²	61 m³	7
Ver- und Entsorgung	02.02.06	Großraumbüro - Doppelboden	450,29 m²	1576,02 m³	9,50 m	10,90 m	3,50 m	103,55 m²	362 m³	4
	02.09.05	Tiefgarage	7156,02 m²	25091,50 m³	84,67 m	84,67 m	3,50 m	7169,00 m²	25092 m³	1
Rechenzentrum	00.53.03	Außenwand UG	244,64 m²	856,25 m³	978,57 m	0,25 m	3,50 m	244,64 m²	856 m³	1
	00.53.04	Außenwand EG	117,43 m²	411,00 m³	391,43 m	0,30 m	3,50 m	117,43 m²	411 m³	1
	00.53.05	Außenwand RG (1 und 2)	234,86 m²	822,00 m³	782,86 m	0,30 m	3,50 m	234,86 m²	822 m³	1
	00.53.06	Innenwand (Beton)	312,15 m²	1092,54 m³	1248,62 m	0,25 m	3,50 m	312,15 m²	1093 m³	1
	00.53.08	Innenwand (TB)	503,00 m²	1760,50 m³	4024,00 m	0,13 m	3,50 m	503,00 m²	1761 m³	1
	00.53.09	Stützen	70,30 m²	246,06 m³	0,40 m	0,40 m	3,50 m	0,16 m²	1 m³	439
	30.04.05	Sicherheitsbeleuchtung	150,47 m²	526,63 m³	100,00 m	1,50 m	3,50 m	150,00 m²	525 m³	1
	30.04.01	Elektroverteileräume	35,93 m²	125,77 m³	2,20 m	1,00 m	3,50 m	2,20 m²	8 m³	16
	30.04.04	Daten-/Serverraum	38,67 m²	135,33 m³	2,75 m	5,30 m	3,50 m	14,58 m²	51 m³	3
30.04.06	Elektrozentrale	30,93 m²	108,27 m³	3,45 m	3,35 m	3,50 m	11,56 m²	40 m³	3	
30.04.09	Heizungszentrale	34,80 m²	121,80 m³	4,40 m	6,00 m	3,50 m	26,40 m²	92 m³	1	
30.04.09	Warmwasserversorgung	34,80 m²	121,80 m³	4,40 m	6,00 m	3,50 m	26,40 m²	92 m³	1	
30.04.10	Lüftungszentrale	90,87 m²	318,04 m³	4,30 m	6,00 m	3,50 m	25,80 m²	90 m³	4	
30.04.08	Kältezentrale	51,87 m²	181,54 m³	4,30 m	3,00 m	3,50 m	12,90 m²	45 m³	4	
30.04.07	Sanitärzentrale	71,00 m²	248,50 m³	3,45 m	5,85 m	3,50 m	20,18 m²	71 m³	4	
30.05.01	Schacht Elektro	110,00 m²	385,00 m³	1,00 m	0,50 m	3,50 m	0,50 m²	2 m³	220	
30.05.03	Schacht Lüftung	114,00 m²	399,00 m³	1,00 m	0,50 m	3,50 m	0,50 m²	2 m³	228	
30.05.02	Schacht Heizung / Sanitär	54,00 m²	189,00 m³	1,00 m	0,20 m	3,50 m	0,20 m²	1 m³	270	
02.73.02	Hausanschlussraum	129,05 m²	451,68 m³	11,36 m	11,36 m	3,50 m	129,05 m²	452 m³	1	
02.73.04	Brandmeldezentrale	7,54 m²	26,40 m³	2,75 m	2,75 m	3,50 m	7,54 m²	26 m³	1	
Verkehrsfläche	02.09.03	Flur - abgehängte Decke	903,90 m²	3163,66 m³	30,00 m	2,50 m	3,50 m	75,00 m²	263 m³	12
	02.59.01	Aufzüge	45,00 m²	157,50 m³	2,10 m	1,80 m	3,50 m	3,78 m²	13 m³	12
	02.59.02	Aufzugshätestelle	200,00 m²	700,00 m³	2,20 m	1,90 m	3,50 m	4,18 m²	15 m³	48
	00.53.11	Treppenhaus UG-EG	75,00 m²	285,00 m³	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m²	76 m³	4
	00.53.10	Treppenhaus EG-OG1	75,00 m²	285,00 m³	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m²	76 m³	4
	00.53.11	Treppenhaus OG1-OG2	75,00 m²	285,00 m³	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m²	76 m³	4
	00.51.01	Oberbodenabtrag	9025 m²	4512,50 m³	95,00 m	95,00 m	0,50 m	9025,00 m²	4513 m³	1
00.51.02	Baugrubenaushub	8281 m²	41405,00 m³	91,00 m	91,00 m	5,00 m	8281,00 m²	41405 m³	1	
00.51.04	Verbau - Trägerbohlwand			182,00 m	182,00 m	5,00 m	33124,00 m²	165620 m³	1	
00.53.01	Bodenplatte	8096 m²	4048,00 m³	89,90 m	89,90 m	0,50 m	8082,01 m²	4041 m³	1	
00.53.02	Decke	23814 m²	7144,20 m³	154,31 m	154,31 m	0,30 m	23811,58 m²	7143 m³	1	
00.55.01	Fassade UG						1644,00 m²		1	
00.55.04	Fassade EG						2113,00 m²		1	
00.55.03	Fassade RG						2113,00 m²		1	
00.56.02	Flachdach	5239 m²	2619,50 m³	72,40 m	72,40 m	0,50 m	5241,76 m²	2621 m³	2	
00.72.01	Grundleitung ELT			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m²	20 m³	1	
00.72.02	Grundleitung HS			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m²	20 m³	1	
00.53.16	Tiefgarage - Rampe			20,00 m	3,00 m	3,50 m	60,00 m²	210 m³	2	
00.53.17	Aufzugsschacht - Rohbau Haltestelle	200 m²	700,00 m³	2,20 m	1,90 m	3,50 m	4,18 m²	15 m³	48	

Tabelle 5-6: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Büro.

## 5.1.3 Die Nutzung des Objekts als Hotelimmobilie

### 5.1.3.1 Funktionsbetrieb

Bei der Konzeptentwicklung für die Nutzung Hotel und der Integration dieser Nutzung wurde ein Hotelzimmer konzipiert nach der Bauentwurfslehre von NEUFERT.<sup>664 665 666</sup> In die Gegebenheiten der Bauwerksstruktur wurden die Hotelzimmer integriert. Da es sich bei Hotelzimmern bauordnungsrechtlich auch um Aufenthaltsräume handelt, gilt hier ebenso die Verpflichtung, ausreichend Belichtung mit Tageslicht zu gewährleisten.<sup>667</sup> Dies bedeutet, dass die Hotelzimmer ausschließlich an Außenwänden bzw. an Fassadenelementen angeordnet werden können. Das Gebäudekonzept ist in Abbildung 5-5 abgebildet.

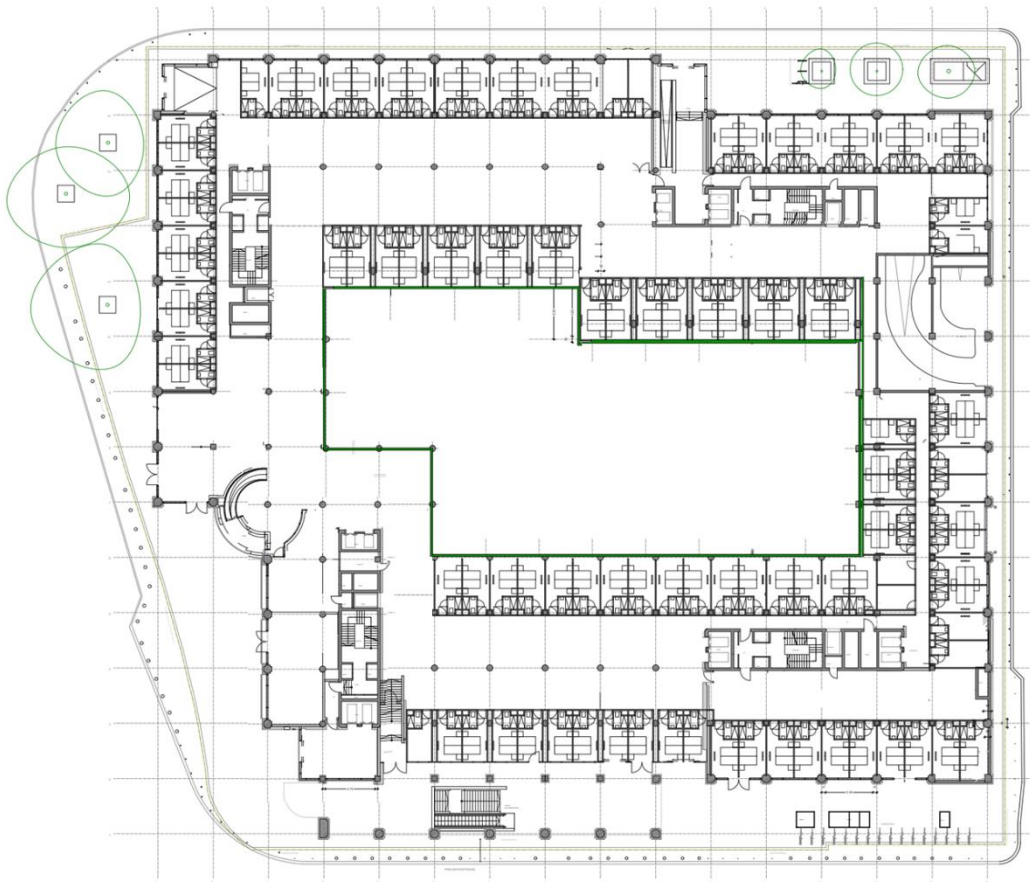


Abbildung 5-5: Beispiel für die Planung des Funktionsbetriebs Hotel.

### 5.1.3.2 Gebäudetyp

Die Eingabe des Gebäudetyps ist für alle Immobilientypen gleich und entspricht den Festlegungen aus Kapitel 5.1.1.2.

---

664 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre (42. Ausg.). Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019, S. 342.

665 Vgl. Kroll, Stefanie: Vergleich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten im Lebenszyklus von Hotel- und Büroimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2018.

666 Marshewski, L.: Umnutzungspotenziale von Shopping-Centern und Analyse der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit. TU-München, 2019.

667 Vgl. Art. 45 Abs. 2 Bayerische Bauordnung (BayBO). (2019), S. 25.

### 5.1.3.3 Ausstattungsstandard

Der erforderliche Ausstattungsstandard wird anhand der in Kapitel 4.2.3 entwickelten Niveaustufen festgelegt. Dabei werden die jeweils konkret angesetzten Standards zur Ausbildung unterschiedlicher Niveaustufen für die übergeordneten Standardräume in Tabelle 5-2 und für die nutzungsspezifischen Standardräume in Tabelle 5-7 aufgezeigt.

Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume Hotel				
Legende GA = Grundannahme	Niedrig	Mittel	Hoch	
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren				
Oberflächen (Putzoberfl. Decke, Wände)	· Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2	· Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2	· Qualitätsstufe Q 4 gem. DIN 18550-2	
Decke	· abgehängte Decke im Flur und Zimmer · Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· wie niedriger Standard, höherwertiger Anstrich	· wie niedriger Standard, höherwertiger Anstrich	
Wände	· Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· Putz/ Verspachtelung, höherwertige Anstrich	
Bodenbelag	· Fliesen (Bad, Flur, öffentlicher Gästebereich) · Teppich (Zimmer)	· Natursteinplatten (Bad, Flur, öffentlicher Gästebereich) · Fertigparkett (Zimmer)	· hochwertiges Parkett (Zimmer) · hochwertige Natursteinplatten (Bad, Flur, öffentlicher Gästebereich)	
Bodenaufbau	· schwimmender Estrich, Dämmung			
Türen innen	· Materialien: Kunststoff-Holz-Verbund	· Türen Flur, Glas, Aluminium · Zimmertüren: Stahl-Kunststoff-Holz-Verbund (Schallschutz)	· Ganzglas-Türanlagen (Flur) · Zimmertüren wie mittlerer Standard	
Sanitäreinrichtungen				
Hotelzimmer	· Duschbad im Zimmer integriert, raumhoch gefliest, Fliesen · Sanitärobjekte Keramik, Edelstahl	· Duschbad im Zimmer integriert, raumhoch gefliest, Naturstein · Sanitärobjekte Keramik, Edelstahl	· Duschbad im Zimmer integriert, raumhoch gefliest, hochwertiger Naturstein · Sanitärobjekte Keramik, Edelstahl	
Arbeitsstätten, öffentlicher Gästebereich, WC	· Sanitärobjekte Keramik, Edelstahl · Raumbad gefliest, Fliesen			
Wärmeversorgungsanlagen				
Heizung, Wärme-Übertragung	· Röhrenheizkörper aus Stahl und unterhalb von Fenstern und in Bädern	· Heizkörper in Bädern wie niedriger Standard · dezentrale Klimaanlage	· Fußbodenheizung in Bädern in Verbindung zentraler Klimaanlage	
Raumluftechnische Anlagen				
Lüftung, Wärme, Kälte	· dezentrale Lüftung mit Wärmetauscher (Wärmerückgewinnung aus Abluft und Temperierung der einströmenden Außenluft) · zentrale Abluftanlage	· zentrale Lüftung mit Wärmetauscher (Wärmerückgewinnung aus Abluft und Temperierung der einströmenden Außenluft) · zentrale Abluftanlage	· wie mittlerer Standard	
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen				
Elektrik, Beleuchtung, Telekommunikation	· Hotelzimmer entsprechend 3 Sterne Kategorie · Flur Steckdosen GA: 0,10/m <sup>2</sup> ; Leuchten GA: 0,10/m <sup>2</sup> · Restaurant Steckdosen GA: 0,10/m <sup>2</sup> ; Leuchten GA: 0,10/m <sup>2</sup> · Aufputz Schalter und Dosen	· wie niedriger Standard · Hotelzimmer entsprechend 4 Sterne Kategorie · hochwertige Schalter, Dosen und Abdeckungen Unterputz	· wie mittlerer Standard · Hotelzimmer entsprechend 5 Sterne Kategorie	
Leitungsführung	· Gästebereich (Hotelzimmer, Flur, Restaurant etc.) Unterputz; Arbeitsstätten (Gastro, Wäscherei, Lager etc.) Aufputz			
Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	· automatische Brandmeldeanlage (BMA) und zus. Handmelder nach § 9 BStättV und gem. Ziff. 2 & 3 TR TGA (BayTB) · Brandfallsteuerung von Aufzügen gem. § 9 BStättV und gem. Ziff. A.2.1.15.3 BayTB			
Nutzungsspezifische Anlagen				
Feuerlöschanlagen, Sprinkler	· Handfeuerlöscher	· nichtselbsttätige Feuerlöschanlagen in Form von Feuerlösch-Steigleitungen mit Wandhydranten gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	· *wie mittlerer Standard u. zus. (nicht vorgeschriebene) automatische (selbsttätige) Feuerlöschanlagen bspw. als Sprinkleranlage gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	

**Tabelle 5-7: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume in der Simulation für die Nutzung Hotel.**

### 5.1.3.4 Standardräume

Unter Berücksichtigung der Tiefgarage, der EG- und OG-Nutzung sowie der Tragstruktur ergeben sich die zu realisierenden Mengen für das geforderte Leistungsprogramm der Raumfunktionen, vgl. Tabelle 5-8. Diesen werden die entsprechenden Standardräume in Abhängigkeit von Standard, Länge, Breite und Höhe und der erforderlichen Anzahl zugeordnet.

Obergruppe	SR-Code	Bezeichnung SR	Grundfläche am Gebäude gesamt	Volumen am Gebäude gesamt	Länge SR	Breite SR	Höhe SR	Fläche SR	Volumen SR	Anzahl SR	
Zimmer	30.01.02	Einzelzimmer	2366 m²	8281 m³	6,65 m	3,00 m	3,50 m	19,95 m²	70 m³	119	
	30.01.01	Doppelzimmer	7316 m²	25607 m³	6,65 m	3,70 m	3,50 m	24,61 m²	86 m³	297	
	30.01.03	Barrierefreies Zimmer	457 m²	1600 m³	6,65 m	4,00 m	3,50 m	26,60 m²	93 m³	17	
Nebenflächen	30.03.02	Empfangshalle	318 m²	1113 m³	11,90 m	26,80 m	3,50 m	318,92 m²	1116 m³	1	
	30.01.04	Restaurant	490 m²	1506 m³	20,30 m	10,60 m	3,50 m	215,18 m²	753 m³	2	
	30.02.09	Herrn WC	33 m²	115 m³	2,30 m	1,10 m	3,50 m	2,53 m²	9 m³	13	
	30.02.09	Damen WC	33 m²	115 m³	2,30 m	1,10 m	3,50 m	2,53 m²	9 m³	13	
	30.02.09	Barrierefreies WC	36 m²	126 m³	3,00 m	3,00 m	3,50 m	9,00 m²	32 m³	4	
	30.02.08	Personal Umkleide	157 m²	548 m³	12,51 m	12,51 m	3,50 m	156,50 m²	548 m³	1	
	02.07.04	Küche	142 m²	497 m³	11,92 m	11,92 m	3,50 m	142,00 m²	497 m³	1	
	30.04.02	Haustechniksteuerung	14 m²	49 m³	1,70 m	2,45 m	3,50 m	4,17 m²	15 m³	3	
	02.02.01	Büro	41 m²	124 m³	5,00 m	5,00 m	3,50 m	25,00 m²	88 m³	2	
	30.02.05	Wäscherei / Hauswirtschaftsraum	82 m²	248 m³	4,50 m	7,00 m	3,50 m	31,50 m²	110 m³	3	
	30.02.06	Wäschelager	73 m²	256 m³	5,10 m	7,00 m	3,50 m	35,70 m²	125 m³	2	
	30.02.06	Lager	225 m²	681 m³	5,10 m	7,00 m	3,50 m	35,70 m²	125 m³	6	
	11.01.07	Kühlraum	54 m²	165 m³	3,60 m	4,00 m	3,50 m	14,40 m²	50 m³	4	
	30.02.03	Personal Dusche	7 m²	21 m³	1,10 m	2,90 m	3,50 m	3,19 m²	11 m³	2	
	30.02.02	Serviceraum	157 m²	475 m³	2,70 m	3,00 m	3,50 m	8,10 m²	28 m³	19	
	30.02.01	Abstellraum	20 m²	70 m³	2,70 m	3,00 m	3,50 m	8,10 m²	28 m³	2	
	30.01.33	Gepäckraum	80 m²	243 m³	2,95 m	5,57 m	3,50 m	16,43 m²	58 m³	5	
	Gebäude	Konstruktionsfläche									
		00.53.03	Außenwand UG	245 m²	856 m³	978,57 m	0,25 m	3,50 m	244,64 m²	1 m³	1
00.53.04		Außenwand EG	117 m²	411 m³	391,43 m	0,30 m	3,50 m	117,43 m²	1 m³	1	
00.53.05		Außenwand RG	235 m²	822 m³	782,86 m	0,30 m	3,50 m	234,86 m²	1 m³	1	
00.53.06		Innenwand (Beton)	310 m²	1084 m³	1238,78 m	0,25 m	3,50 m	309,70 m²	1084 m³	1	
00.53.08		Innenwand (TB)	707 m²	2475 m³	5656,00 m	0,13 m	3,50 m	707,00 m²	2475 m³	1	
00.53.09		Stützen	70 m²	246 m³	0,40 m	0,40 m	3,50 m	0,16 m²	1 m³	439	
00.53.15		Installationsschacht Rohbau	7 m²	24 m³	2,09 m	2,09 m	3,50 m	4,37 m²	15 m³	2	
00.53.17		Aufzugschacht - Rohbau Haltestelle	173 m²		2,00 m	1,80 m	3,50 m	3,60 m²	48 m³	48	
Technikflächen		30.04.05	Sicherheitsbeleuchtung	14 m²	48 m³	2,45 m	1,79 m	3,50 m	4,39 m²	15 m³	3
	30.04.01	Elektrovertellerräume	27 m²	95 m³	2,20 m	1,00 m	3,50 m	2,20 m²	8 m³	12	
	30.04.04	Daten-/Serverraum	34 m²	119 m³	2,75 m	5,30 m	3,50 m	14,58 m²	51 m³	2	
	30.04.06	Elektrozentrale	27 m²	95 m³	3,45 m	3,35 m	3,50 m	11,56 m²	40 m³	2	
	30.04.09	Heizungszentrale	31 m²	107 m³	4,40 m	6,00 m	3,50 m	26,40 m²	92 m³	1	
	30.04.10	Lüftungszentrale	54 m²	191 m³	4,30 m	6,00 m	3,50 m	25,80 m²	90 m³	2	
	30.04.08	Kältezentrale	54 m²	191 m³	4,30 m	3,00 m	3,50 m	12,90 m²	45 m³	4	
	30.04.07	Sanitärzentrale	80 m²	280 m³	3,45 m	5,85 m	3,50 m	20,18 m²	71 m³	4	
	30.05.01	Schacht Elektro	127 m²	445 m³	0,50 m	0,50 m	3,50 m	0,25 m²	1 m³	508	
	30.05.03	Schacht Lüftung	134 m²	467 m³	0,50 m	0,50 m	3,50 m	0,25 m²	1 m³	534	
	30.05.02	Schacht Heizung / Sanitär	77 m²	270 m³	0,50 m	0,35 m	3,50 m	0,18 m²	1 m³	440	
	02.73.04	Brandmelderzentrale	8 m²	26 m³	2,75 m	2,75 m	3,50 m	7,54 m²	26 m³	1	
	Verkehrsfläche	30.03.03	Flur EG	361 m²	1094 m³	35,00 m	1,70 m	3,03 m	59,50 m²	180 m³	6
30.03.04		Flur RG	994 m²	3014 m³	35,00 m	1,50 m	3,03 m	52,50 m²	159 m³	19	
02.59.01		Aufzüge	45 m²	138 m³	2,10 m	1,80 m	3,03 m	3,78 m²	11 m³	12	
02.59.02		Aufzugshaltestelle	201 m²	609 m³	2,20 m	1,90 m	3,03 m	4,18 m²	13 m³	48	
00.53.10		Treppenhaus UG	20 m²	61 m³	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m²	61 m³	4	
00.53.11		Treppenhaus EG	141 m²	428 m³	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m²	61 m³	4	
00.53.11		Treppenhaus RG	141 m²	428 m³	6,45 m	3,10 m	3,80 m	20,00 m²	61 m³	4	
Tiefgaragenstellplatz		02.09.05	Tiefgarage	6496 m²	25092 m³	84,67 m	84,67 m	3,50 m	7169,00 m²	25092 m³	1
Fassade, Decken, Dach, Gründung, Bodenplatte, Baugrube		00.51.01	Oberbodenabtrag	9025 m²	4513 m³	95,00 m	95,00 m	0,50 m	9025,00 m²	4513 m³	1
	00.51.02	Baugrubenaushub	8281 m²	41405 m³	91,00 m	91,00 m	5,00 m	8281,00 m²	41405 m³	1	
	00.51.04	Verbau - Trägerbohwand			182,00 m	182,00 m	5,00 m	33124,00 m²	165620 m³	1	
	00.53.01	Bodenplatte	8096 m²	4048 m³	89,90 m	89,90 m	0,50 m	8082,01 m²	4041 m³	1	
	00.53.02	Decke	23814 m²	7144 m³	154,31 m	154,31 m	0,30 m	23811,58 m²	7143 m³	1	
	00.55.01	Fassade UG						1644,00 m²		1	
	00.55.04	Fassade EG						2113,00 m²		1	
	00.55.03	Fassade OG						2113,00 m²		2	
	00.56.02	Flachdach	5239 m²		72,40 m	72,40 m	0,50 m	5241,76 m²	2621 m³	1	
	00.72.01	Grundleitung ELT			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m²	20 m³	1	
	00.72.02	Grundleitung HS			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m²	20 m³	1	
	00.53.16	Tiefgarage - Rampe			20,00 m	3,00 m	3,50 m	60,00 m²	210 m³	2	

Tabelle 5-8: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Hotel.

## 5.1.4 Die Nutzung des Objekts als Einzelhandelsimmobilie

### 5.1.4.1 Funktionsbetrieb

Die Konzeptentwicklung für die Nutzung Shopping orientiert sich an der Bauentwurfslehre nach NEUFERT<sup>668</sup> sowie an den Arbeiten von KAMINARIS<sup>669</sup> und MARSHEWSKI<sup>670</sup> und sieht großflächige Einzelhandelsflächen sowie Flächen für die Gastronomie vor, vgl. Abbildung 5-6. Der Hauptzugang erfolgt über den Eingang auf der südwestlichen Seite des Gebäudes über eine große Drehtür. Weiterhin sind großflächige Ladenstraßen bzw. Flure sowie zusätzliche Lager- und Müllräume und eine Anlieferungszone vorzufinden. Im ersten und zweiten Obergeschoss befinden sich großzügige Einzelhandelsflächen, Büroräume, sowie ein Gastronomiebetrieb. Tiefgarage, Technikräume, wie Hausanschlussräume, Traforäumen und die Lüftungszentrale, befinden sich im Untergeschoss.

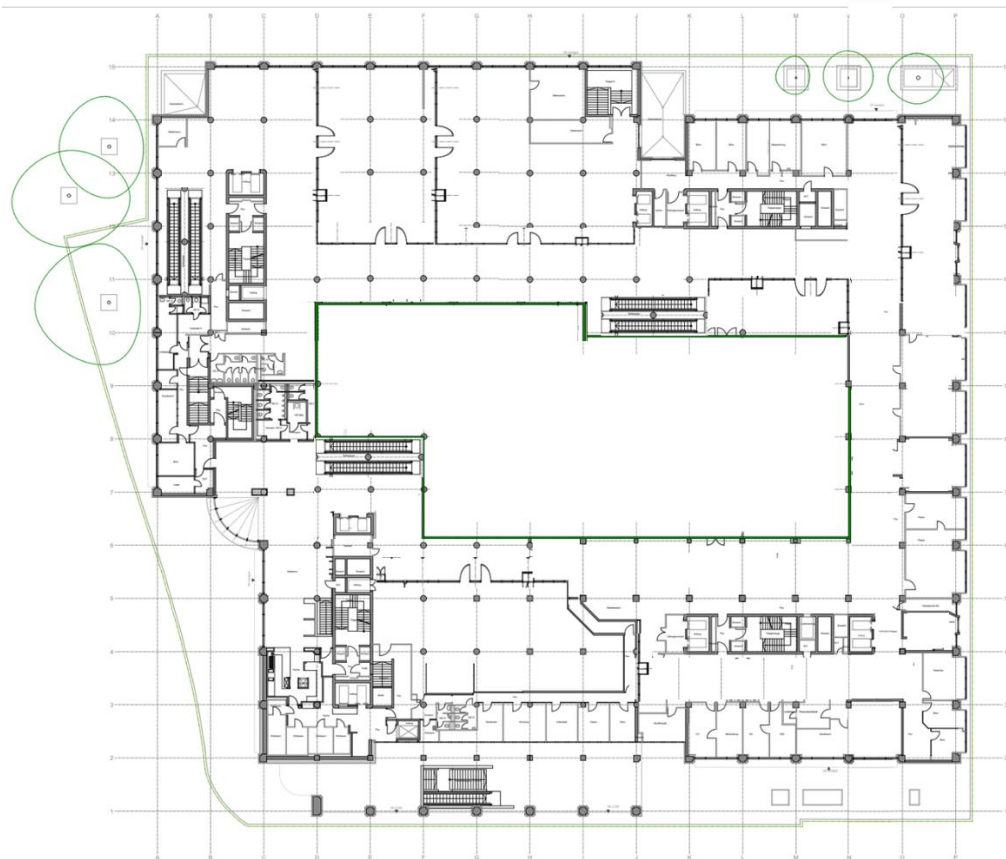


Abbildung 5-6: Beispiel für die Planung des Funktionsbetriebs Shopping.

### 5.1.4.2 Gebäudetyp

Die Eingabe des Gebäudetyps ist für alle Immobilientypen gleich und entspricht den Festlegungen aus Kapitel 5.1.1.2.

---

668 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre (42. Ausg.). Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019, S. 342.

669 Vgl. Kaminaris, A.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Einzelhandelsimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.

670 Vgl. Marshewski, L.: Umnutzungspotenziale von Shopping-Centern und Analyse der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit. TU-München, 2019.

### 5.1.4.3 Ausstattungsstandard

Der erforderliche Ausstattungsstandard wird anhand der in Kapitel 4.2.3 entwickelten Niveaustufen festgelegt. Dabei werden die jeweils konkret angesetzten Standards zur Ausbildung unterschiedlicher Niveaustufen für die übergeordneten Standardräume in Tabelle 5-2 und für die nutzungsspezifischen Standardräume in Tabelle 5-9 gezeigt.

Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume Shopping				
Legende GA = Grundannahme	Niedrig	Mittel	Hoch	
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren				
Oberflächen (Decke, Wände)	· Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2	· Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2	· Qualitätsstufe Q 3 - Q 4 gem. DIN 18550-2	
Decke	· Abgehängte Mineralfaserplatten	· abgehängte Decke Gipskarton · Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· wie mittlerer Standard · Schalldämmstoff	
Wände	· Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· Putz/ Verspachtelung, Anstrich	
Bodenbelag	· Fliesen (Flur) · PVC (Ladenbereiche)	· Natursteinplatten (Flur) · Fertigparkett (Ladenbereiche)	· hochwertiges Parkett (Ladenbereiche) · hochwertige Natursteinplatten (Flur)	
Bodenaufbau (zw. Decke und Belag)	· schwimmender Estrich, Dämmung	· Heizestrich, schwimmend, Dämmung	· wie mittlerer Standard	
Türen und Fenster innen	· Kunststoff, Holz, Glaseinsatz · Schaufester und Ladentür: Glas, ESG	· Stahl Aluminium mit Glaseinsatz · Schaufester und Ladentür: Glas, ESG	· Automattüren, rollstuhlgerecht · Türen, Schaufenster: Glas, ESG	
Sanitäreinrichtungen				
WC	· Fußboden und Wandflächen gefliest, Fliesen bis ca. 2 m Raumhöhe · Sanitärobjekte Keramik, Edelstahl	· Fußboden und Wandflächen gefliest, Naturstein bis ca. 2 m Raumhöhe · Sanitärobjekte Keramik, Edelstahl	· wie mittlerer Standard · Sanitärobjekte Keramik, Edelstahl	
Raumluftechnische Anlagen				
Lüftung, Wärme, Kälte	· Luftschleieranlage an Zugängen mit Luftauslass über Tür · mechanische Lüftung gem. Art. 42 BayBO für fensterlose Räume über zentrale Abluftanlage · automatische Rauchabzugsanlagen gem. § 16 BayVfV sofern Verkaufsräume ohne Fenster	· zentrale Lüftung mit Wärmetauscher (Klimaanlage) · automatische Rauchabzugsanlagen gem. § 16 BayVfV sofern Verkaufsräume ohne Fenster · Luftschleieranlage an Zugängen	· wie mittlerer Standard	
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen				
Elektrik, Beleuchtung	· Anzahl „Lichtauslässe“ nach Arbeitsstättenverordnung DIN EN 12464 für Verkaufsräume · Retail, Steckdosen GA: 0,10/m <sup>2</sup> ; Leuchten GA: 0,10/m <sup>2</sup> · Gastro Steckdosen GA: 0,10/m <sup>2</sup> ; Leuchten GA: 0,10/m <sup>2</sup> · Aufputz-Schalter und Dosen	· wie niedriger Standard Anzahl Leuchten und Steckdosen um 25 % erhöht · hochwertige Dosen, Abdeckungen und Schalter · hochwertige Beleuchtung · Unterputz-Schalter Dosen	· wie niedriger Standard Anzahl Leuchten und Steckdosen um 50 % erhöht · Sensorschalter, Annäherungsschalter und Schalter · hochwertige Beleuchtung	
Leitungsführung	· Kabelkanäle Wandkanäle (Alu/ Stahl)			
Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	· automatische Brandmeldeanlage (BMA) gem. § 20 Abs. 2 BayVfV i. V. m. Alarmierungsanlage, gem. Ziff. 2 & 3 TR TGA (BayTB) · Brandfallsteuerung von Aufzügen gem. § 20 Abs. 4 VStättV und gem. Ziff. A.2.1.15.3 BayTB	· wie niedriger Standard	· wie niedriger Standard	
Nutzungsspezifische Anlagen				
Feuerlöschanlagen, Sprinkler	· Sprinkleranlagen gem. § 20 Abs. 1 BayVfV und gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB) · Handfeuerlöscher und Feuerlösch-Steigleitungen mit Wandhydranten gem. § 20 Abs. 2 BayVfV und gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	· wie niedriger Standard	· wie niedriger Standard	

Tabelle 5-9: Angesetzte Ausstattungsstandards für nutzungsspezifische Standardräume in der Simulation für die Nutzung Shopping.

### 5.1.4.4 Standardräume

Unter Berücksichtigung der Tiefgarage, der EG und OG-Nutzung sowie der Tragstruktur ergeben sich die zu realisierenden Mengen für das geforderte Leistungsprogramm der Raumfunktionen, vgl. Tabelle 5-10. Diesen werden die entsprechenden Standardräume in Abhängigkeit von Standard, Länge, Breite und Höhe und der erforderlichen Anzahl zugeordnet.

Obergruppe	SR-Code	Bezeichnung SR	Grundfläche am Gebäude gesamt	Volumen am Gebäude gesamt	Länge SR	Breite SR	Höhe SR	Fläche SR	Volumen SR	Anzahl SR	
Verkaufsflächen	10.02.01	Verkaufsraum EG	2117 m²	6415 m³	20,58 m	15,00 m	3,50 m	308,65 m²	935 m³	7	
	10.02.02	Verkaufsraum RG 1	2053 m²	6221 m³	15,00 m	15,00 m	3,50 m	225,00 m²	682 m³	9	
	10.02.03	Verkaufsraum RG 2	1532 m²	4642 m³	15,00 m	10,00 m	3,50 m	150,00 m²	455 m³	5	
	02.07.04	Gastronomie	702 m²	2127 m³	11,85 m	11,85 m	3,50 m	140,40 m²	425 m³	5	
Nebenflächen	10.03.01	Büro	100 m²	303 m³	4,00 m	3,50 m	3,50 m	14,00 m²	42 m³	7	
	10.03.03	Personalraum UG	55 m²	166 m³	4,00 m	6,00 m	3,50 m	24,00 m²	73 m³	2	
	10.03.04	Personalraum groß	315 m²	955 m³	8,00 m	6,00 m	3,50 m	48,00 m²	145 m³	7	
	10.03.05	Personalraum klein	44 m²	134 m³	4,00 m	6,00 m	3,50 m	24,00 m²	73 m³	2	
	10.04.01	Lager EG	378 m²	1323 m³	8,69 m	8,69 m	3,50 m	75,59 m²	265 m³	5	
	10.04.02	Lager RG 2	1051 m²	3677 m³	14,49 m	14,49 m	3,50 m	210,10 m²	735 m³	5	
	10.04.03	Putzraum	44 m²	154 m³	5,00 m	3,00 m	3,50 m	15,00 m²	53 m³	3	
	10.05.01	WC	384 m²	1164 m³	8,00 m	8,00 m	3,50 m	64,00 m²	194 m³	6	
	11.01.05	Kühlraum klein	10 m²	35 m³	3,00 m	2,50 m	3,50 m	7,50 m²	26 m³	1	
	11.01.07	Tiefkühlraum	10 m²	35 m³	3,00 m	4,00 m	3,50 m	12,00 m²	42 m³	1	
	Gebäude	Konstruktionsfläche									
		00.53.03	Außenwand UG	245 m²	856 m³	978,57 m	0,25 m	3,50 m	244,64 m²	1 m³	1
00.53.04		Außenwand EG	117 m²	411 m³	391,43 m	0,30 m	3,50 m	117,43 m²	1 m³	1	
00.53.05		Außenwand RG	235 m²	822 m³	782,86 m	0,30 m	3,50 m	234,86 m²	1 m³	1	
00.53.06		Innenwand (Beton)	312 m²	1092 m³	1248,00 m	0,25 m	3,50 m	312,00 m²	1092 m³	1	
00.53.08		Innenwand (TB)	367 m²	1284 m³	2935,63 m	0,13 m	3,50 m	366,95 m²	1284 m³	1	
00.55.07		Schloßfläche	23 m²	81 m³	231,14 m	0,10 m	3,50 m	23,11 m²	81 m³	1	
00.53.09		Stützen	70 m²	246 m³	0,60 m	0,60 m	3,50 m	0,36 m²	1 m³	439	
00.53.17		Aufzugschacht - Rohbau Haltestelle	318 m²		2,20 m	1,90 m	3,50 m	4,18 m²	48 m³	76	
Technikflächen		20.04.01	Hausanschlussraum	25 m²	88 m³	5,00 m	5,00 m	3,50 m	25,00 m²	88 m³	1
		30.04.05	Sicherheitsbeleuchtung	15 m²	45 m³	2,45 m	1,79 m	3,50 m	4,39 m²	13 m³	4
	30.04.01	Elektrovertellerräume	31 m²	89 m³	2,20 m	1,00 m	3,50 m	2,20 m²	6 m³	14	
	30.04.04	Daten-/Serverraum	39 m²	111 m³	2,75 m	5,30 m	3,50 m	14,58 m²	42 m³	3	
	30.04.06	Elektrozentrale	31 m²	89 m³	3,45 m	3,35 m	3,50 m	11,56 m²	33 m³	3	
	30.04.09	Heizungszentrale	35 m²	100 m³	4,40 m	6,00 m	3,50 m	26,40 m²	76 m³	1	
	30.04.09	Warmwasserversorgung	35 m²	100 m³	4,40 m	6,00 m	3,50 m	26,40 m²	76 m³	1	
	30.04.10	Lüftungszentrale	34 m²	178 m³	4,30 m	6,00 m	3,50 m	25,80 m²	74 m³	1	
	30.04.08	Kältezentrale	17 m²	178 m³	4,30 m	3,00 m	3,50 m	12,90 m²	37 m³	1	
	30.04.07	Sanitärzentrale	27 m²	178 m³	3,45 m	5,85 m	3,50 m	20,18 m²	58 m³	1	
	30.05.01	Schacht Elektro	120 m²	22 m³	2,00 m	0,50 m	3,50 m	1,00 m²	1 m³	120	
	30.05.03	Schacht Lüftung	149 m²	22 m³	2,00 m	0,50 m	3,50 m	1,00 m²	1 m³	149	
	30.05.02	Schacht Heizung / Sanitär	52 m²	22 m³	1,50 m	0,50 m	3,50 m	0,75 m²	0 m³	69	
	02.73.04	Brandmeldezentrale	8 m²	26 m³	2,75 m	2,75 m	3,50 m	7,54 m²	26 m³	1	
Verkehrsfläche	10.06.01	Ladenstraße EG	1291 m²	4517 m³	35,93 m	35,93 m	3,50 m	1290,68 m²	4517 m³	1	
	10.06.02	Ladenstraße RG	1156 m²	4047 m³	34,00 m	34,00 m	3,50 m	1156,29 m²	4047 m³	2	
	00.53.10	Treppenhaus EG	20 m²	61 m³	6,45 m	3,10 m	3,50 m	20,00 m²	61 m³	4	
	00.53.11	Treppenhaus RG	141 m²	428 m³	6,45 m	3,10 m	3,50 m	20,00 m²	61 m³	8	
	10.06.07	Lastenaufzug	25 m²	88 m³	2,10 m	2,50 m	3,50 m	5,25 m²	18 m³	5	
	10.06.08	Personenaufzug	56 m²	196 m³	2,10 m	1,90 m	3,50 m	3,99 m²	14 m³	14	
	02.59.02	Aufzug - Haltestelle	318 m²		2,20 m	1,90 m	3,50 m	4,18 m²	48 m³	76	
	Rolltreppen	10.02.04	Rolltreppen	157 m²		1,00 m	1,50 m	3,50 m	1,50 m²	5 m³	105
Tiefgaragenstellplatz	02.09.05	Tiefgarage	6654 m²		81,57 m	81,57 m	3,50 m	6653,62 m²	23288 m³	1	
Fassade, Decken, Dach, Gründung, Bodenplatte, Baugrube											
	00.51.01	Oberbodenabtrag	9025 m²	4513 m³	95,00 m	95,00 m	0,50 m	9025,00 m²	4513 m³	1	
	00.51.02	Baugrubenaushub	8281 m²	41405 m³	91,00 m	91,00 m	5,00 m	8281,00 m²	41405 m³	1	
	00.51.04	Verbau - Trägerbohlwand			182,00 m	182,00 m	5,00 m	33124,00 m²	165620 m³	1	
	00.53.01	Bodenplatte	8096 m²	4048 m³	89,90 m	89,90 m	0,50 m	8082,01 m²	4041 m³	1	
	00.53.02	Decke	23814 m²	7144 m³	154,31 m	154,31 m	0,30 m	23811,58 m²	7143 m³	1	
	00.55.01	Fassade UG						1644,00 m²		1	
	00.55.04	Fassade EG						2113,00 m²		1	
	00.55.03	Fassade RG						2113,00 m²		2	
	00.56.02	Flachdach	5239 m²		72,40 m	72,40 m	0,50 m	5241,76 m²	2621 m³	1	
	00.72.01	Grundleitung ELT			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m²	20 m³	1	
	00.72.02	Grundleitung HS			20,00 m	1,00 m	1,00 m	20,00 m²	20 m³	1	
	00.53.16	Tiefgarage - Rampe			20,00 m	3,00 m	3,50 m	60,00 m²	210 m³	2	

Tabelle 5-10: Eingabe der Standardräume für die Nutzung Shopping.



## 5.2 Die Eingabe der Bauteilparameter

Die Eingabe der Bauteilparameter erfordert die Festlegung der Parameter der Herstellungs- und Instandsetzungskosten, der Grauen Energie, der technischen Lebensdauer, welche den Bauteilen als Attribute in den Standardräumen zugeordnet werden. In diesem Kapitel werden die für die Simulation angesetzten Daten nach dem Stand der Forschung, vgl. Kapitel 2 und 3, festgelegt.

### 5.2.1 Die Ansätze für die Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile

In Kapitel 2.2.3 wurden bereits Datenquellen vorgestellt. Im Rahmen der Arbeit werden für die Vergleichsrechnungen die Kostenkennwerte von SIRADOS verwendet. Die Veröffentlichung der Kostenkennwerte erfolgt von WEKA MEDIA GmbH & Co. KG in ihren jährlichen Baupreishandbüchern. Die Kosten je Bauteil für Herstellung und Instandsetzung sind Nettopreise im deutschlandweiten Durchschnitt. Die Kosten je Bauteil werden mit definierter Einheit und Kostengruppe KG nach DIN 276 sowie Leistungsbereich LB nach Standardleistungsbuch (StLB) angegeben und können damit den Bauteilen der Standardräumen zugeordnet werden. Für die Simulation wurden die SIRADOS Kennwerte mit Stand 2017<sup>671</sup> verwendet und mit dem Baupreisindex auf das Niveau 2020 angepasst, sodass die Sondereffekte der aktuell globalen wirtschaftliche Entwicklungen nicht auf die Ergebnisse einwirken. Der Baupreisindex für das vierte Quartal 2020 beträgt nach Statistischem Bundesamt 115,6 für Wohngebäude und für Nicht-Wohngebäude 116,00 für die Basis 100 = 2015<sup>672</sup>.

### 5.2.2 Die Ansätze für die Graue Energie von Bauteilen

In Kapitel 3.4 wurden bereits zu Verfügung stehende Daten vorgestellt. Es werden die Kennwerte der öffentlich zugänglichen ÖKOBAUDAT<sup>673</sup> herangezogen, vgl. Kapitel 3.4.1, welche in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Die Datensätze weisen eine Repräsentativität für Deutschland mit Stand 2021 auf. Die kumulierte nicht erneuerbare Primärenergie für die Lebenszyklusphasen nach DIN EN 15804 der Bauteile werden mit definierten Einheiten ausgewiesen und können addiert den Bauteilen in den Standardräumen in Megajoule pro Einheit [MJ/Einheit] zugeordnet werden. Um die Simulation durchführen zu können und das Gebäude einheitlich mit den Kennwerten zu beschreiben, werden die Kennwerte für Systemgrenzen Herstellung (A1-3) und Entsorgung (C3-4) angesetzt. Bauteile, für die explizit kein Kennwert vorliegt, wird ein Wert auf Basis des Materials aus vorhandenen Kennwerten abgeleitet, welche im Anhang E aufgeführt sind. Der Anteil der Grauen Energie je Bauteil für den Transport auf die Baustelle (A4) und von der Baustelle zur Entsorgung (C2) wird mit 1,4 [MJ / to km] für eine Strecke von 10 km berücksichtigt, da für das Simulationsobjekt kein Standort in Deutschland festgelegt ist.

---

671 WEKA Media GmbH & Co. KG (Hrsg.): SIRADOS Baudaten (Stand Oktober 2017). Kissing, 2017.

672 Vgl. Statistisches Bundesamt. (2020). Konjunkturindikatoren Baupreisindizes, Quartal IV 2019 - Basisjahr 2015 = 100.

673 Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (Hrsg.); Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR): ÖKOBAUDAT, Informationsportal nachhaltiges Bauen, 2021.

### 5.2.3 Die Ansätze für die technische Lebensdauer von Bauteilen

Nach Kapitel 4.3 sind zur Bestimmung der technischen Lebensdauer das Nutzungspotential  $N_p$  in Beanspruchungszyklen  $[Zy]$  und die Nutzungsintensität  $N_i$  in  $[Zy/t]$  zu bestimmen. Diese lassen sich in Ermangelung an vorliegenden Daten für das Nutzungspotential (vgl. Kapitel 4.3.1) aus Produktdatenblättern oder Versuchsergebnissen und für die Nutzungsintensität (vgl. Kapitel 4.3.2) aus Messungen nur im Ansatz festlegen. Um Vergleichsrechnungen durchführen zu können, muss die technische Lebensdauer aus der Literatur entnommen werden. Nach Kapitel 2.4.2.7 ist grundsätzlich die Belastbarkeit der in der Literatur vorhanden technischen Lebensdauern in Frage zu stellen. Die Berücksichtigung einer unterschiedlichen Ausprägung der Nutzungsintensität ist nur mit den Daten der paritätischen Lebensdauertabelle des Hauseigentümerversand Schweiz (HEV) und des Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV) möglich.

In der HEV-Tabelle werden allgemeine Reduktionsfaktoren (RdF) angegeben, welche eine Anpassung der technischen Bauteillebensdauern ( $tLD_{HEV}$ ) für Wohnimmobilien an die erhöhte Nutzungsintensität von Büro und Gewerbeimmobilien erlauben, vgl. Kapitel 2.4.2.7.<sup>674</sup> Nach HEV erfolgt die Berechnung der technischen Lebensdauer unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Nutzungsintensität nach Formel 5-1:

$$tLD = tLD_{HEV} [Jahre] * RdF$$

Wobei:

tLD: technische Lebensdauer [Jahre]

RdF: Reduktionsfaktor je Nutzungsart

tLD<sub>HEV</sub>: Lebensdauer kennwert des HEV für die Nutzung Wohnen [Jahre]

#### Formel 5-1: Berechnung der technischen Lebensdauer nach HEV<sup>675</sup>.

Der HEV gibt die technische Lebensdauer für Wohnen an. Der HEV verringert die technische Lebensdauer im Vergleich zur Nutzung Wohnen, für Büro um 20 %, für Gewerbe mit wenig Beanspruchung um 25 % und für Gewerbe mit viel Beanspruchung um 50 %, aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsintensitäten.<sup>676</sup> Für die Nutzung Büro wird ein Beispiel für Tapeten mit Formel 5-2 berechnet.

$$tLD = 10 \text{ Jahre } (tLD_{HEV}) * 0,8 \text{ (RdF: Nutzung Büro)} = 8 \text{ Jahre}$$

Wobei:

tLD: technische Lebensdauer [Jahre]

RdF: Reduktionsfaktor für die Nutzung Büro

tLD<sub>HEV</sub>: Lebensdauer kennwert, „Tapete“ nach HEV-Tabelle für die Nutzung Wohnen [Jahre]

#### Formel 5-2: Beispiel für die Berechnung der Technischen Lebensdauer im Modell.

---

674 Vgl. Hauseigentümerversand Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016. S.1.

675 Vgl. Hauseigentümerversand Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016. S.1-4.

676 Vgl. Hauseigentümerversand Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016.

Das Simulationsobjekt stellt ein Gebäude dar, welches dem Zweck entsprechend genutzt wird. Entsprechend der HEV-Tabelle erfährt der Immobilientyp Wohnen damit keine Reduktion der Lebensdauer. Für den Immobilientyp Büro als gewerblich genutztes Objekt mit Kundenkontakt wird eine Reduktion der technischen Lebensdauern um 20 % vorgenommen. Die Shopping Nutzung, welche von der Passantenfrequenz abhängt, wird als stärker beansprucht eingestuft und eine Lebensdauerreduktion von 50 % festgelegt. Die Nutzung Hotel weist im Vergleich zu Shopping eine geringere Anzahl potentieller Nutzer auf, sodass die Hotelnutzung eine Reduktion von 25 % der Lebensdauern erfährt. Für die Simulation ergeben sich die Reduktionsfaktoren für die technische Lebensdauer aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsintensität je Nutzung nach HEV-Tabelle<sup>677</sup> zu 1 für Wohnen, 0,8 für Büro, 0,75 für Hotel und 0,5 für Shopping. Die Festlegung der Lebensdauer (Wohnen 100 %, Büro 80 %, Hotel 75 % und Shopping 50 %) aufgrund der Nutzungsintensität wird im Folgenden als Referenzfall für die Simulation bezeichnet. Es ergibt sich Tabelle 5-11.

Immobilientyp	Veränderte Lebensdauer infolge Nutzungsintensität zur Nutzung Wohnen nach HEV <sup>678</sup>	Reduktionsfaktoren RdF der Lebensdauer für den Ansatz im Modell	Referenzfälle zur Variation Nutzungsintensität je Immobilientyp
Wohnen	+0 %	1	„Referenzfall Wohnen 100 %“
Büro	minus 20 %	0,8	„Referenzfall Büro 80 %“
Hotel	minus 25 %	0,75	„Referenzfall Hotel 75 %“
Shopping	minus 50 %	0,5	„Referenzfall Shopping 50 %“

**Tabelle 5-11: Ansätze zur Berücksichtigung der Unterschiede der Nutzungsintensität je Funktionsbetrieb.**

Die ermittelten Faktoren werden auf die Lebensdauer von Türen, Fenster (nicht Festverglasung) Jalousien, Bodenbeläge, Wandbeläge, Förderanlagen (Aufzug, Rolltreppe), Wärmeerzeugungsanlagen, Steckdosen, Lichtschalter und lufttechnische Anlagen angewendet, da diese der direkten Nutzung durch den Nutzer ausgesetzt sind.

### 5.3 Der Ansatz für die Gesamtnutzungsdauer

Eine Immobilie kann nach Kapitel 2.4 durch den Bauteilersatz unendlich instandgesetzt werden. Aus Gründen der Obsoleszenz (immaterielle Abnutzung) ist diese begrenzt und variiert für unterschiedliche Immobilientypen, vgl. Abbildung 2-25. Die Simulation betrachtet eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren. Die Simulation erlaubt damit die Auswertung aller Gesamtnutzungsdauern kleiner oder gleich 100 Jahre, um die Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping vergleichend darstellen zu können.

<sup>677</sup> Vgl. Hauseigentümerverband Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016.

<sup>678</sup> Vgl. Hauseigentümerverband Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV): Paritätische Lebensdauertabelle. 2016.

## 5.4 Simulationsaufbau und -durchführung

Die Kapitel 5.1, 5.2 und 5.3 definieren die Simulationseingabe. Zur Ermittlung der wesentlichen Parameter werden im Rahmen der Simulation Gebäudeparameter und Bauteilparameter verändert. Bei den Gebäudeparametern (vgl. Kapitel 5.1) werden die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping variiert, um den Einfluss des Funktionsbetriebs zu untersuchen. Um Vergleichbarkeit in der Gebäudekubatur zu generieren, wird nur die Gebäudeklasse 5 untersucht. Um den Einfluss der gewählten Bauteile bzw. des Materials zu untersuchen, wird der Ausstattungsstandard in den definierten Ausstattungsniveaus Niedrig, Mittel und Hoch unterschieden. Bei den Bauteilparametern werden die technischen Lebensdauern für die ausgewählten Bauteile (vgl. Kapitel 5.2.3), welche einer unterschiedlichen Nutzungsintensität je nach Immobilientyp ausgesetzt sind, entsprechend den festgelegten Lebensdauerreduktionsansätzen (Wohnen = 100 %, Büro = 80 %, Hotel = 75 % und Shopping = 50 %) unterschieden. In einer Sensitivitätsanalyse wird die Variation der Lebensdauer dieser Bauteile (+/- 25 %) betrachtet. Die Kennwerte der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie werden nicht variiert, da diese das Ergebnis linear beeinflussen. Die Instandsetzungsstrategie tauscht die Bauteile ordnungsgemäß am Ende der technischen Lebensdauer ( $\gamma = 1$ ) der Bauteile unter Berücksichtigung der Bauteilabhängigkeiten aus. Die Gesamtnutzungsdauer (vgl. Kapitel 5.3) wird für alle Varianten auf 100 Jahre festgelegt. Über diesen Zeitraum werden Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie bestimmt. Es ergeben sich insgesamt 12 Varianten. Tabelle 5-12 fasst die wesentlichen Unterscheidungskriterien der Simulationsvarianten im Simulationsaufbau zusammen.

Bez. u. Nr.	Immobilientyp [Funktionsbetrieb]	Gebäudetyp [Gebäudeklasse]	Standard [Ausstattungsniveau]	Nutzungsintensität [Lebensdauerreduktion]	Instandhaltung [Instandsetzungsstrategie]	Gesamtnutzungsdauer [Jahre]	Zielgröße je [Einheit]
Variante 1	Hotel	Klasse 5	Niedrig	Bauteillebensdauer 75%	Ordnungsgemäß, Abnutzungsgrenze 100%, $\gamma = 1$	100 Jahre	HK + IZK in [€] GE in [MJ]
Variante 2			Mittel				
Variante 3			Hoch				
Variante 4	Wohnen		Niedrig	Bauteillebensdauer 100%			
Variante 5			Mittel				
Variante 6			Hoch				
Variante 7	Büro		Niedrig	Bauteillebensdauer 80%			
Variante 8			Mittel				
Variante 9			Hoch				
Variante 10	Shopping		Niedrig	Bauteillebensdauer 50%			
Variante 11			Mittel				
Variante 12			Hoch				
*Die Lebensdauerreduktion wird auf die technische Lebensdauer von Türen, Fenster (nicht Festverglasung) Jalousien, Bodenbeläge, Wandbeläge, Förderanlagen (Aufzug, Rolltreppe), Wärmeerzeugungsanlagen, Steckdosen, Lichtschalter und lufttechnische Anlagen angewendet, da diese der direkten Nutzung durch den Nutzer ausgesetzt sind.							
Sensitivitätsanalyse der Nutzungsintensität unter Variation der Lebensdauerreduktion der technischen Bauteillebensdauer um +/-25%.							

**Tabelle 5-12: Darstellung des Simulationsaufbaus zur Bestimmung der wesentlichen Einflussparameter bei der Ermittlung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten und der Grauen Energie.**

## 6 Ergebnisse

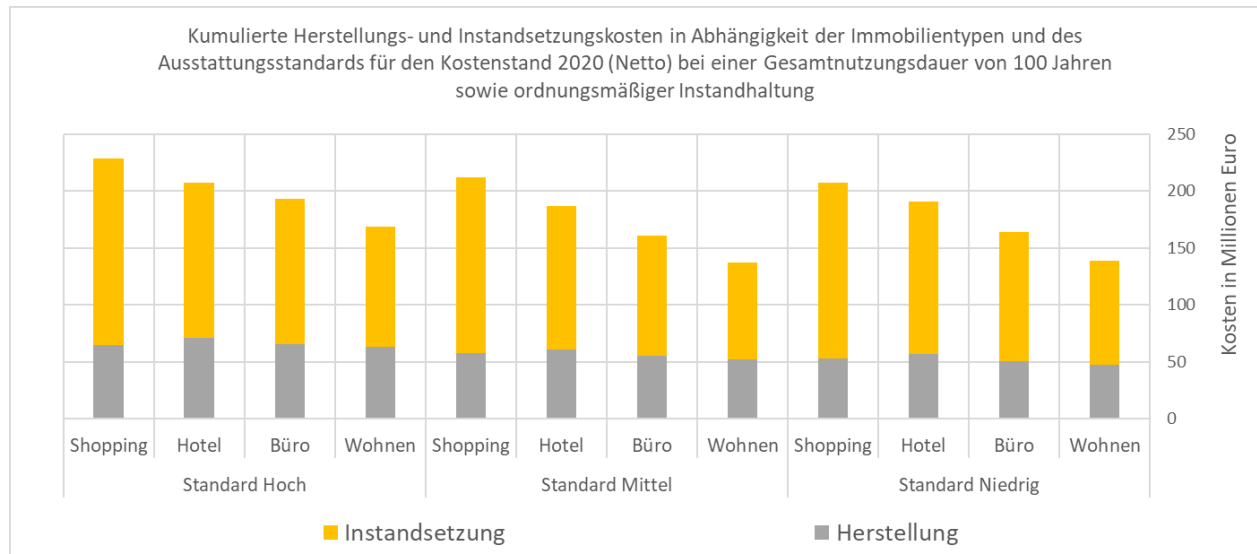
### 6.1 Einzelergebnisse der Simulation

#### 6.1.1 Die qualitative und quantitative Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten

Zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten werden diese auf der Ebene des Immobilientyps, der Ebene der Gebäudeteile (Rohbau, Fassade, Ausbau, und technische Gebäudeausrüstung) und der Ebene der Bauteile für die KG 300 und 400 nach DIN 276 auf Basis der Eingabe der Simulation bestimmt und dargestellt.

##### 6.1.1.1 Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene des Immobilientyps

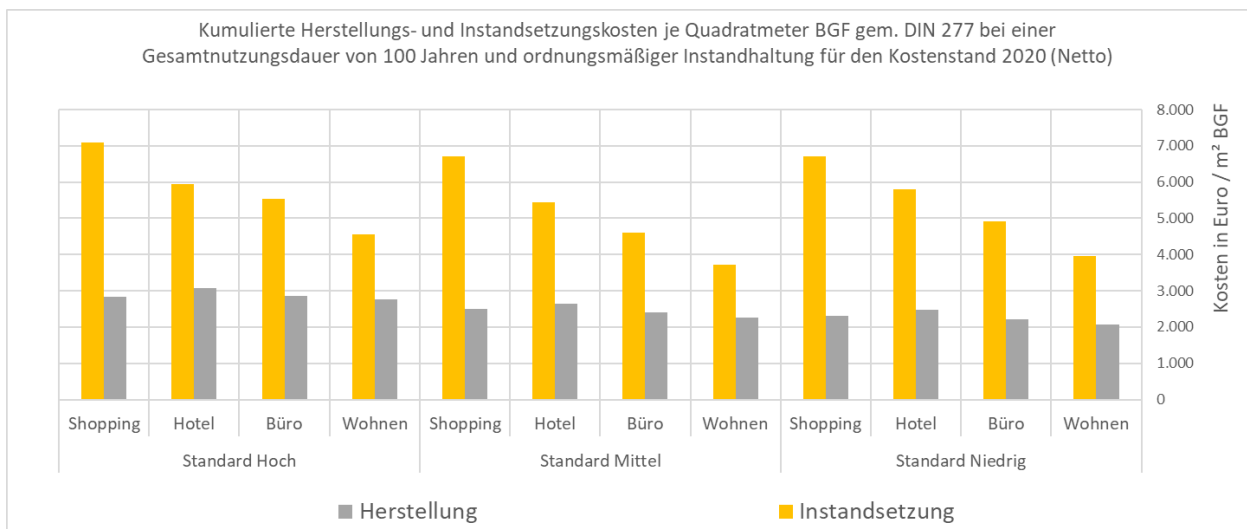
Die Herstellungskosten und Instandsetzungskosten werden auf Ebene des Immobilientyps für die Funktionsbetriebe Wohnen, Büro, Hotel und Shopping in den Standards Hoch, Mittel, Niedrig als Summe aller Herstellungskosten für die KG 300 und 400 über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren bei ordnungsmäßiger Instandhaltung, gem. Kapitel 4.4., berechnet. Die Herstellungs- und Instandsetzungskosten beinhalten damit kein Grundstück und keine Planungskosten. Entsprechend dem Simulationsaufbau werden die Herstellungs- und Instandsetzungskosten für die 12 Simulationsvarianten in Abbildung 6-1 kumuliert dargestellt.



**Abbildung 6-1: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten in Abhängigkeit des Immobilientyps und des Ausstattungsstandards.**

Abbildung 6-1 zeigt, dass die Wohnimmobilie je Ausstattungsstandard die geringsten kumulierten Herstellungs- und Instandsetzungskosten aufweist und die Shoppingimmobilie die höchsten. Die kumulierten Kosten für Herstellung und Instandsetzung je Immobilientyp sind im Ausstattungsstandard Niedrig und Mittel ca. in einer ähnlichen Größenordnung und am höchsten für den Ausstattungsstandard Hoch.

Werden je Simulationsvariante die Herstellungs- und Instandsetzungskosten bezogen auf die BGF von 23814 m<sup>2</sup>, ergibt sich Abbildung 6-2. Die Darstellung der relativen Herstellungskosten für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Shopping und Hotel lässt sich in das durchschnittliche Kostenniveau nach statistischem Bundesamt für den Stand 2020 einordnen, welcher beispielsweise für Wohnimmobilien 2075 €/m<sup>2</sup> vorsieht. Weiter ist zu erkennen, dass die Herstellungskosten je Immobilientyp mit dem Ausstattungsstandard steigen und für das Hotel am höchsten sind. Abbildung 6-2 zeigt weiter, dass der mittlere Ausstattungsstandard die geringsten Instandsetzungskosten je Immobilientyp aufweist. Die Instandsetzungskosten übersteigen in allen Fällen die Herstellungskosten und sind am höchsten bei dem Immobilientyp Shopping und am niedrigsten bei dem Immobilientyp Wohnen.



**Abbildung 6-2: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten je m<sup>2</sup> BGF gem. DIN 277 in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.**

Wird der prozentuale Anteil der Herstellungs- und Instandsetzungskosten an den kumulierten Gesamtkosten über die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping in Abhängigkeit der Ausstattungsstandards Niedrig, Mittel und Hoch gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-3. Es zeigt sich, dass die Anteile der Instandsetzungskosten immer die Herstellungskosten übersteigen und zwischen den Immobilientypen und dem Ausstattungsstandard variieren. Die Immobilientypen Hotel und Shopping weisen dabei die höchsten Anteile der Instandsetzungskosten auf und Wohnen die niedrigsten. Die Immobilientypen im niedrigen Ausstattungsstandard weisen einen niedrigeren Anteil an Herstellungskosten an den Gesamtkosten gegenüber dem mittleren und hohen Standard auf. Entsprechend zeigen die Immobilientypen im niedrigen Standard einen höheren Anteil an Instandsetzungskosten an den Gesamtkosten ein als der mittlere Standard und der hohe Standard.

Prozentualer Anteil der Herstellungs- und Instandsetzungskosten an den kumulierten Gesamtkosten je Immobilientyp und Standard für eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren bei ordnungsmäßiger Instandhaltung

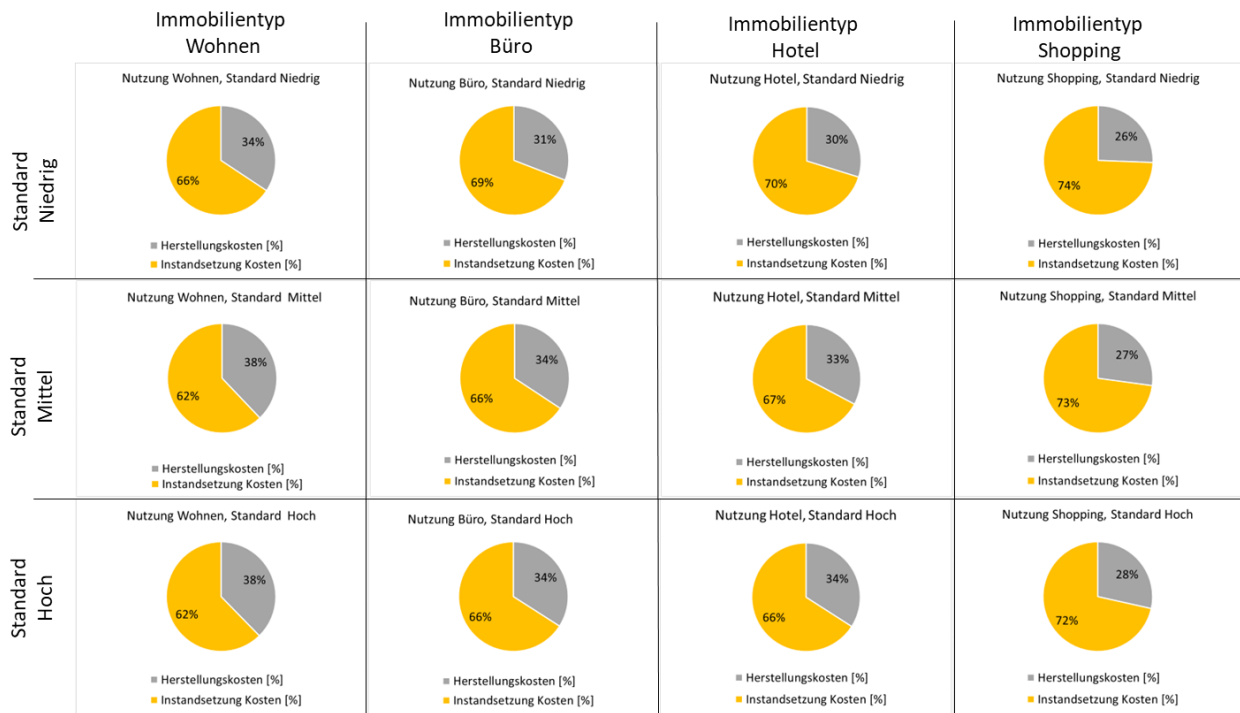


Abbildung 6-3: Prozentualer Anteil der Herstellungs- und Instandsetzungskosten an den kumulierten Gesamtkosten je Immobilientyp in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards.

Zur Darstellung der Entwicklung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten werden diese für jedes Jahr der Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren kumuliert und für die Standards Niedrig, Mittel und Hoch für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping über die Gesamtnutzungsdauer dargestellt. Es ergeben sich Abbildung 6-4, Abbildung 6-5 und Abbildung 6-6. Es ist in allen Abbildungen zu erkennen, dass die kumulierten Kosten sprunghaft durch die entsprechenden Instandsetzungsmaßnahmen ansteigen. Zum Jahr 0 lassen sich die Herstellungskosten ablesen und im Verlauf die kumulierten jährlichen Instandsetzungskosten anhand der jeweiligen Sprünge. Die Wohnimmobilie weist in allen Abbildungen die niedrigsten Herstellungskosten auf und generiert die niedrigsten kumulierten Kosten nach 100 Jahren. Der Immobilientyp Büro weist höhere Herstellungskosten und kumulierte Kosten über 100 Jahr als Wohnen auf. Auffällig ist, dass in allen Abbildungen das Hotel am meisten Herstellungskosten verbraucht, jedoch infolge Instandsetzung die zweit höchsten kumulierten Kosten nach 100 Jahren generiert. Dies kann durch die kleinteilige Struktur (Zimmer) mit entsprechender Gebäudetechnik gegenüber den anderen Immobilientypen erklärt werden. Obwohl die Shoppingimmobilie nicht die höchsten Herstellungskosten aufweist, generiert sie die meisten kumulierten Kosten nach 100 Jahren. Dies kann infolge erhöhter Instandsetzungsaufwendungen durch die höhere Nutzungsintensität mit folglich reduzierter Lebensdauer relevanter Bauteile gegenüber den anderen Immobilientypen begründet werden. Die charakteristischen Kurven der Instandsetzung (Sprünge) werden vor allem durch kostenintensive Instandsetzungen des Dachaufbaus ca. alle 40 Jahre oder der Trockenbau-Innenwände und Edelstahlwasserrohre ca. alle 50 Jahre getrieben. Charakteristisch für den niedrigen Standard ist die Instandsetzung der WDVS-Fassade und Kunststofffenster ca. alle 40 Jahre, wohingegen für den mittleren und hohen

Ausstattungsstandard die Instandsetzung der Aluminiumfenster ca. alle 55 Jahre charakteristisch ist.

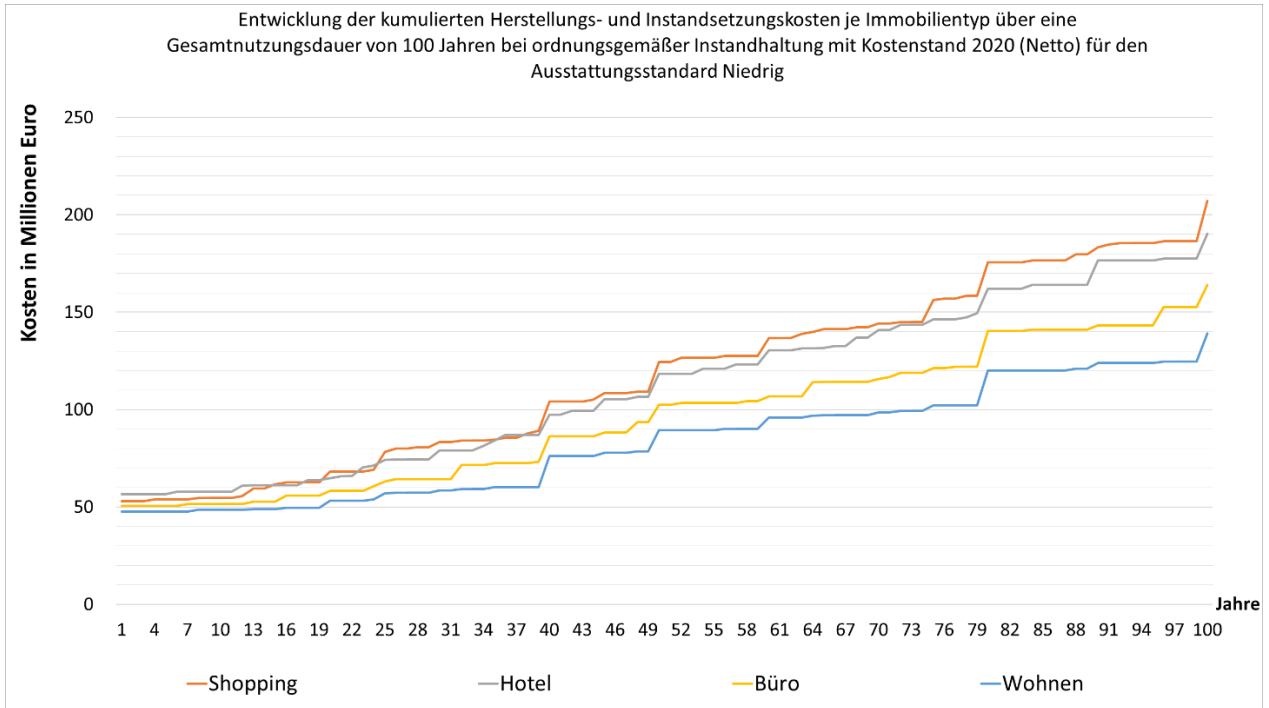


Abbildung 6-4: Entwicklung der kumulierten Kosten für die Immobilientypen im Ausstattungsstandard Niedrig über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren.

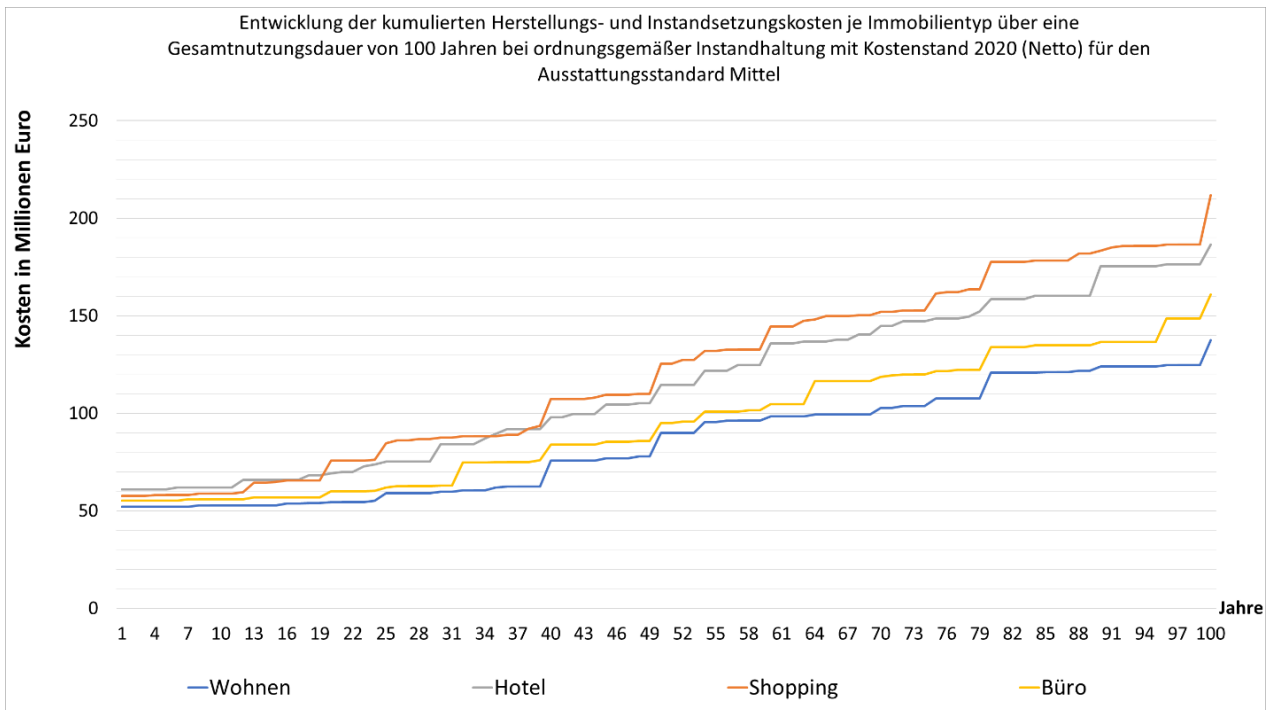
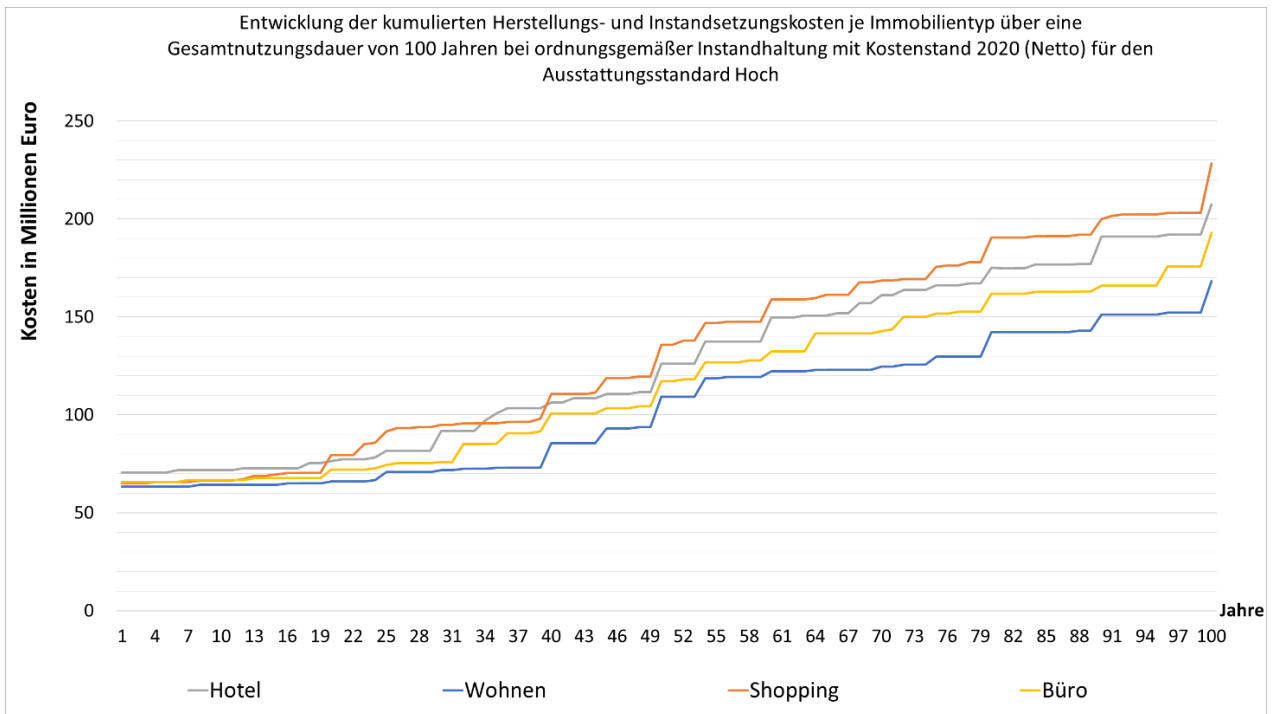


Abbildung 6-5: Entwicklung der kumulierten Kosten für die Immobilientypen im Ausstattungsstandard Mittel über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren.





**Abbildung 6-6: Entwicklung der kumulierten Kosten für die Immobilientypen im Ausstattungsstandard Hoch über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren.**

Um den Anstieg der einzelnen Instandsetzungen zu quantifizieren, werden die Instandsetzungsaufwendungen aus Abbildung 6-4, Abbildung 6-5 und Abbildung 6-6 über die Gesamtnutzungsdauer in Prozent der jeweiligen Herstellungskosten bestimmt und tabellarisch für jedes Jahr erfasst. In Abbildung 6-7, Abbildung 6-8, Abbildung 6-9 sind die kumulierten Instandsetzungskosten der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping in Abhängigkeit der Gesamtnutzungsdauer in Prozent der Herstellungskosten in der Spalte „kum. IZK“ angegeben. In der Spalte „IZK je Jahr“ wird die Steigerung der Instandsetzungskosten je Jahr, verursacht durch die einzelnen Maßnahmen, dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die ersten Instandsetzungen im Immobilientyp Shopping bereits nach 4 Jahren, im Büro nach 6 Jahren und im Hotel nach 7 Jahren und im Wohnen nach 8 Jahren erfolgen und können der Innenwandbekleidung (Dispersionsfarbe) zugeordnet werden. Die unterschiedlichen Instandsetzungszeitpunkte lassen sich auf die differenzierte Nutzungsintensität bei Innenwandbekleidungen zurückführen. Die kumulierten Instandsetzungskosten der Immobilientypen erreichen nach 100 Jahren im niedrigen Standard für die Wohnimmobilie ca. 191 %, für die Büroimmobilie ca. 223 %, für die Hotelimmobilie ca. 235 % und für die Shoppingimmobilie ca. 290 % der Herstellungskosten, vorausgesetzt die Immobilie wird stets ordnungsgemäß instandgehalten. Die kumulierten Instandsetzungskosten der Immobilientypen im mittleren Standard erreichen nach 100 Jahren für die Wohnimmobilie ca. 163 %, für die Büroimmobilie ca. 192 %, für die Hotelimmobilie ca. 206 % und für die Shoppingimmobilie ca. 268 % der Herstellungskosten. Im hohen Standard erreichen die kumulierten Instandsetzungskosten der Immobilientypen für die Wohnimmobilie ca. 165 %, für die Büroimmobilie ca. 194 %, für die Hotelimmobilie ca. 194 % und für die Shoppingimmobilie ca. 251 % der Herstellungskosten.

## Kapitel 6: Ergebnisse

Entwicklung der Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten bei ordnungsmäßiger Instandhaltung über eine Gesamtnutzungsdauer (GND) von 100 Jahren im Ausstattungsstandard Niedrig																	
GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel		GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel	
	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr		kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	51	134,6%	0,0%	87,5%	0,0%	102,4%	0,0%	108,8%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	52	138,7%	4,1%	87,5%	0,0%	104,2%	1,8%	108,8%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	53	138,7%	0,0%	87,5%	0,0%	104,2%	0,0%	108,8%	0,0%
4	1,5%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	54	138,7%	0,0%	87,5%	0,0%	104,2%	0,0%	113,5%	4,7%
5	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	55	138,7%	0,0%	87,5%	0,0%	104,2%	0,0%	113,5%	0,0%
6	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	1,8%	56	140,3%	1,5%	89,2%	1,7%	104,2%	0,0%	113,5%	0,0%
7	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	1,8%	1,8%	0,0%	57	140,3%	0,0%	89,2%	0,0%	104,2%	0,0%	117,5%	3,9%
8	3,1%	1,5%	1,7%	1,7%	1,9%	0,0%	1,9%	0,0%	58	140,3%	0,0%	89,2%	0,0%	106,0%	1,8%	117,5%	0,0%
9	3,1%	0,0%	1,7%	0,0%	1,9%	0,0%	1,9%	0,0%	59	140,3%	0,0%	89,2%	0,0%	106,0%	0,0%	117,5%	0,0%
10	3,1%	0,0%	1,8%	0,1%	1,9%	0,1%	1,9%	0,1%	60	157,6%	17,3%	101,2%	12,0%	111,1%	5,1%	130,1%	12,6%
11	3,1%	0,0%	1,8%	0,0%	1,9%	0,0%	1,9%	0,0%	61	157,6%	0,0%	101,2%	0,0%	111,1%	0,0%	130,1%	0,0%
12	4,7%	1,5%	1,8%	0,0%	1,9%	0,0%	7,7%	5,7%	62	157,6%	0,0%	101,2%	0,0%	111,1%	0,0%	130,1%	0,0%
13	12,0%	7,3%	2,2%	0,4%	4,1%	2,2%	8,1%	0,4%	63	162,0%	4,4%	101,2%	0,0%	111,1%	0,0%	131,8%	1,7%
14	12,0%	0,0%	2,2%	0,0%	4,1%	0,0%	8,1%	0,0%	64	163,5%	1,5%	102,9%	1,7%	125,5%	14,3%	131,9%	0,0%
15	16,4%	4,4%	2,2%	0,0%	4,2%	0,0%	8,1%	0,0%	65	166,5%	3,0%	103,4%	0,5%	126,0%	0,5%	132,3%	0,4%
16	17,9%	1,5%	3,9%	1,7%	10,5%	6,3%	8,1%	0,0%	66	166,5%	0,0%	103,4%	0,0%	126,0%	0,0%	134,1%	1,8%
17	17,9%	0,0%	3,9%	0,0%	10,5%	0,0%	8,1%	0,0%	67	166,5%	0,0%	103,4%	0,0%	126,0%	0,0%	134,1%	0,0%
18	17,9%	0,0%	3,9%	0,0%	10,5%	0,0%	12,8%	4,7%	68	168,0%	1,5%	103,4%	0,0%	126,0%	0,0%	141,8%	7,7%
19	17,9%	0,0%	3,9%	0,0%	10,5%	0,0%	12,8%	0,0%	69	168,0%	0,0%	103,4%	0,0%	126,0%	0,0%	141,8%	0,0%
20	28,6%	10,7%	11,4%	7,5%	15,3%	4,8%	14,5%	1,7%	70	171,8%	3,8%	106,5%	3,1%	128,8%	2,8%	148,5%	6,7%
21	28,6%	0,0%	11,4%	0,0%	15,3%	0,0%	16,2%	1,7%	71	171,8%	0,0%	106,5%	0,0%	130,6%	1,8%	148,5%	0,0%
22	28,6%	0,0%	11,4%	0,0%	15,3%	0,0%	16,2%	0,0%	72	173,3%	1,5%	108,2%	1,7%	135,0%	4,4%	153,3%	4,8%
23	28,6%	0,0%	11,4%	0,0%	15,3%	0,0%	23,9%	7,7%	73	173,3%	0,0%	108,2%	0,0%	135,0%	0,0%	153,3%	0,0%
24	30,2%	1,5%	13,1%	1,7%	19,7%	4,4%	25,8%	1,8%	74	173,3%	0,0%	108,2%	0,0%	135,0%	0,0%	153,3%	0,0%
25	47,6%	17,5%	19,7%	6,6%	24,7%	5,0%	31,1%	5,3%	75	194,6%	21,3%	114,2%	6,0%	139,4%	4,4%	158,1%	4,8%
26	50,6%	3,0%	20,1%	0,4%	26,9%	2,2%	31,4%	0,4%	76	196,1%	1,5%	114,2%	0,0%	139,4%	0,0%	158,1%	0,0%
27	50,6%	0,0%	20,1%	0,0%	26,9%	0,0%	31,4%	0,0%	77	196,1%	0,0%	114,2%	0,0%	141,2%	1,8%	158,1%	0,0%
28	52,1%	1,5%	20,1%	0,0%	26,9%	0,0%	31,4%	0,0%	78	198,6%	2,5%	114,2%	0,0%	141,2%	0,0%	159,9%	1,8%
29	52,1%	0,0%	20,1%	0,0%	26,9%	0,0%	31,4%	0,0%	79	198,6%	0,0%	114,2%	0,0%	141,2%	0,0%	163,8%	3,9%
30	57,0%	4,9%	22,7%	2,6%	27,0%	0,1%	39,6%	8,1%	80	231,1%	32,5%	151,8%	37,5%	177,0%	35,8%	185,7%	21,9%
31	57,0%	0,0%	22,7%	0,0%	27,0%	0,0%	39,6%	0,0%	81	231,1%	0,0%	151,8%	0,0%	177,0%	0,0%	185,7%	0,0%
32	58,5%	1,5%	24,4%	1,7%	41,4%	14,3%	39,6%	0,0%	82	231,1%	0,0%	151,8%	0,0%	177,0%	0,0%	185,7%	0,0%
33	58,5%	0,0%	24,4%	0,0%	41,4%	0,0%	39,6%	0,0%	83	231,1%	0,0%	151,8%	0,0%	177,0%	0,0%	185,7%	0,0%
34	58,5%	0,0%	24,4%	0,0%	41,4%	0,0%	43,6%	3,9%	84	232,6%	1,5%	151,8%	0,0%	178,8%	1,8%	189,2%	3,5%
35	59,6%	1,1%	26,2%	1,8%	43,1%	1,7%	48,6%	5,0%	85	232,7%	0,0%	151,8%	0,0%	178,8%	0,0%	189,3%	0,0%
36	61,1%	1,5%	26,2%	0,0%	43,1%	0,0%	53,3%	4,7%	86	232,7%	0,0%	151,8%	0,0%	178,8%	0,0%	189,3%	0,0%
37	61,1%	0,0%	26,2%	0,0%	43,1%	0,0%	53,3%	0,0%	87	232,7%	0,0%	151,8%	0,0%	178,8%	0,0%	189,3%	0,0%
38	65,5%	4,4%	26,2%	0,0%	43,1%	0,0%	53,3%	0,0%	88	238,6%	5,9%	153,5%	1,7%	178,9%	0,0%	189,3%	0,0%
39	68,0%	2,5%	26,2%	0,0%	44,9%	1,8%	53,3%	0,0%	89	238,6%	0,0%	153,5%	0,0%	178,9%	0,0%	189,3%	0,0%
40	96,4%	28,4%	59,7%	33,5%	70,4%	25,5%	71,6%	18,3%	90	245,6%	7,1%	159,6%	6,1%	182,8%	4,0%	211,3%	22,0%
41	96,4%	0,0%	59,7%	0,0%	70,4%	0,0%	71,6%	0,0%	91	248,2%	2,5%	159,6%	0,0%	182,8%	0,0%	211,3%	0,0%
42	96,4%	0,0%	59,7%	0,0%	70,4%	0,0%	75,1%	3,5%	92	249,7%	1,5%	159,6%	0,0%	182,8%	0,0%	211,3%	0,0%
43	96,4%	0,0%	59,7%	0,0%	70,4%	0,0%	75,1%	0,0%	93	249,7%	0,0%	159,6%	0,0%	182,8%	0,0%	211,3%	0,0%
44	97,9%	1,5%	59,7%	0,0%	70,4%	0,0%	75,1%	0,0%	94	249,7%	0,0%	159,6%	0,0%	182,8%	0,0%	211,3%	0,0%
45	104,5%	6,6%	63,2%	3,5%	74,2%	3,8%	86,0%	10,9%	95	249,7%	0,0%	159,7%	0,0%	182,9%	0,0%	211,3%	0,0%
46	104,5%	0,0%	63,2%	0,0%	74,2%	0,0%	86,0%	0,0%	96	251,3%	1,5%	161,3%	1,7%	201,6%	18,7%	213,1%	1,8%
47	104,5%	0,0%	63,2%	0,0%	74,2%	0,0%	86,0%	0,0%	97	251,3%	0,0%	161,3%	0,0%	201,6%	0,0%	213,1%	0,0%
48	106,0%	1,5%	64,8%	1,7%	84,9%	10,7%	87,9%	1,8%	98	251,3%	0,0%	161,3%	0,0%	201,6%	0,0%	213,1%	0,0%
49	106,0%	0,0%	64,8%	0,0%	84,9%	0,0%	87,9%	0,0%	99	251,3%	0,0%	161,3%	0,0%	201,6%	0,0%	213,1%	0,0%
50	134,6%	28,6%	87,5%	22,6%	102,4%	17,5%	108,8%	20,9%	100	290,6%	39,3%	191,4%	30,1%	223,9%	22,3%	235,7%	22,6%

**Abbildung 6-7: Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten kumuliert und je Jahr über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Immobilityps im Standard Niedrig.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Entwicklung der Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten bei ordnungsmäßiger Instandhaltung über eine Gesamtnutzungsdauer (GND) von 100 Jahren im Ausstattungsstandard Mittel																	
GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel		GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel	
	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr		kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	51	117,9%	0,0%	72,6%	0,0%	72,3%	0,0%	87,7%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	52	121,3%	3,4%	72,6%	0,0%	73,9%	1,6%	87,7%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	53	121,3%	0,0%	72,6%	0,0%	73,9%	0,0%	87,7%	0,0%
4	1,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	54	129,4%	8,1%	83,5%	10,9%	82,8%	8,9%	99,7%	12,0%
5	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	55	129,4%	0,0%	83,5%	0,0%	82,8%	0,0%	99,8%	0,0%
6	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	1,4%	56	130,5%	1,2%	85,0%	1,5%	82,8%	0,0%	99,8%	0,0%
7	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	1,6%	1,5%	0,0%	57	130,5%	0,0%	85,0%	0,0%	82,8%	0,0%	104,5%	4,7%
8	2,3%	1,2%	1,5%	1,5%	1,6%	0,0%	1,5%	0,0%	58	130,5%	0,0%	85,0%	0,0%	84,4%	1,6%	104,5%	0,0%
9	2,3%	0,0%	1,5%	0,0%	1,6%	0,0%	1,5%	0,0%	59	130,5%	0,0%	85,0%	0,0%	84,4%	0,0%	104,5%	0,0%
10	2,4%	0,1%	1,5%	0,0%	1,7%	0,0%	1,5%	0,0%	60	151,1%	20,5%	89,2%	4,2%	90,0%	5,6%	122,7%	18,2%
11	2,4%	0,0%	1,5%	0,0%	1,7%	0,0%	1,5%	0,0%	61	151,1%	0,0%	89,2%	0,0%	90,0%	0,0%	122,7%	0,0%
12	3,6%	1,1%	1,5%	0,0%	1,7%	0,0%	7,6%	6,1%	62	151,1%	0,0%	89,2%	0,0%	90,0%	0,0%	122,7%	0,0%
13	11,7%	8,2%	1,5%	0,0%	3,2%	1,6%	7,6%	0,0%	63	156,4%	5,3%	89,2%	0,0%	90,0%	0,0%	124,1%	1,4%
14	11,7%	0,0%	1,5%	0,0%	3,2%	0,0%	7,6%	0,0%	64	157,6%	1,2%	90,6%	1,5%	111,4%	21,4%	124,1%	0,0%
15	12,6%	0,9%	1,5%	0,0%	3,3%	0,0%	7,7%	0,1%	65	160,3%	2,8%	90,7%	0,0%	111,5%	0,0%	124,1%	0,0%
16	13,8%	1,2%	3,0%	1,5%	3,3%	0,0%	7,7%	0,0%	66	160,3%	0,0%	90,7%	0,0%	111,5%	0,0%	125,5%	1,4%
17	13,8%	0,0%	3,0%	0,0%	3,3%	0,0%	7,7%	0,0%	67	160,3%	0,0%	90,7%	0,0%	111,5%	0,0%	125,5%	0,0%
18	13,8%	0,0%	3,7%	0,7%	3,3%	0,0%	11,9%	4,1%	68	161,5%	1,1%	90,7%	0,0%	111,5%	0,0%	130,2%	4,7%
19	13,8%	0,0%	3,7%	0,0%	3,3%	0,0%	11,9%	0,0%	69	161,5%	0,0%	90,7%	0,0%	111,5%	0,0%	130,2%	0,0%
20	31,4%	17,7%	4,7%	1,0%	8,7%	5,4%	13,3%	1,4%	70	164,2%	2,7%	97,1%	6,5%	115,2%	3,8%	137,0%	6,8%
21	31,4%	0,0%	4,7%	0,0%	8,7%	0,0%	14,7%	1,4%	71	164,2%	0,0%	97,1%	0,0%	116,8%	1,6%	137,0%	0,0%
22	31,4%	0,0%	4,7%	0,0%	8,7%	0,0%	14,7%	0,0%	72	165,3%	1,2%	99,3%	2,1%	117,5%	0,7%	141,2%	4,1%
23	31,4%	0,0%	4,7%	0,0%	8,7%	0,0%	19,4%	4,7%	73	165,3%	0,0%	99,3%	0,0%	117,5%	0,0%	141,2%	0,0%
24	32,6%	1,2%	6,2%	1,5%	9,3%	0,7%	20,8%	1,4%	74	165,3%	0,0%	99,3%	0,0%	117,5%	0,0%	141,2%	0,0%
25	47,0%	14,5%	13,5%	7,4%	12,3%	3,0%	23,1%	2,3%	75	180,6%	15,3%	106,6%	7,4%	120,4%	3,0%	143,5%	2,3%
26	49,8%	2,7%	13,5%	0,0%	13,9%	1,6%	23,1%	0,0%	76	181,8%	1,1%	106,6%	0,0%	120,4%	0,0%	143,5%	0,0%
27	49,8%	0,0%	13,5%	0,0%	13,9%	0,0%	23,1%	0,0%	77	181,8%	0,0%	106,6%	0,0%	122,0%	1,6%	143,5%	0,0%
28	50,9%	1,1%	13,5%	0,0%	13,9%	0,0%	23,1%	0,0%	78	184,5%	2,7%	106,6%	0,0%	122,0%	0,0%	144,9%	1,4%
29	50,9%	0,0%	13,5%	0,0%	13,9%	0,0%	23,1%	0,0%	79	184,5%	0,0%	106,6%	0,0%	122,0%	0,0%	149,6%	4,7%
30	52,1%	1,2%	14,8%	1,3%	14,1%	0,2%	37,7%	14,7%	80	208,6%	24,2%	132,4%	25,7%	143,1%	21,1%	159,5%	9,9%
31	52,1%	0,0%	14,8%	0,0%	14,1%	0,0%	37,7%	0,0%	81	208,6%	0,0%	132,4%	0,0%	143,1%	0,0%	159,5%	0,0%
32	53,3%	1,2%	16,3%	1,5%	35,5%	21,4%	37,8%	0,0%	82	208,6%	0,0%	132,4%	0,0%	143,1%	0,0%	159,5%	0,0%
33	53,3%	0,0%	16,3%	0,0%	35,5%	0,0%	37,8%	0,0%	83	208,6%	0,0%	132,4%	0,0%	143,1%	0,0%	159,5%	0,0%
34	53,3%	0,0%	16,3%	0,0%	35,5%	0,0%	42,5%	4,7%	84	209,8%	1,1%	132,4%	0,0%	144,7%	1,6%	162,3%	2,8%
35	53,5%	0,2%	19,1%	2,8%	36,2%	0,7%	46,5%	4,0%	85	209,8%	0,0%	132,4%	0,0%	144,8%	0,0%	162,4%	0,0%
36	54,6%	1,1%	19,8%	0,7%	36,2%	0,0%	50,6%	4,1%	86	209,8%	0,0%	132,4%	0,0%	144,8%	0,0%	162,4%	0,0%
37	54,6%	0,0%	19,8%	0,0%	36,2%	0,0%	50,6%	0,0%	87	209,8%	0,0%	132,4%	0,0%	144,8%	0,0%	162,4%	0,0%
38	59,9%	5,3%	19,8%	0,0%	36,2%	0,0%	50,6%	0,0%	88	216,3%	6,5%	133,8%	1,5%	144,8%	0,0%	162,4%	0,0%
39	62,7%	2,7%	19,8%	0,0%	37,8%	1,6%	50,6%	0,0%	89	216,3%	0,0%	133,8%	0,0%	144,8%	0,0%	162,4%	0,0%
40	86,7%	24,0%	45,5%	25,7%	52,2%	14,4%	60,5%	9,9%	90	219,0%	2,7%	138,2%	4,4%	147,7%	3,0%	187,4%	25,0%
41	86,7%	0,0%	45,5%	0,0%	52,2%	0,0%	60,5%	0,0%	91	221,8%	2,9%	138,2%	0,0%	147,7%	0,0%	187,4%	0,0%
42	86,7%	0,0%	45,5%	0,0%	52,2%	0,0%	63,3%	2,8%	92	223,0%	1,1%	138,2%	0,0%	147,7%	0,0%	187,4%	0,0%
43	86,7%	0,0%	45,5%	0,0%	52,2%	0,0%	63,3%	0,0%	93	223,0%	0,0%	138,2%	0,0%	147,7%	0,0%	187,4%	0,0%
44	87,9%	1,1%	45,5%	0,0%	52,2%	0,0%	63,3%	0,0%	94	223,0%	0,0%	138,2%	0,0%	147,7%	0,0%	187,4%	0,0%
45	90,2%	2,3%	47,9%	2,4%	55,0%	2,8%	71,0%	7,7%	95	223,0%	0,0%	138,2%	0,0%	147,8%	0,0%	187,4%	0,0%
46	90,2%	0,0%	47,9%	0,0%	55,0%	0,0%	71,0%	0,0%	96	224,2%	1,2%	139,7%	1,5%	169,9%	22,1%	188,9%	1,4%
47	90,2%	0,0%	47,9%	0,0%	55,0%	0,0%	71,0%	0,0%	97	224,2%	0,0%	139,7%	0,0%	169,9%	0,0%	188,9%	0,0%
48	91,3%	1,2%	49,4%	1,5%	55,7%	0,7%	72,5%	1,4%	98	224,2%	0,0%	139,7%	0,0%	169,9%	0,0%	188,9%	0,0%
49	91,3%	0,0%	49,4%	0,0%	55,7%	0,0%	72,5%	0,0%	99	224,2%	0,0%	139,7%	0,0%	169,9%	0,0%	188,9%	0,0%
50	117,9%	26,5%	72,6%	23,2%	72,3%	16,6%	87,7%	15,3%	100	268,4%	44,2%	163,9%	24,2%	191,8%	22,0%	205,6%	16,7%

**Abbildung 6-8: Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten kumuliert und je Jahr über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Immobilityps im Standard Mittel.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Entwicklung der Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten bei ordnungsmäßiger Instandhaltung über eine Gesamtnutzungsdauer (GND) von 100 Jahren im Ausstattungsstandard Hoch																	
GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel		GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel	
	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr		kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr	kum. IZK	IZK je Jahr
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	51	108,6%	0,0%	72,1%	0,0%	78,4%	0,0%	78,5%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	52	112,1%	3,4%	72,1%	0,0%	79,9%	1,5%	78,5%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	53	112,1%	0,0%	72,1%	0,0%	79,9%	0,0%	78,5%	0,0%
4	1,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	54	125,6%	13,6%	87,1%	15,0%	93,0%	13,1%	94,5%	16,0%
5	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	55	125,7%	0,0%	87,1%	0,0%	93,0%	0,0%	94,5%	0,0%
6	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,4%	1,4%	56	126,7%	1,1%	88,4%	1,3%	93,0%	0,0%	94,6%	0,0%
7	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	1,5%	1,5%	1,4%	0,0%	57	126,7%	0,0%	88,4%	0,0%	93,0%	0,0%	94,6%	0,0%
8	2,2%	1,1%	1,3%	1,3%	1,5%	0,0%	1,4%	0,0%	58	126,7%	0,0%	88,4%	0,0%	94,5%	1,5%	94,6%	0,0%
9	2,2%	0,0%	1,3%	0,0%	1,5%	0,0%	1,4%	0,0%	59	126,7%	0,0%	88,4%	0,0%	94,5%	0,0%	94,6%	0,0%
10	2,2%	0,1%	1,3%	0,0%	1,6%	0,1%	1,5%	0,1%	60	144,3%	17,5%	92,8%	4,4%	101,7%	7,2%	111,9%	17,4%
11	2,2%	0,0%	1,3%	0,0%	1,6%	0,0%	1,5%	0,0%	61	144,3%	0,0%	92,8%	0,0%	101,7%	0,0%	111,9%	0,0%
12	3,3%	1,1%	1,3%	0,0%	1,6%	0,0%	2,9%	1,4%	62	144,3%	0,0%	92,8%	0,0%	101,7%	0,0%	111,9%	0,0%
13	5,9%	2,6%	1,3%	0,0%	3,1%	1,5%	2,9%	0,0%	63	144,3%	0,0%	92,8%	0,0%	101,7%	0,0%	113,4%	1,5%
14	5,9%	0,0%	1,3%	0,0%	3,1%	0,0%	2,9%	0,0%	64	145,3%	1,1%	94,1%	1,3%	115,6%	13,9%	113,4%	0,0%
15	7,0%	1,1%	1,4%	0,0%	3,1%	0,0%	3,0%	0,1%	65	148,0%	2,6%	94,1%	0,0%	115,6%	0,0%	113,5%	0,0%
16	8,1%	1,1%	2,6%	1,3%	3,2%	0,0%	3,0%	0,0%	66	148,0%	0,0%	94,1%	0,0%	115,6%	0,0%	114,9%	1,4%
17	8,1%	0,0%	2,6%	0,0%	3,2%	0,0%	3,0%	0,0%	67	148,0%	0,0%	94,1%	0,0%	115,6%	0,0%	114,9%	0,0%
18	8,1%	0,0%	2,6%	0,0%	3,2%	0,0%	6,8%	3,8%	68	157,5%	9,6%	94,1%	0,0%	115,6%	0,0%	122,3%	7,5%
19	8,1%	0,0%	2,6%	0,0%	3,2%	0,0%	6,8%	0,0%	69	157,5%	0,0%	94,1%	0,0%	115,6%	0,0%	122,3%	0,0%
20	22,3%	14,2%	3,9%	1,3%	9,6%	6,4%	8,0%	1,2%	70	159,1%	1,5%	96,7%	2,6%	117,3%	1,7%	128,1%	5,8%
21	22,3%	0,0%	3,9%	0,0%	9,6%	0,0%	9,5%	1,5%	71	159,1%	0,0%	96,7%	0,0%	118,8%	1,5%	128,1%	0,0%
22	22,3%	0,0%	3,9%	0,0%	9,6%	0,0%	9,5%	0,0%	72	160,2%	1,1%	98,0%	1,3%	128,2%	9,4%	131,9%	3,8%
23	30,9%	8,5%	3,9%	0,0%	9,6%	0,0%	9,5%	0,0%	73	160,2%	0,0%	98,0%	0,0%	128,2%	0,0%	131,9%	0,0%
24	31,9%	1,1%	5,2%	1,3%	10,9%	1,3%	10,9%	1,4%	74	160,2%	0,0%	98,0%	0,0%	128,2%	0,0%	131,9%	0,0%
25	40,6%	8,6%	11,8%	6,5%	13,5%	2,6%	15,5%	4,6%	75	169,9%	9,8%	104,6%	6,5%	130,8%	2,6%	135,1%	3,3%
26	43,2%	2,6%	11,8%	0,0%	15,0%	1,5%	15,5%	0,0%	76	171,0%	1,1%	104,6%	0,0%	130,8%	0,0%	135,1%	0,0%
27	43,2%	0,0%	11,8%	0,0%	15,0%	0,0%	15,5%	0,0%	77	171,0%	0,0%	104,6%	0,0%	132,3%	1,5%	135,1%	0,0%
28	44,2%	1,1%	11,8%	0,0%	15,0%	0,0%	15,5%	0,0%	78	173,6%	2,6%	104,6%	0,0%	132,3%	0,0%	136,5%	1,4%
29	44,2%	0,0%	11,8%	0,0%	15,0%	0,0%	15,5%	0,0%	79	173,6%	0,0%	104,6%	0,0%	132,3%	0,0%	136,5%	0,0%
30	45,8%	1,6%	13,2%	1,4%	15,4%	0,4%	30,0%	14,5%	80	193,0%	19,4%	124,3%	19,8%	146,5%	14,2%	147,9%	11,4%
31	45,8%	0,0%	13,2%	0,0%	15,4%	0,0%	30,0%	0,0%	81	193,0%	0,0%	124,3%	0,0%	146,5%	0,0%	147,4%	-0,5%
32	46,9%	1,1%	14,4%	1,3%	29,3%	13,9%	30,0%	0,0%	82	193,0%	0,0%	124,3%	0,0%	146,5%	0,0%	147,4%	0,0%
33	46,9%	0,0%	14,4%	0,0%	29,3%	0,0%	30,0%	0,0%	83	193,0%	0,0%	124,3%	0,0%	146,5%	0,0%	147,4%	0,0%
34	46,9%	0,0%	14,4%	0,0%	29,3%	0,0%	37,5%	7,5%	84	194,0%	1,1%	124,3%	0,0%	148,0%	1,5%	150,3%	2,9%
35	47,1%	0,2%	15,2%	0,8%	29,8%	0,5%	42,5%	5,0%	85	194,1%	0,0%	124,3%	0,0%	148,0%	0,0%	150,4%	0,0%
36	48,1%	1,1%	15,2%	0,0%	37,8%	8,1%	46,3%	3,8%	86	194,1%	0,0%	124,3%	0,0%	148,0%	0,0%	150,4%	0,0%
37	48,1%	0,0%	15,2%	0,0%	37,8%	0,0%	46,3%	0,0%	87	194,1%	0,0%	124,3%	0,0%	148,0%	0,0%	150,4%	0,0%
38	48,1%	0,0%	15,2%	0,0%	37,8%	0,0%	46,3%	0,0%	88	195,1%	1,1%	125,6%	1,3%	148,0%	0,0%	150,4%	0,0%
39	50,7%	2,6%	15,2%	0,0%	39,3%	1,5%	46,3%	0,0%	89	195,1%	0,0%	125,6%	0,0%	148,0%	0,0%	150,4%	0,0%
40	70,1%	19,4%	35,0%	19,8%	53,4%	14,1%	50,5%	4,1%	90	207,2%	12,1%	138,7%	13,0%	152,5%	4,5%	170,3%	20,0%
41	70,1%	0,0%	35,0%	0,0%	53,4%	0,0%	50,5%	0,0%	91	209,9%	2,7%	138,7%	0,0%	152,5%	0,0%	170,3%	0,0%
42	70,1%	0,0%	35,0%	0,0%	53,4%	0,0%	53,4%	2,9%	92	211,0%	1,1%	138,7%	0,0%	152,5%	0,0%	170,3%	0,0%
43	70,1%	0,0%	35,0%	0,0%	53,4%	0,0%	53,4%	0,0%	93	211,0%	0,0%	138,7%	0,0%	152,5%	0,0%	170,3%	0,0%
44	71,2%	1,1%	35,0%	0,0%	53,4%	0,0%	53,4%	0,0%	94	211,0%	0,0%	138,7%	0,0%	152,5%	0,0%	170,3%	0,0%
45	82,8%	11,6%	46,6%	11,6%	57,5%	4,0%	56,5%	3,2%	95	211,0%	0,0%	138,7%	0,0%	152,6%	0,0%	170,4%	0,0%
46	82,8%	0,0%	46,6%	0,0%	57,5%	0,0%	56,5%	0,0%	96	212,1%	1,1%	140,0%	1,3%	167,8%	15,2%	171,8%	1,4%
47	82,8%	0,0%	46,6%	0,0%	57,5%	0,0%	56,5%	0,0%	97	212,1%	0,0%	140,0%	0,0%	167,8%	0,0%	171,8%	0,0%
48	83,9%	1,1%	47,9%	1,3%	58,8%	1,4%	57,9%	1,4%	98	212,1%	0,0%	140,0%	0,0%	167,8%	0,0%	171,8%	0,0%
49	83,9%	0,0%	47,9%	0,0%	58,8%	0,0%	57,9%	0,0%	99	212,1%	0,0%	140,0%	0,0%	167,8%	0,0%	171,8%	0,0%
50	108,6%	24,7%	72,1%	24,2%	78,4%	19,6%	78,5%	20,6%	100	251,1%	39,0%	165,5%	25,5%	193,7%	26,0%	193,6%	21,8%

**Abbildung 6-9: Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten kumuliert und je Jahr über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Hoch.**

Werden die gezeigten Darstellungen zur Entwicklung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Immobilientypen in den jeweiligen unterschiedlichen Ausstattungsniveaus gegenübergestellt, zeigt sich der Einfluss des Ausstattungsstandards, es ergibt sich Abbildung 6-10. Es ist zu erkennen, dass der Standard Hoch bei allen vier Immobilientypen die höchsten Herstellungskosten generiert, gefolgt vom Standard Mittel und vom Standard Niedrig. Ein Umstand der auf zusätzliche oder kostenintensivere Bauteile zurückzuführen ist. Bei der Betrachtung der Gesamtnutzungsdauer zeigt sich, dass bei allen Immobilientypen der niedrige Standard ca. gleiche oder höhere kumulierte Kosten infolge Instandsetzung verursacht als der mittlere Standard. Dies lässt sich durch die teilweise geringere Lebensdauer von Bauteilen im niedrigen Standard erklären. Beispielsweise werden über die Gesamtnutzungsdauer je nach Nutzungsintensität der Bauteile die WDVS-Fassade oder der Laminatboden mindestens doppelt so oft ersetzt als das Verblendmauerwerk oder der Parkettboden.

Entwicklung der kumulierten Herstellungs- und Instandsetzungskosten je Immobilientyp über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung mit Kostenstand 2020 (Netto) in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards (Hoch = rot, Mittel = grün, Niedrig = gelb)

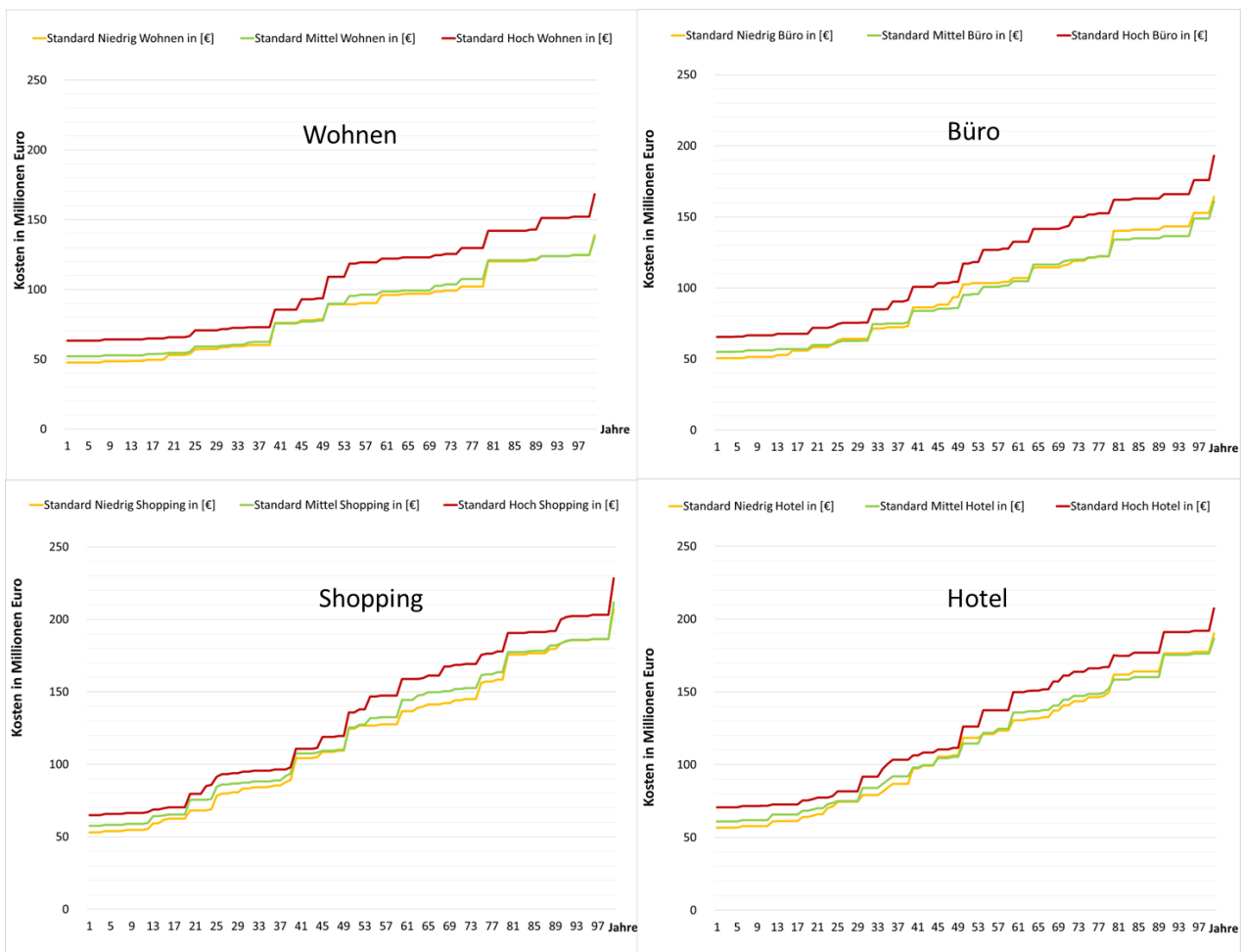


Abbildung 6-10: Gegenüberstellung der Entwicklung der kumulierten Kosten der Immobilientypen in Abhängigkeit der Ausstattungsstandards Niedrig, Mittel und Hoch.

### 6.1.1.2 Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene der Gebäudeteile Rohbau, Fassade, Ausbau und TGA

Zur tieferen Betrachtung der Kostenstruktur werden die Herstellungs- und Instandsetzungskosten in den Kategorien Rohbau, Fassade, Ausbau und technische Gebäudeausrüstung (TGA) untersucht. Hierzu werden die Kosten für die Herstellung und die Instandsetzung der Simulationsvarianten auf Bauteilebene (3te Ebene) der DIN 276 ausgewertet.

Zur Kategorie Rohbau zählen die Kostengruppen 322–Flachgründungen, 324–Unterböden, 326–Bauwerksabdichtungen, 331–Tragende Außenwände, 341–Tragende Innenwände und 351–Deckenkonstruktionen der DIN 276. Zur Kategorie Fassade zählen die Kostengruppen 334–Außentüren und -fenster, 335–Außenwandbekleidungen, 337–Elementierte Außenwände, 332–Nichttragende Außenwände, 338–Sonnenschutz und 363–Dachbeläge der DIN 276. Zur Kategorie Ausbau zählen die restlichen Kostengruppen der Kostengruppe 300 der DIN 276, die nicht bereits Teil von Rohbau und Fassade sind. Der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) werden alle vorhandenen Bestandteile der Kostengruppe 400 der DIN 276 zugeordnet.

Werden die Herstellungs- und Instandsetzungskosten für die Gebäudeteile Rohbau, Ausbau, Fassade und TGA für eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren für den Kostenstand 2020 kumuliert berechnet und im Vergleich der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping und der Niveaustufen des Standards Niedrig, Mittel und Hoch gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-11.

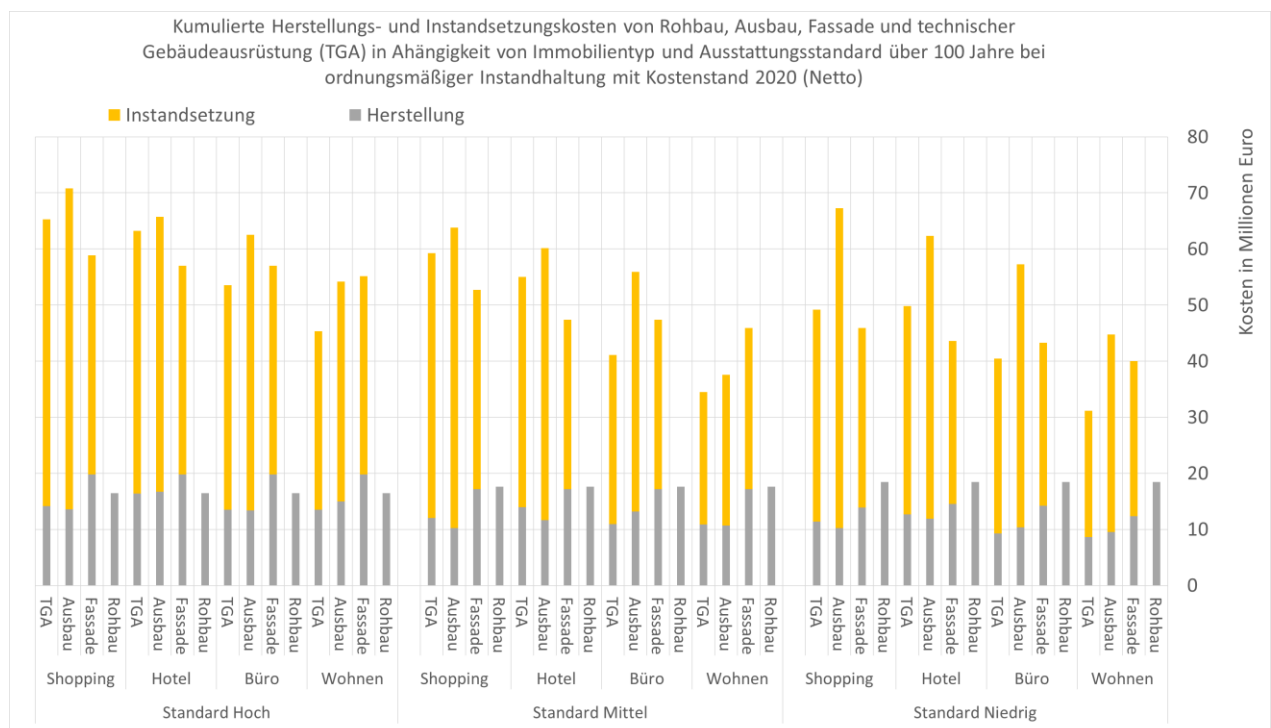
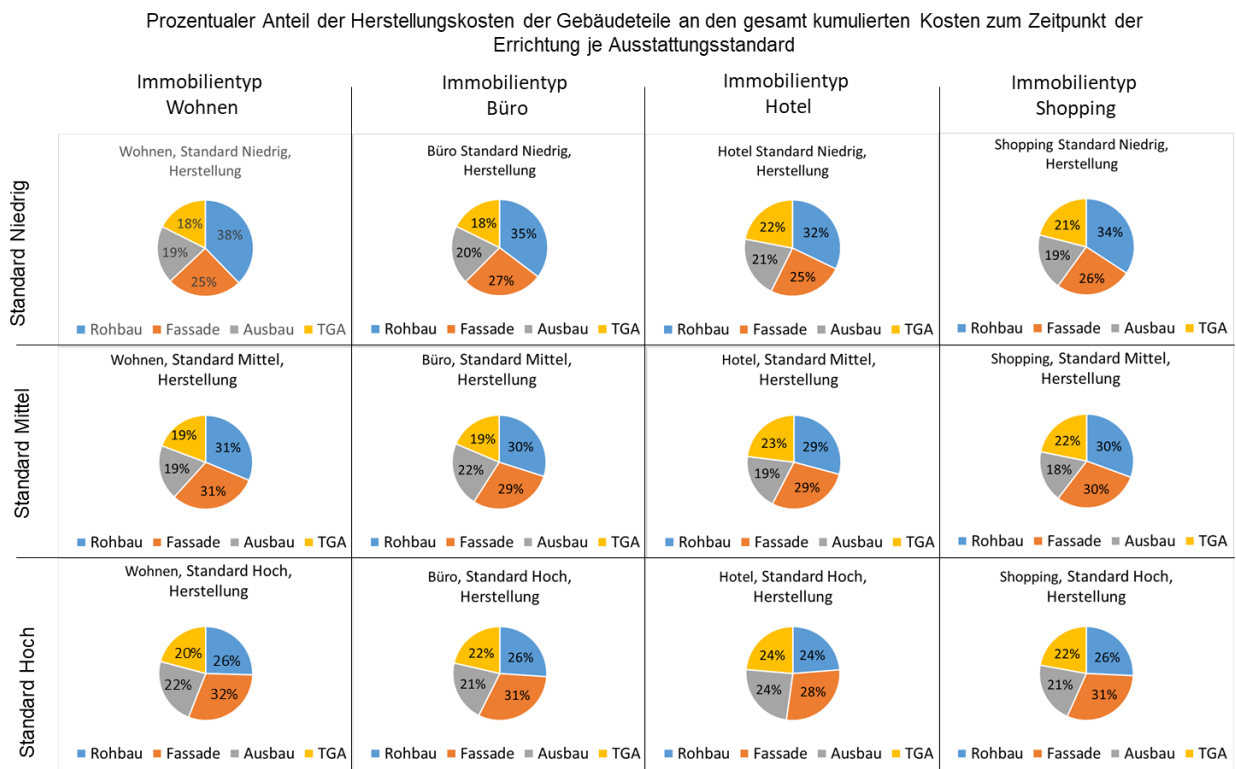


Abbildung 6-11: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Gebäudeteile über 100 Jahre je Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

Abbildung 6-11 zeigt, dass der Rohbau (Stahlbetonskelettbau) über die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren entsprechend den Annahmen nicht ersetzt wird. Der Rohbau verursacht im

Standard Niedrig höhere Herstellungskosten als im Standard Mittel und Hoch. Die kumulierten Instandsetzungskosten der Gebäudeteile Fassade, Ausbau und TGA übersteigen immer die Herstellungskosten. Die Fassade im Standard Hoch (Pfosten-Riegel) verursacht höhere kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten als im Standard Niedrig und - Mittel. Der Ausbau im Standard Niedrig generiert mehr Herstellungs- und Instandsetzungskosten als im Standard Mittel und weniger als im Standard Hoch. Die kumulierten Herstellungs- und Instandsetzungskosten der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) steigen mit dem Standard an.

Werden die Herstellungskosten für die Gebäudeteile Rohbau, Ausbau, Fassade und TGA als prozentualer Anteil zu den jeweils kumulierten Gesamtherstellungskosten der Immobilie je nach Standard zum Zeitpunkt der Errichtung gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-12. Es ist festzustellen, dass der Rohbau und die Fassade in allen Varianten die größten Anteile einnehmen. Weiter ist festzustellen, dass sich die Anteile des Rohbaus und der Fassade bei den Immobilientypen Büro, Hotel und Shopping infolge höherer Herstellungskosten für Ausbau und technischer Gebäudeausrüstung gegenüber Wohnen abnehmen und für das Hotel am geringsten sind. Gleichzeitig ist festzustellen, dass der Anteil der TGA je Immobilientyp vom niedrigen zum hohen Standard ansteigt.

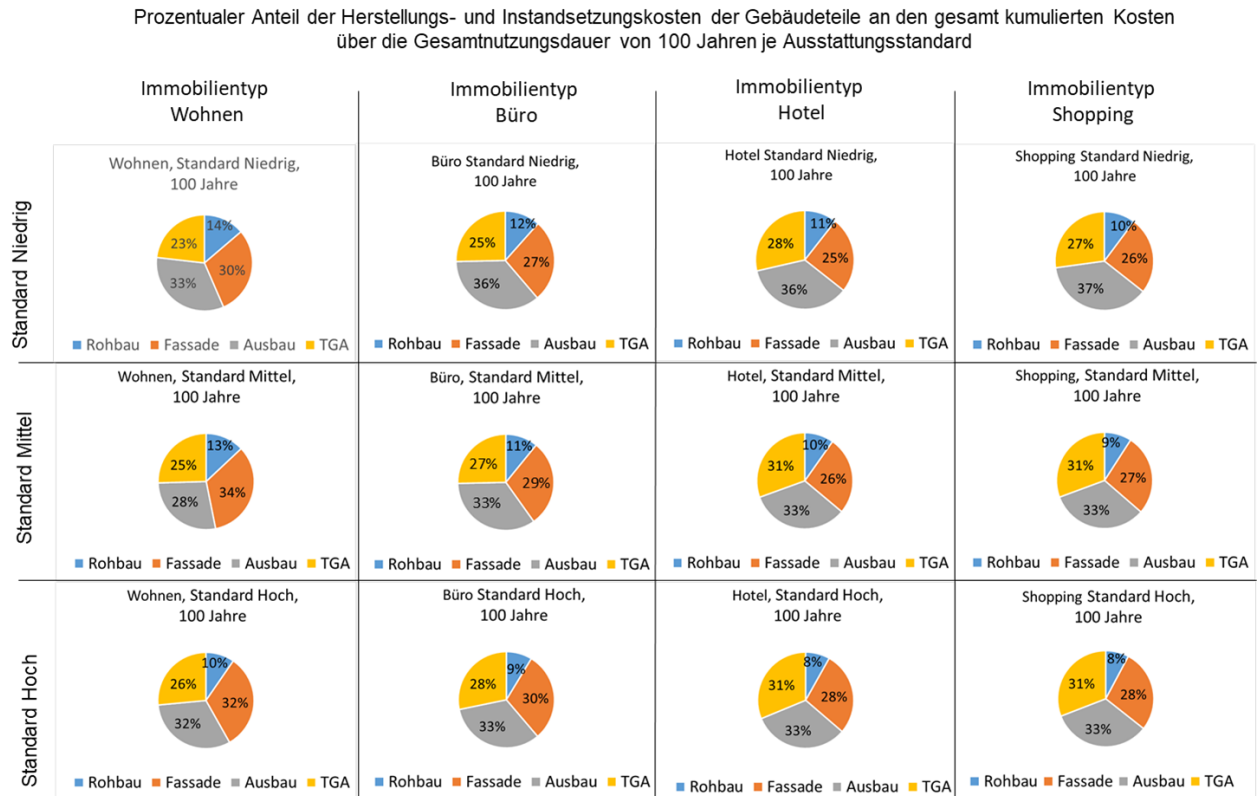


**Abbildung 6-12: Prozentualer Anteil der Herstellungskosten der Gebäudeteile an den Gesamtkosten für Herstellung je Immobilientyp und Ausstattungsstandard.**

Werden die kumulierten Herstellungs- und Instandsetzungskosten für die Gebäudeteile Rohbau, Ausbau, Fassade und TGA nach 100 Jahren als prozentualer Anteil zu den jeweils kumulierten Gesamtkosten je nach Standard gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-13. Es zeigt sich, dass sich der Anteil des Rohbaus infolge der Instandsetzungskosten für Fassade, Ausbau und technischer Gebäudeausrüstung gegenüber Abbildung 6-12 reduziert und den geringsten Anteil



einnimmt, da der Rohbau über die Gesamtnutzungsdauer nicht ersetzt wird und damit keine Instandsetzungskosten erzeugt. Der Anteil für die technische Gebäudeausrüstung nimmt bei den Immobilientypen Büro, Hotel und Shopping gegenüber den Wohnimmobilien in allen Ausstattungsstandards zu und ergibt zusammen mit dem Ausbau den höchsten Anteil der kumulierten Kosten nach 100 Jahren. Die Immobilientypen Hotel und Shopping weisen dabei die höchsten Anteile an technischer Gebäudeausrüstung auf.



**Abbildung 6-13: Prozentualer Anteil der kumulierten Kosten der Gebäudeteile an den kumulierten Gesamtkosten nach 100 Jahren je Immobilientyp und Ausstattungsstandard.**

### 6.1.1.3 Die Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene der Bauteile

Zur Darstellung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Bauteilebene werden die kumulierten Herstellungs- und Instandsetzungskosten für die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren je Kostengruppe (3te Ebene) nach DIN 276 bestimmt (vgl. Kapitel 4.4.2.4). Zusätzlich wird der jeweilige prozentuale Anteil je Kostengruppe an den gesamten Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Immobilie bestimmt. Auf dieser Basis wird eine Pareto-Analyse durchgeführt und die Ergebnisse nach Einfluss der kumulierten Herstellungs- und Instandsetzungskosten sortiert. Die Ergebnisse aller Immobilientypen im Ausstattungsstandard Niedrig, Mittel und Hoch werden in Abbildung 6-14, Abbildung 6-15, Abbildung 6-16 dargestellt. Die Abbildungen beinhalten >80 % der gesamt kumulierten Kosten und zeigen in der linken Spalte die Herstellungs- und Instandsetzungskosten in [Millionen €] je Kostengruppe und in der rechten Spalte den jeweiligen prozentualen Einfluss auf die gesamt kumulierten Kosten des Immobilientyps.



## Kapitel 6: Ergebnisse

Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 in Abhängigkeit des Immobilientyps über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung mit Kostenstand 2020 im Standard Niedrig

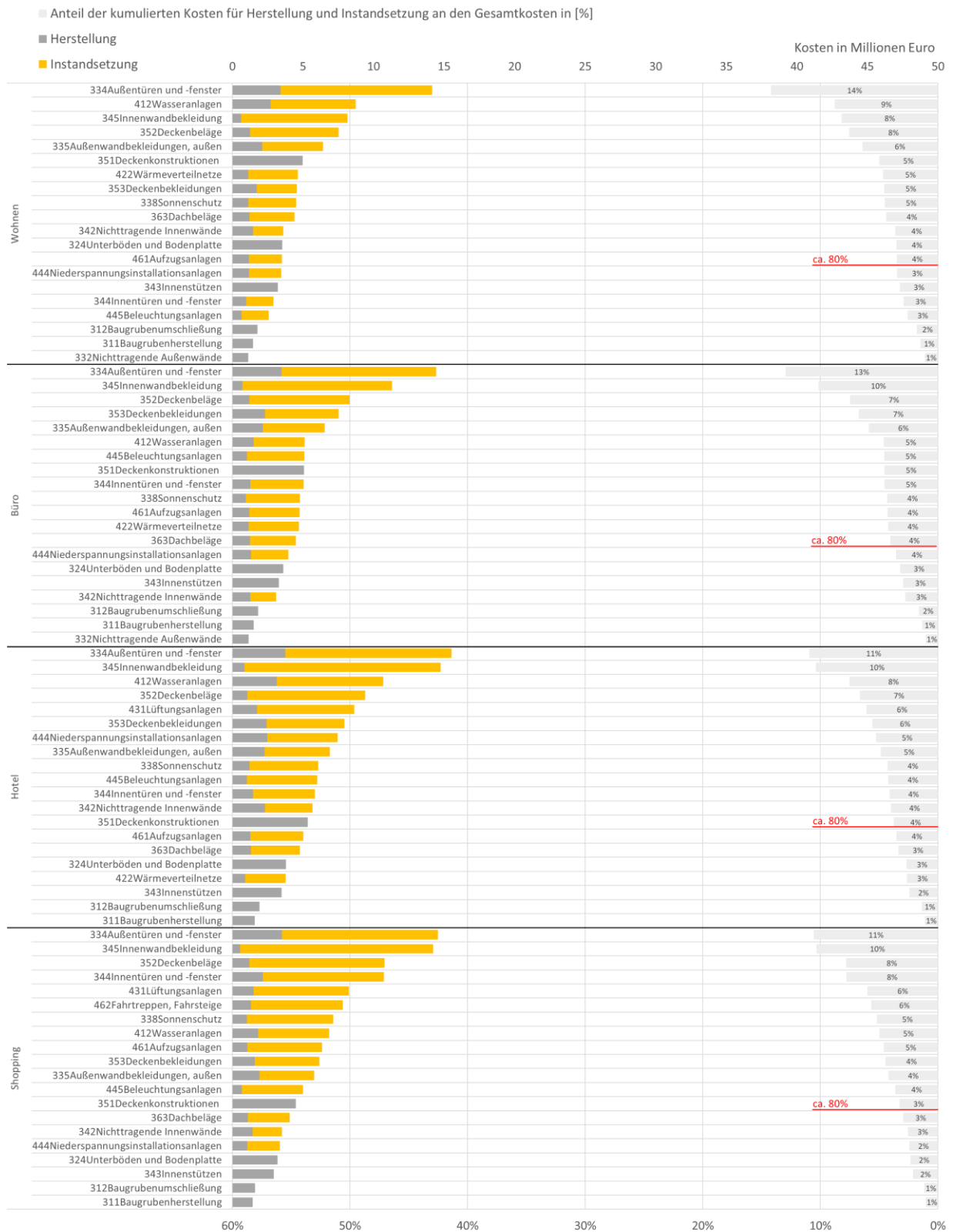
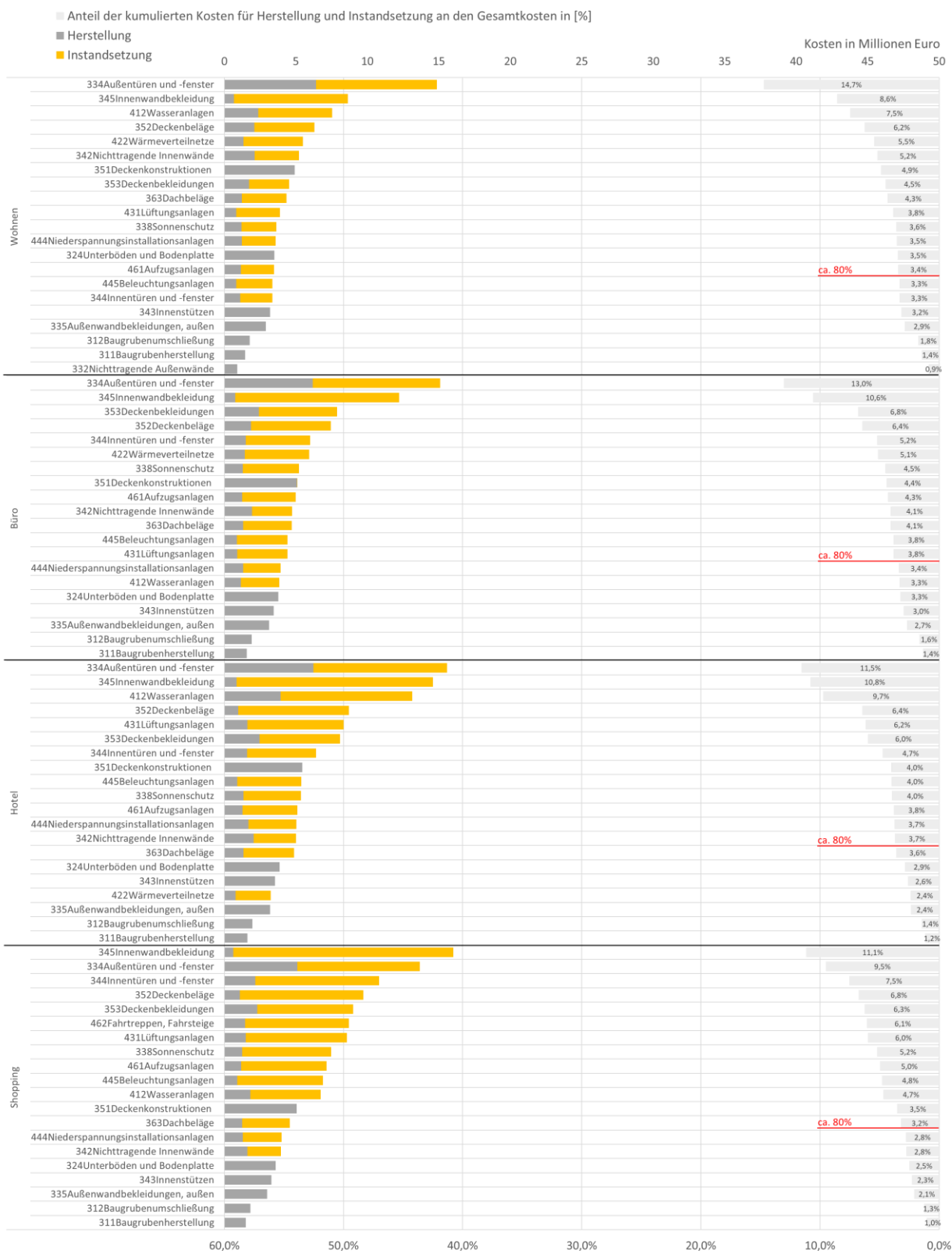


Abbildung 6-14: Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 sowie deren prozentualer Anteil an den kumulierten Gesamtkosten im Standard Niedrig.

## Kapitel 6: Ergebnisse

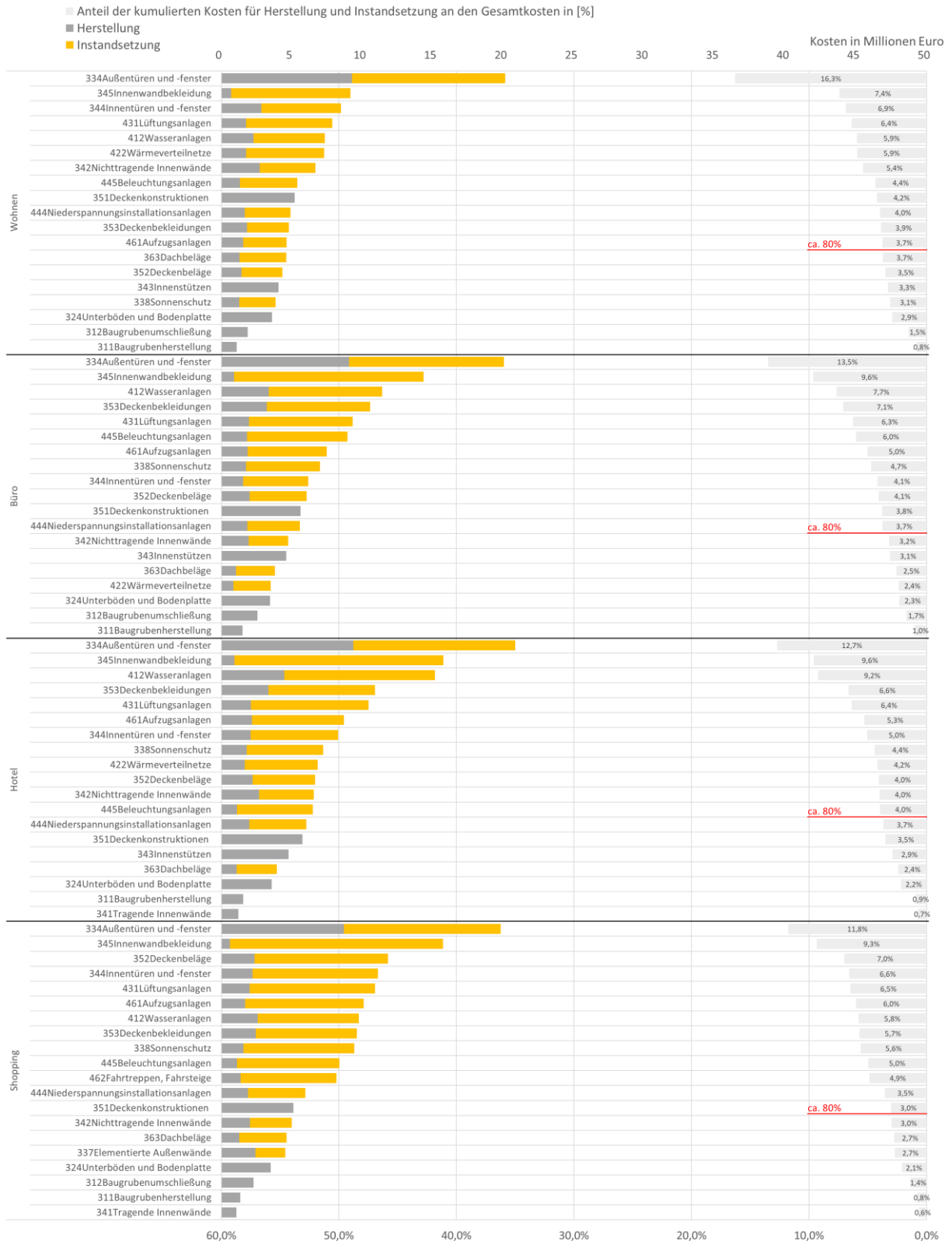
Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 in Abhängigkeit des Immobilientyps über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung mit Kostenstand 2020 im Standard Mittel



**Abbildung 6-15: Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 sowie deren prozentualer Anteil an den kumulierten Gesamtkosten im Standard Mittel.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 in Abhängigkeit des Immobilientyps über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung mit Kostenstand 2020 im Standard Hoch



**Abbildung 6-16: Herstellungs- und Instandsetzungskosten der Bauteile in KG 300 und 400 über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren für den Standard Hoch.**

Werden die einflussreichsten fünf Bauteile für in Abhängigkeit von Immobilientyp und Standard gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-17. Auffällig ist, dass sich mehrheitlich Bauteile mit hoher Nutzungsintensität und folglich reduzierter Lebensdauer unter den fünf kostenintensivsten Bauteilen befinden. Hierzu zählen Außentüren u. Fenster, Innenwandbekleidungen, Deckenbeläge, Lüftungsanlagen und Innentüren u. -fenster. Außentüren u. Fenster sind materialkostenintensiv (vgl. Kapitel 2.2.3) und betreffen wesentliche Teile der Gebäudehüllfläche. Innenwandbekleidungen betreffen die Innenwandflächen und sind lohnkostenintensiv (vgl. Kapitel 2.2.3) mit den geringsten Lebensdauern am Gebäude (4 bis 8 Jahre je nach Immobilientyp). Deckenbeläge stellen insbesondere im Standard Niedrig (Laminat) und Standard Hoch (Naturstein) den drittgrößten Kostentreiber dar. Die Immobilientypen Hotel und Shopping weisen i.d.R. den Kostentreiber Lüftungsanlagen auf. Wasseranlagen nehmen insbesondere für die Immobilientypen Wohnen und Hotel durch ihre Wohn- und Beherbergungseinheiten Einfluss auf die kumulierten Kosten.

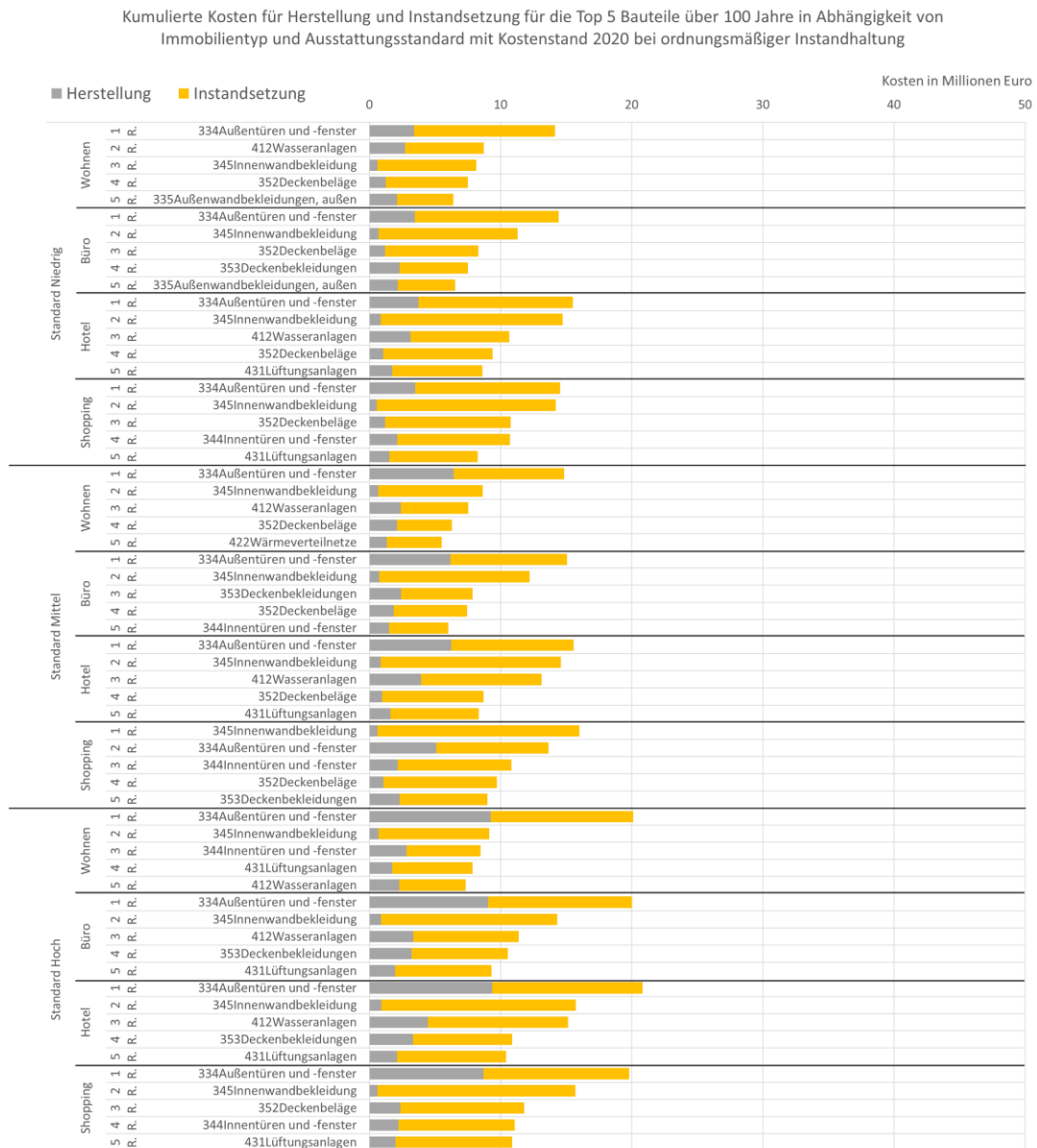
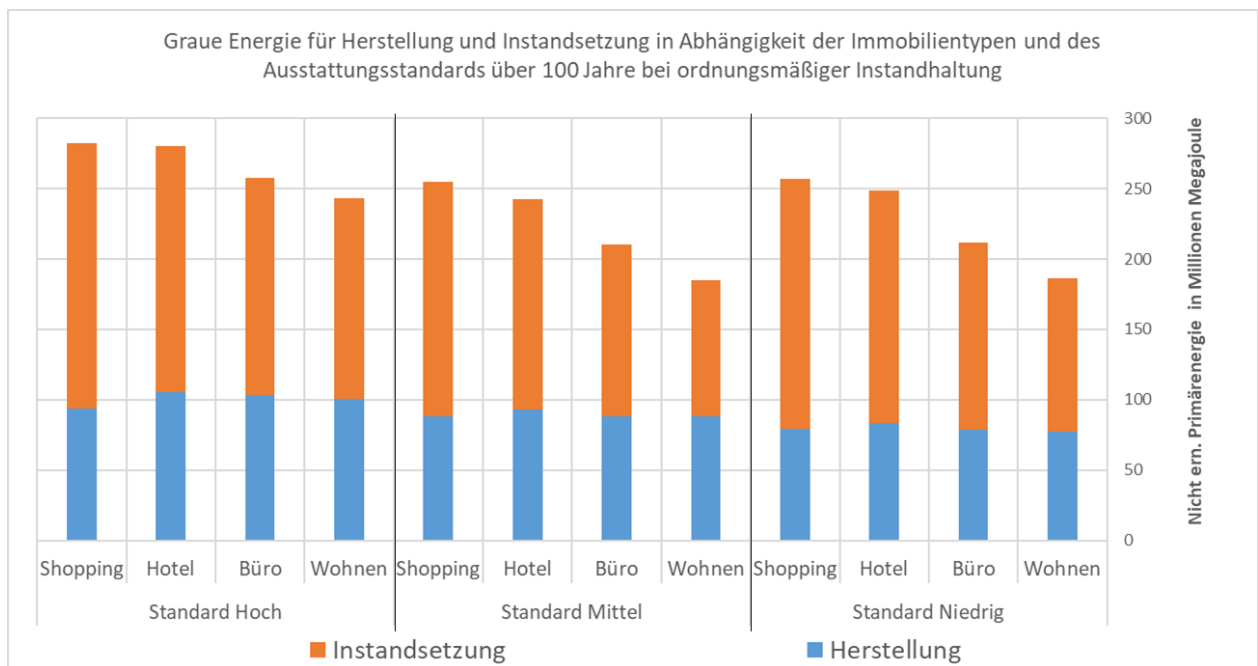


Abbildung 6-17: Kumulierte Herstellungs- und Instandsetzungskosten der einflussreichsten fünf Bauteile in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

## 6.1.2 Die qualitative und quantitative Bestimmung der Grauen Energie

### 6.1.2.1 Die Bestimmung der Grauen Energie auf Ebene der Nutzungsart

Die Graue Energie für die Herstellung und Instandsetzung der Immobilie wird auf Ebene der Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping in den Standards Niedrig, Mittel und Hoch als Summe der Grauen Energie für die KG 300 und 400 berechnet. Entsprechend dem Simulationsaufbau wird die Graue Energie für die 12 Varianten in Abbildung 6-18 dargestellt.



**Abbildung 6-18: Kumulierte Graue Energie für die Herstellung- und Instandsetzung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.**

Abbildung 6-18 zeigt, dass der Immobilientyp Wohnen die geringste Summe der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung aufweist. Hotel und Shopping stellen die beiden Immobilientypen mit der höchsten Grauen Energie dar. Der Standard Hoch verbraucht dabei mehr Graue Energie als der Standard Mittel und der Standard Niedrig je Immobilientyp, wobei der Standard Mittel und der Standard Niedrig in etwa gleich viel Graue Energie verursachen.

Wird die Graue Energie der Herstellung und Instandsetzung zum Vergleich jeweils auf die BGF von 23814 m<sup>2</sup> bezogen und nebeneinander aufgetragen, ergibt sich Abbildung 6-19. Es ist zu erkennen, dass die Graue Energie für die Instandsetzung in allen Fällen die Graue Energie der Herstellung übersteigt. Es wird deutlich, dass der Immobilientyp Hotel die höchsten Aufwendungen an Grauer Energie für die Herstellung verursacht und der Immobilientyp Shopping die höchsten Aufwendungen an Grauer Energie für die Instandsetzung. Der Immobilientyp Wohnen verursacht dabei die geringste Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung. Zum Vergleich errechnete der SIA 2014 einen Verbrauch an Grauer Energie für die Errichtung eines Wohnheims in Höhe von ca. 3150 MJ / m<sup>2</sup> <sup>679</sup>.

<sup>679</sup> Gugerli H., Frischknecht R., Kasser U., Lenzlinger M.: Merkblatt SIA 2032: Graue Energie im Fokus. Schweizerischer Ingenieur und Architekten Verein (SIA). Zürich, 2014.

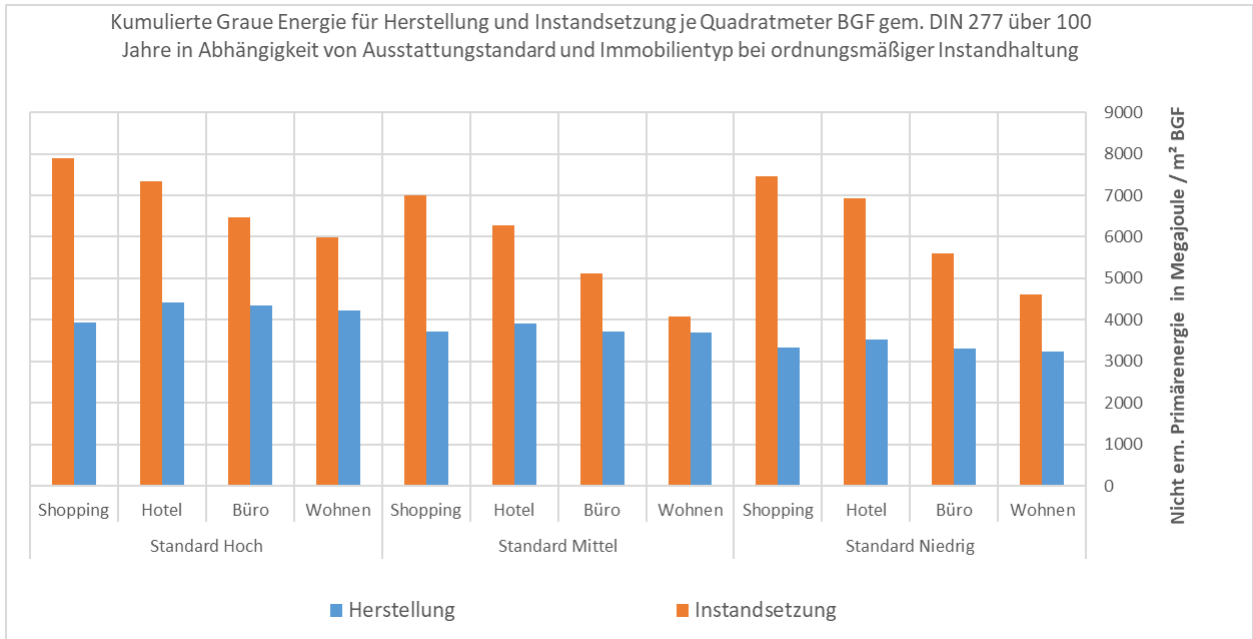


Abbildung 6-19: Graue Energie für Herstellungs- und Instandsetzung je Quadratmeter BGF gem. DIN 277 in Abhängigkeit von Ausstattungsstandard und Immobilientyp.

Wird der prozentuale Anteil der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung der Immobilientypen an dem Gesamtaufkommen der Grauen Energie in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards über die Gesamtnutzungsdauer dargestellt, ergibt sich Abbildung 6-20.

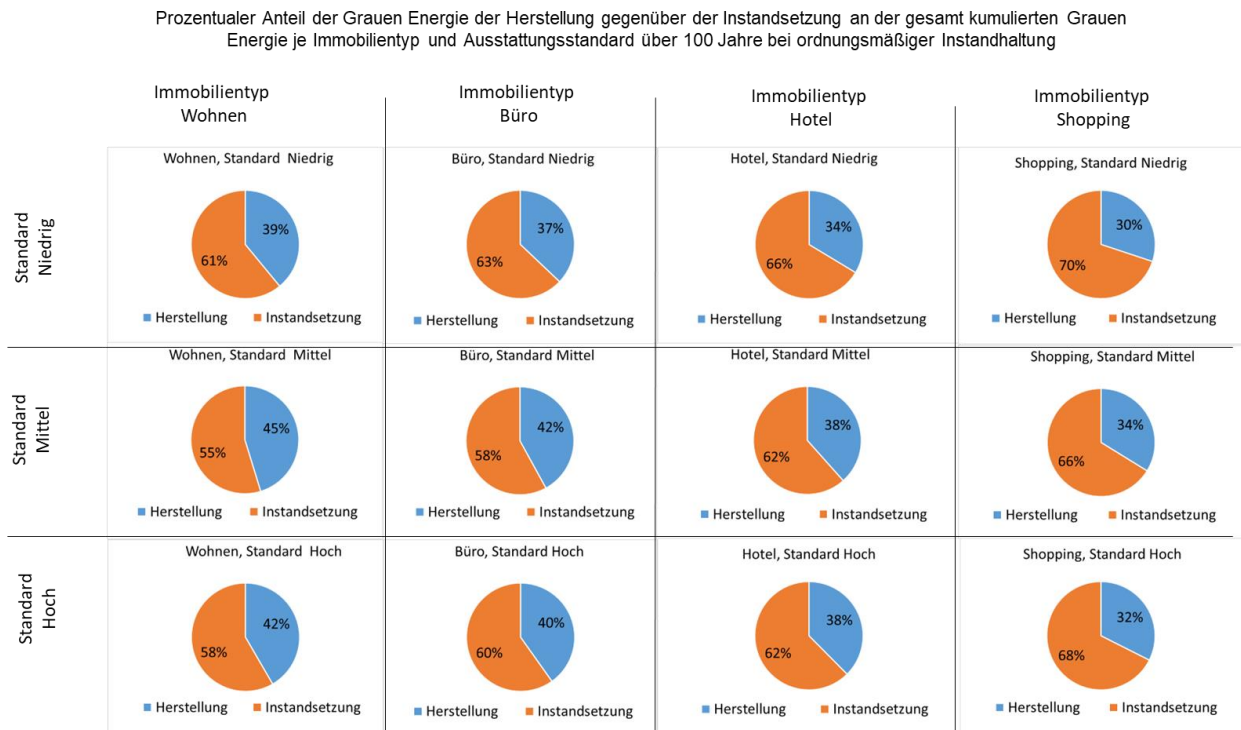


Abbildung 6-20: Anteil der Grauen Energie für die Herstellung und die Instandsetzung am Gesamtaufkommen der Grauen Energie je Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

Es zeigt sich, dass die Anteile der Grauen Energie für Instandsetzung immer die Graue Energie für Herstellung übersteigen und zwischen den Immobilientypen variieren. Die Immobilientypen Hotel und Shopping weisen dabei die beiden höchsten Anteile der Grauen Energie für Instandsetzung auf, welches zum einen auf eine erhöhte Nutzungsintensität zurückgeführt werden kann und zum anderen auf den höheren Anteil an Bauteilen technischer Gebäudeausrüstung. Wohnen bildet unter den Immobilientypen entsprechend den höchsten Anteil an Grauer Energie für die Herstellung an der gesamt kumulierten Grauen Energie aus. Der Herstellungsanteil je Immobilientyp des mittleren Standards steigt gegenüber dem niedrigen, welcher u.a. auf die höheren Lebensdauern z.B. bei der Fassade (Verblendmauerwerk) zurückgeführt werden kann.

Zur Darstellung der Entwicklung der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung bei ordnungsmäßiger Instandhaltung wird die Graue Energie für jedes Jahr der Gesamtnutzungsdauer kumuliert und über die 100 Jahre Gesamtnutzungsdauer dargestellt. Für die Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping ergeben sich im Standard Niedrig, Mittel und Hoch Abbildung 6-21, Abbildung 6-22, Abbildung 6-23. Zum Jahr 0 lässt sich der Verbrauch an Grauer Energie zur Herstellung der Immobilie ablesen. Die Graue Energie der Instandsetzung ist anhand der jeweiligen Sprünge im Jahr der Umsetzung zuerkennen. Der Immobilientyp Wohnen weist im Standard Niedrig und Mittel die niedrigste Graue Energie für die Herstellung auf und generiert gegenüber den anderen Immobilientypen die niedrigste kumulierte Graue Energie nach 100 Jahren. Der Immobilientyp Büro weist eine höhere Graue Energie für die Herstellung und über 100 Jahr als Wohnen auf. Auffällig ist, dass in allen Abbildungen das Hotel am meisten Graue Energie für die Herstellung verbraucht, welches durch die kleinteilige Struktur (Zimmer) mit entsprechender Gebäudetechnik gegenüber den anderen Immobilientypen erklärt werden kann. Infolge der Instandsetzung verbrauchen die Immobilientypen Hotel und Shopping nach 100 Jahren die meiste und nahezu im gleichen Maß Graue Energie gegenüber Wohnen und Büro. Für die Herstellung verbraucht der Immobilientyp Shopping im Standard Niedrig und Mittel nahezu gleich viel Graue Energie wie Büro und Wohnen. Im Standard Hoch verbraucht der Immobilientyp Shopping sogar die geringste Graue Energie für Herstellung, welches auf die großzügigere Struktur (Räume) mit z.B. weniger Innenwänden zurückzuführen ist. Obwohl der Immobilientyp Shopping nicht die höchste Graue Energie für die Herstellung erzeugt, wird die meiste kumulierte Graue Energie nach 100 Jahren generiert, welches u.a. auf die Instandsetzungsaufwendungen durch die reduzierte Lebensdauer relevanter Bauteile infolge Nutzungsintensität gegenüber den anderen Immobilientypen erklärt werden kann. Die charakteristischen Kurven der Instandsetzung (Sprünge) werden vor allem durch Graue Energie intensive Instandsetzungen des Dachaufbaus ca. alle 40 Jahre und der Trockenbau-Innenwände und Edelstahlwasserrohre ca. alle 50 Jahre getrieben. Charakteristisch für den niedrigen Standard ist die Instandsetzung der WDVS-Fassade und Kunststofffenster ca. alle 40 Jahre. Charakteristisch für den mittleren und hohen Ausstattungsstandards ist die Instandsetzung der Aluminiumfenster ca. alle 55 Jahre.

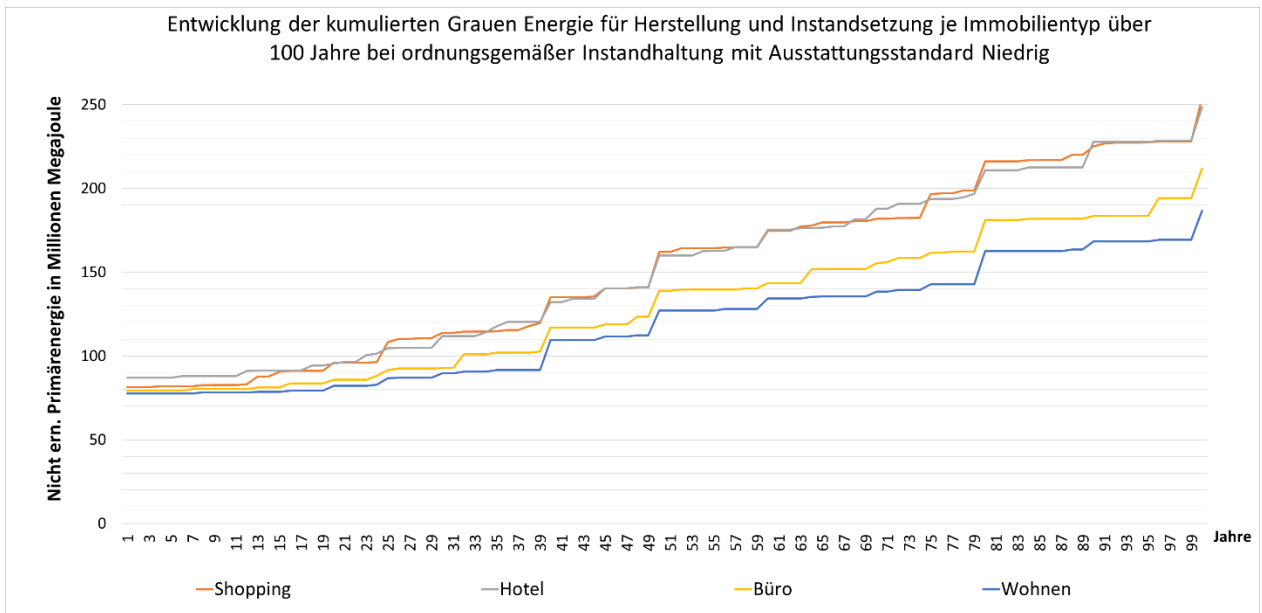


Abbildung 6-21: Entwicklung der Grauen Energie je Immobilientyp über 100 Jahre im Standard Niedrig.

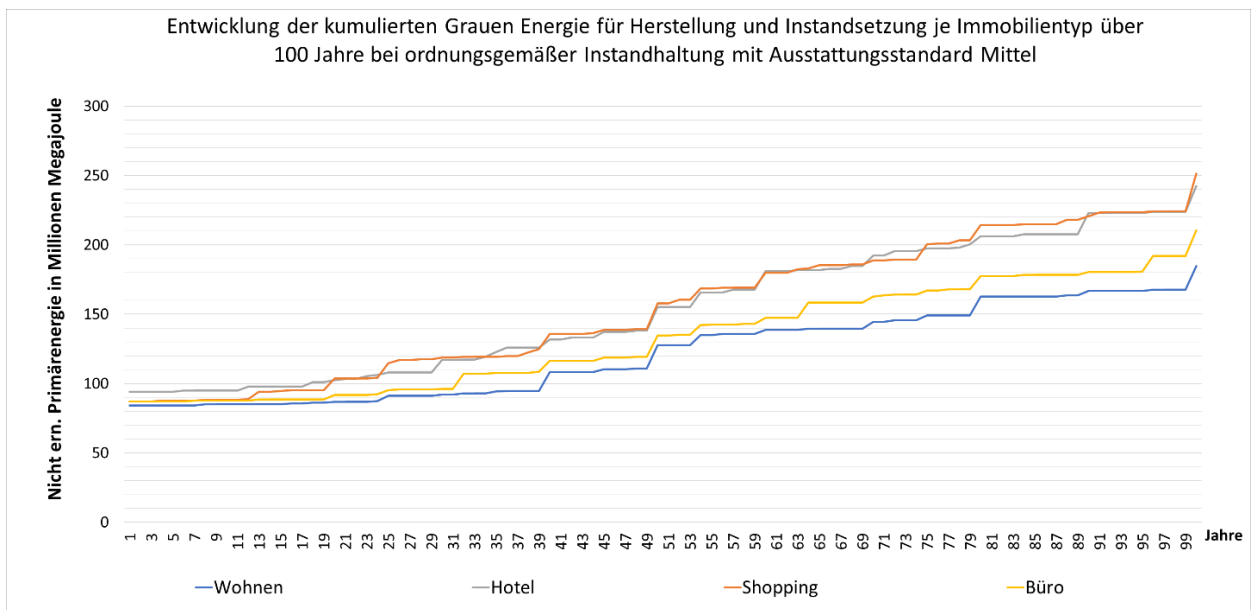


Abbildung 6-22: Entwicklung der Grauen Energie je Immobilientyp über 100 Jahre im Standard Mittel.



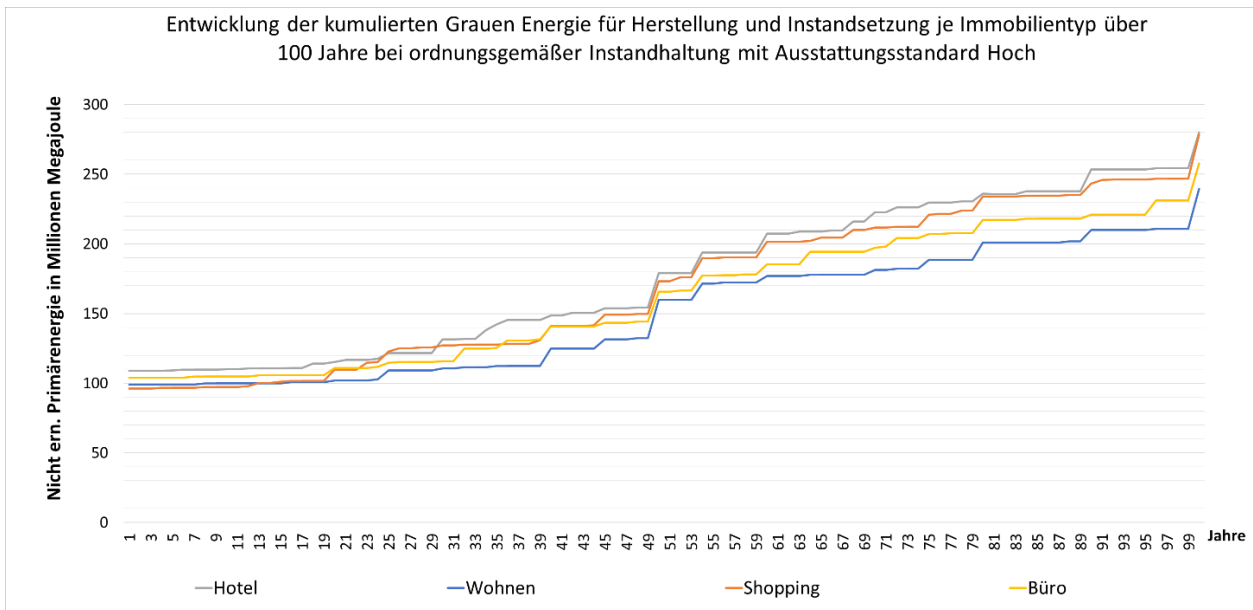


Abbildung 6-23: Entwicklung der Grauen Energie je Immobilientyp über 100 Jahre im Standard Hoch.

Wird die Graue Energie für Instandsetzung aus Abbildung 6-21, Abbildung 6-22 und Abbildung 6-23 über die Gesamtnutzungsdauer in Prozent der Grauen Energie für die Herstellung bestimmt, lässt sich die Entwicklung der kumulierten Grauen Energie und der Grauen Energie für die jeweiligen Instandsetzungsmaßnahmen tabellarisch erfassen. In Abbildung 6-24, Abbildung 6-25 und Abbildung 6-26 ist die kumulierte Graue Energie für die Instandsetzung der Immobilientypen in Abhängigkeit der Gesamtnutzungsdauer in Prozent der kumulierten Grauen Energie für die Errichtung der Immobilie in der Spalte „kum. GE“ in Prozent angegeben. Die einzelnen Instandsetzungsmaßnahmen werden in der Spalte „GE je Jahr“ dargestellt. Sie variieren in der jeweiligen Höhe und dem Zeitpunkt des Auftretens je nach Immobilientyp. Es ist zu erkennen, dass die ersten Instandsetzungen im Shopping bereits nach 4 Jahren, im Büro nach 6 Jahren und im Hotel nach 7 Jahren und im Wohnen nach 8 Jahren erfolgt und können der Innenwandbekleidung (Dispersionsfarbe) zugeordnet werden. Die unterschiedlichen Instandsetzungszeitpunkte lassen sich auf die differenzierte Nutzungsintensität je nach Immobilientyp der Innenwandbekleidungen zurückführen. Im Standard Niedrig erreicht die kumulierte Graue Energie über 100 Jahre für den Immobilientyp Wohnen ca. 141 %, für Büro ca. 168 %, für Hotel 193 % und für Shopping ca. 225 % der gesamt aufgewendeten Grauen Energie der Errichtung, vorausgesetzt die Immobilie wird stets ordnungsgemäß instandgehalten. Im Standard Mittel erreicht die kumulierte Graue Energie über 100 Jahre für den Immobilientyp Wohnen ca. 114 %, für Büro ca. 140 %, für Hotel ca. 160 % und für Shopping ca. 193 % der Grauen Energie der Errichtung. Im Standard Hoch erreicht die kumulierte Graue Energie über 100 Jahre für den Immobilientyp Wohnen ca. 145 %, für Büro ca. 148 %, für Hotel ca. 162 % und für Shopping ca. 202 % der Grauen Energie der Errichtung.

## Kapitel 6: Ergebnisse

Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellungsaufwendungen kumuliert und je Jahr mit Gesamtnutzungsdauer (GND) von 100 Jahren je nach Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Niedrig																	
GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel		GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel	
	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr		kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	51	105,5%	0,0%	64,4%	0,0%	75,8%	0,0%	87,1%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	52	108,4%	2,9%	64,4%	0,0%	76,7%	1,0%	87,1%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	53	108,4%	0,0%	64,4%	0,0%	76,7%	0,0%	87,1%	0,0%
4	0,7%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	54	108,4%	0,0%	64,4%	0,0%	76,7%	0,0%	90,4%	3,3%
5	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	55	108,4%	0,0%	64,4%	0,0%	76,8%	0,0%	90,4%	0,0%
6	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	0,9%	56	109,2%	0,8%	65,4%	1,1%	76,8%	0,0%	90,5%	0,0%
7	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%	0,0%	57	109,2%	0,0%	65,4%	0,0%	76,8%	0,0%	93,2%	2,8%
8	1,5%	0,8%	1,1%	1,1%	1,0%	0,0%	1,0%	0,0%	58	109,2%	0,0%	65,4%	0,0%	77,8%	1,0%	93,2%	0,0%
9	1,5%	0,0%	1,1%	0,0%	1,0%	0,0%	1,0%	0,0%	59	109,2%	0,0%	65,4%	0,0%	77,8%	0,0%	93,2%	0,0%
10	1,6%	0,0%	1,1%	0,0%	1,1%	0,0%	1,0%	0,1%	60	122,0%	12,8%	73,8%	8,4%	81,7%	3,9%	105,6%	12,3%
11	1,6%	0,0%	1,1%	0,0%	1,1%	0,0%	1,0%	0,0%	61	122,0%	0,0%	73,8%	0,0%	81,7%	0,0%	105,6%	0,0%
12	2,3%	0,7%	1,1%	0,0%	1,1%	0,0%	4,8%	3,7%	62	122,0%	0,0%	73,8%	0,0%	81,7%	0,0%	105,6%	0,0%
13	8,2%	5,9%	1,4%	0,3%	2,3%	1,2%	5,0%	0,3%	63	125,5%	3,5%	73,8%	0,0%	81,7%	0,0%	106,8%	1,2%
14	8,2%	0,0%	1,4%	0,0%	2,3%	0,0%	5,0%	0,0%	64	126,3%	0,8%	74,9%	1,1%	92,1%	10,5%	106,8%	0,0%
15	12,0%	3,7%	1,4%	0,0%	2,3%	0,0%	5,1%	0,0%	65	128,7%	2,5%	75,2%	0,3%	92,4%	0,3%	107,1%	0,3%
16	12,7%	0,8%	2,5%	1,1%	5,4%	3,0%	5,1%	0,0%	66	128,7%	0,0%	75,2%	0,0%	92,4%	0,0%	108,0%	0,9%
17	12,7%	0,0%	2,5%	0,0%	5,4%	0,0%	5,1%	0,0%	67	128,7%	0,0%	75,2%	0,0%	92,4%	0,0%	108,0%	0,0%
18	12,7%	0,0%	2,5%	0,0%	5,4%	0,0%	8,4%	3,3%	68	129,5%	0,7%	75,2%	0,0%	92,4%	0,0%	113,1%	5,0%
19	12,7%	0,0%	2,5%	0,0%	5,4%	0,0%	8,4%	0,0%	69	129,5%	0,0%	75,2%	0,0%	92,4%	0,0%	113,1%	0,0%
20	19,0%	6,3%	6,0%	3,6%	8,3%	2,9%	9,9%	1,5%	70	131,4%	1,9%	79,1%	4,0%	96,7%	4,3%	120,6%	7,6%
21	19,0%	0,0%	6,0%	0,0%	8,3%	0,0%	11,1%	1,2%	71	131,4%	0,0%	79,1%	0,0%	97,7%	1,0%	120,6%	0,0%
22	19,0%	0,0%	6,0%	0,0%	8,3%	0,0%	11,1%	0,0%	72	132,2%	0,8%	80,2%	1,1%	100,7%	3,0%	124,0%	3,4%
23	19,0%	0,0%	6,0%	0,0%	8,3%	0,0%	16,2%	5,0%	73	132,2%	0,0%	80,2%	0,0%	100,7%	0,0%	124,0%	0,0%
24	19,8%	0,8%	7,1%	1,1%	11,3%	3,0%	17,1%	1,0%	74	132,2%	0,0%	80,2%	0,0%	100,7%	0,0%	124,0%	0,0%
25	35,0%	15,2%	12,0%	4,9%	15,7%	4,4%	21,1%	4,0%	75	150,8%	18,6%	84,8%	4,6%	104,7%	4,0%	127,6%	3,7%
26	37,5%	2,5%	12,3%	0,3%	16,9%	1,2%	21,4%	0,3%	76	151,5%	0,7%	84,8%	0,0%	104,7%	0,0%	127,6%	0,0%
27	37,5%	0,0%	12,3%	0,0%	16,9%	0,0%	21,4%	0,0%	77	151,5%	0,0%	84,8%	0,0%	105,7%	1,0%	127,6%	0,0%
28	38,3%	0,7%	12,3%	0,0%	16,9%	0,0%	21,4%	0,0%	78	153,7%	2,2%	84,8%	0,0%	105,7%	0,0%	128,6%	0,9%
29	38,3%	0,0%	12,3%	0,0%	16,9%	0,0%	21,4%	0,0%	79	153,7%	0,0%	84,8%	0,0%	105,7%	0,0%	131,4%	2,8%
30	42,5%	4,2%	15,9%	3,6%	17,0%	0,1%	29,6%	8,2%	80	176,5%	22,8%	110,4%	25,7%	129,5%	23,8%	148,0%	16,6%
31	42,5%	0,0%	15,9%	0,0%	17,0%	0,0%	29,6%	0,0%	81	176,5%	0,0%	110,4%	0,0%	129,5%	0,0%	148,0%	0,0%
32	43,2%	0,8%	17,0%	1,1%	27,5%	10,5%	29,6%	0,0%	82	176,5%	0,0%	110,4%	0,0%	129,5%	0,0%	148,0%	0,0%
33	43,2%	0,0%	17,0%	0,0%	27,5%	0,0%	29,6%	0,0%	83	176,5%	0,0%	110,4%	0,0%	129,5%	0,0%	148,0%	0,0%
34	43,2%	0,0%	17,0%	0,0%	27,5%	0,0%	32,4%	2,8%	84	177,2%	0,7%	110,4%	0,0%	130,4%	1,0%	150,1%	2,1%
35	43,7%	0,5%	18,3%	1,3%	28,8%	1,3%	36,5%	4,2%	85	177,2%	0,0%	110,4%	0,0%	130,5%	0,0%	150,1%	0,0%
36	44,5%	0,7%	18,3%	0,0%	28,8%	0,0%	39,9%	3,3%	86	177,2%	0,0%	110,4%	0,0%	130,5%	0,0%	150,1%	0,0%
37	44,5%	0,0%	18,3%	0,0%	28,8%	0,0%	39,9%	0,0%	87	177,2%	0,0%	110,4%	0,0%	130,5%	0,0%	150,1%	0,0%
38	47,9%	3,5%	18,3%	0,0%	28,8%	0,0%	39,9%	0,0%	88	181,4%	4,2%	111,5%	1,1%	130,5%	0,0%	150,1%	0,0%
39	50,1%	2,2%	18,3%	0,0%	29,8%	1,0%	39,9%	0,0%	89	181,4%	0,0%	111,5%	0,0%	130,5%	0,0%	150,1%	0,0%
40	70,1%	20,0%	41,4%	23,2%	48,0%	18,2%	54,0%	14,1%	90	188,1%	6,7%	118,0%	6,5%	132,7%	2,2%	168,2%	18,0%
41	70,1%	0,0%	41,4%	0,0%	48,0%	0,0%	54,0%	0,0%	91	190,3%	2,2%	118,0%	0,0%	132,7%	0,0%	168,2%	0,0%
42	70,1%	0,0%	41,4%	0,0%	48,0%	0,0%	56,1%	2,1%	92	191,0%	0,7%	118,0%	0,0%	132,7%	0,0%	168,2%	0,0%
43	70,1%	0,0%	41,4%	0,0%	48,0%	0,0%	56,1%	0,0%	93	191,0%	0,0%	118,0%	0,0%	132,7%	0,0%	168,2%	0,0%
44	70,8%	0,7%	41,4%	0,0%	48,0%	0,0%	56,1%	0,0%	94	191,0%	0,0%	118,0%	0,0%	132,7%	0,0%	168,2%	0,0%
45	77,1%	6,2%	44,3%	2,9%	50,2%	2,2%	63,6%	7,5%	95	191,1%	0,0%	118,0%	0,0%	132,7%	0,0%	168,2%	0,0%
46	77,1%	0,0%	44,3%	0,0%	50,2%	0,0%	63,6%	0,0%	96	191,8%	0,8%	119,0%	1,1%	146,2%	13,5%	169,2%	1,0%
47	77,1%	0,0%	44,3%	0,0%	50,2%	0,0%	63,6%	0,0%	97	191,8%	0,0%	119,0%	0,0%	146,2%	0,0%	169,2%	0,0%
48	77,8%	0,8%	45,4%	1,1%	56,2%	6,1%	64,6%	1,0%	98	191,8%	0,0%	119,0%	0,0%	146,2%	0,0%	169,2%	0,0%
49	77,8%	0,0%	45,4%	0,0%	56,2%	0,0%	64,6%	0,0%	99	191,8%	0,0%	119,0%	0,0%	146,2%	0,0%	169,2%	0,0%
50	105,5%	27,7%	64,4%	19,0%	75,8%	19,5%	87,1%	22,5%	100	225,8%	34,0%	141,6%	22,6%	168,7%	22,4%	193,1%	24,0%

**Abbildung 6-24: Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung kumuliert und je Jahr über 100 Jahren je Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Niedrig.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellungsaufwendungen kumuliert und je Jahr mit Gesamtnutzungsdauer (GND) von 100 Jahren je nach Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Mittel																	
GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel		GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel	
	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr		kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	51	83,2%	0,0%	49,3%	0,0%	53,8%	0,0%	65,7%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	52	86,1%	3,0%	49,3%	0,0%	54,6%	0,8%	65,7%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	53	86,1%	0,0%	49,3%	0,0%	54,6%	0,0%	65,7%	0,0%
4	0,6%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	54	95,7%	9,6%	57,7%	8,4%	62,5%	7,9%	76,8%	11,1%
5	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	55	95,8%	0,0%	57,7%	0,0%	62,6%	0,0%	76,8%	0,0%
6	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,8%	56	96,4%	0,6%	58,6%	0,8%	62,6%	0,0%	76,9%	0,0%
7	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,8%	0,9%	0,0%	57	96,4%	0,0%	58,6%	0,0%	62,6%	0,0%	79,1%	2,3%
8	1,3%	0,6%	0,8%	0,8%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	58	96,4%	0,0%	58,6%	0,0%	63,4%	0,8%	79,1%	0,0%
9	1,3%	0,0%	0,8%	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	59	96,4%	0,0%	58,6%	0,0%	63,4%	0,0%	79,1%	0,0%
10	1,3%	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	60	108,9%	12,5%	62,0%	3,4%	68,4%	5,0%	93,3%	14,2%
11	1,3%	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	61	108,9%	0,0%	62,0%	0,0%	68,4%	0,0%	93,3%	0,0%
12	2,0%	0,6%	0,9%	0,0%	0,9%	0,0%	4,0%	3,1%	62	108,9%	0,0%	62,0%	0,0%	68,4%	0,0%	93,3%	0,0%
13	7,9%	6,0%	0,9%	0,0%	1,7%	0,8%	4,0%	0,0%	63	111,9%	3,0%	62,0%	0,0%	68,4%	0,0%	94,2%	0,9%
14	7,9%	0,0%	0,9%	0,0%	1,7%	0,0%	4,0%	0,0%	64	112,6%	0,6%	62,8%	0,8%	80,7%	12,3%	94,2%	0,0%
15	8,8%	0,8%	0,9%	0,0%	1,8%	0,0%	4,1%	0,0%	65	115,5%	2,9%	62,8%	0,0%	80,7%	0,0%	94,2%	0,0%
16	9,4%	0,6%	1,7%	0,8%	1,8%	0,0%	4,1%	0,0%	66	115,5%	0,0%	62,8%	0,0%	80,7%	0,0%	95,1%	0,8%
17	9,4%	0,0%	1,7%	0,0%	1,8%	0,0%	4,1%	0,0%	67	115,5%	0,0%	62,8%	0,0%	80,7%	0,0%	95,1%	0,0%
18	9,4%	0,0%	2,3%	0,5%	1,8%	0,0%	7,4%	3,3%	68	116,1%	0,6%	62,8%	0,0%	80,7%	0,0%	97,4%	2,3%
19	9,4%	0,0%	2,3%	0,0%	1,8%	0,0%	7,4%	0,0%	69	116,1%	0,0%	62,8%	0,0%	80,7%	0,0%	97,4%	0,0%
20	19,4%	10,0%	2,9%	0,7%	5,3%	3,5%	9,0%	1,6%	70	119,5%	3,4%	68,3%	5,5%	85,8%	5,0%	105,6%	8,2%
21	19,4%	0,0%	2,9%	0,0%	5,3%	0,0%	10,0%	0,9%	71	119,5%	0,0%	68,3%	0,0%	86,6%	0,8%	105,6%	0,0%
22	19,4%	0,0%	2,9%	0,0%	5,3%	0,0%	10,0%	0,0%	72	120,2%	0,6%	69,7%	1,3%	87,2%	0,6%	108,9%	3,3%
23	19,4%	0,0%	2,9%	0,0%	5,3%	0,0%	12,2%	2,3%	73	120,2%	0,0%	69,7%	0,0%	87,2%	0,0%	108,9%	0,0%
24	20,1%	0,6%	3,7%	0,8%	5,9%	0,6%	13,1%	0,9%	74	120,2%	0,0%	69,7%	0,0%	87,2%	0,0%	108,9%	0,0%
25	32,2%	12,1%	7,9%	4,2%	9,3%	3,4%	15,1%	2,0%	75	133,1%	12,9%	73,9%	4,2%	90,6%	3,4%	111,0%	2,0%
26	35,1%	2,9%	7,9%	0,0%	10,1%	0,8%	15,1%	0,0%	76	133,8%	0,6%	73,9%	0,0%	90,6%	0,0%	111,0%	0,0%
27	35,1%	0,0%	7,9%	0,0%	10,1%	0,0%	15,1%	0,0%	77	133,8%	0,0%	73,9%	0,0%	91,4%	0,8%	111,0%	0,0%
28	35,7%	0,6%	7,9%	0,0%	10,1%	0,0%	15,1%	0,0%	78	136,7%	2,9%	73,9%	0,0%	91,4%	0,0%	111,8%	0,8%
29	35,7%	0,0%	7,9%	0,0%	10,1%	0,0%	15,1%	0,0%	79	136,7%	0,0%	73,9%	0,0%	91,4%	0,0%	114,1%	2,3%
30	36,9%	1,2%	8,9%	1,0%	10,3%	0,2%	24,7%	9,7%	80	149,5%	12,9%	89,3%	15,4%	102,4%	10,9%	120,3%	6,2%
31	36,9%	0,0%	8,9%	0,0%	10,3%	0,0%	24,7%	0,0%	81	149,5%	0,0%	89,3%	0,0%	102,4%	0,0%	120,3%	0,0%
32	37,6%	0,6%	9,7%	0,8%	22,6%	12,3%	24,8%	0,0%	82	149,5%	0,0%	89,3%	0,0%	102,4%	0,0%	120,3%	0,0%
33	37,6%	0,0%	9,7%	0,0%	22,6%	0,0%	24,8%	0,0%	83	149,5%	0,0%	89,3%	0,0%	102,4%	0,0%	120,3%	0,0%
34	37,6%	0,0%	9,7%	0,0%	22,6%	0,0%	27,0%	2,3%	84	150,2%	0,6%	89,3%	0,0%	103,2%	0,8%	122,0%	1,7%
35	37,7%	0,1%	11,4%	1,6%	23,6%	0,9%	30,8%	3,8%	85	150,2%	0,0%	89,3%	0,0%	103,2%	0,0%	122,0%	0,0%
36	38,3%	0,6%	11,9%	0,5%	23,6%	0,0%	34,2%	3,3%	86	150,2%	0,0%	89,3%	0,0%	103,2%	0,0%	122,0%	0,0%
37	38,3%	0,0%	11,9%	0,0%	23,6%	0,0%	34,2%	0,0%	87	150,2%	0,0%	89,3%	0,0%	103,2%	0,0%	122,0%	0,0%
38	41,3%	3,0%	11,9%	0,0%	23,6%	0,0%	34,2%	0,0%	88	153,8%	3,7%	90,2%	0,8%	103,2%	0,0%	122,0%	0,0%
39	44,2%	2,9%	11,9%	0,0%	24,4%	0,8%	34,2%	0,0%	89	153,8%	0,0%	90,2%	0,0%	103,2%	0,0%	122,0%	0,0%
40	57,1%	12,8%	27,3%	15,4%	33,3%	8,9%	40,3%	6,2%	90	157,0%	3,2%	93,8%	3,7%	105,8%	2,6%	138,4%	16,3%
41	57,1%	0,0%	27,3%	0,0%	33,3%	0,0%	40,3%	0,0%	91	160,0%	2,9%	93,8%	0,0%	105,8%	0,0%	138,4%	0,0%
42	57,1%	0,0%	27,3%	0,0%	33,3%	0,0%	42,1%	1,7%	92	160,6%	0,6%	93,8%	0,0%	105,8%	0,0%	138,4%	0,0%
43	57,1%	0,0%	27,3%	0,0%	33,3%	0,0%	42,1%	0,0%	93	160,6%	0,0%	93,8%	0,0%	105,8%	0,0%	138,4%	0,0%
44	57,7%	0,6%	27,3%	0,0%	33,3%	0,0%	42,1%	0,0%	94	160,6%	0,0%	93,8%	0,0%	105,8%	0,0%	138,4%	0,0%
45	60,5%	2,8%	29,5%	2,2%	35,7%	2,4%	46,3%	4,2%	95	160,6%	0,0%	93,9%	0,0%	105,8%	0,0%	138,4%	0,0%
46	60,5%	0,0%	29,5%	0,0%	35,7%	0,0%	46,3%	0,0%	96	161,2%	0,6%	94,7%	0,8%	118,8%	13,0%	139,2%	0,9%
47	60,5%	0,0%	29,5%	0,0%	35,7%	0,0%	46,3%	0,0%	97	161,2%	0,0%	94,7%	0,0%	118,8%	0,0%	139,2%	0,0%
48	61,1%	0,6%	30,3%	0,8%	36,4%	0,7%	47,2%	0,9%	98	161,2%	0,0%	94,7%	0,0%	118,8%	0,0%	139,2%	0,0%
49	61,1%	0,0%	30,3%	0,0%	36,4%	0,0%	47,2%	0,0%	99	161,2%	0,0%	94,7%	0,0%	118,8%	0,0%	139,2%	0,0%
50	83,2%	22,0%	49,3%	19,0%	53,8%	17,4%	65,7%	18,5%	100	193,3%	32,1%	114,3%	19,6%	139,7%	20,9%	159,4%	20,2%

**Abbildung 6-25: Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung kumuliert und je Jahr über von 100 Jahre je nach Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Mittel.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellungsaufwendungen kumuliert und je Jahr mit Gesamtnutzungsdauer (GND) von 100 Jahren je nach Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Hoch																	
GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel		GND	Shopping		Wohnen		Büro		Hotel	
	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr		kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr	kum. GE	GE je Jahr
1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	51	85,4%	0,0%	62,9%	0,0%	59,6%	0,0%	66,5%	0,0%
2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	52	88,5%	3,1%	62,9%	0,0%	60,3%	0,7%	66,5%	0,0%
3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	53	88,5%	0,0%	62,9%	0,0%	60,3%	0,0%	66,5%	0,0%
4	0,6%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	54	103,7%	15,1%	74,9%	12,0%	70,9%	10,5%	80,4%	13,9%
5	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	55	103,7%	0,0%	74,9%	0,0%	70,9%	0,0%	80,5%	0,0%
6	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%	56	104,3%	0,6%	75,8%	0,9%	70,9%	0,0%	80,5%	0,0%
7	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,7%	0,8%	0,0%	57	104,3%	0,0%	75,8%	0,0%	70,9%	0,0%	80,5%	0,0%
8	1,3%	0,6%	0,9%	0,9%	0,8%	0,0%	0,8%	0,0%	58	104,3%	0,0%	75,8%	0,0%	71,7%	0,7%	80,5%	0,0%
9	1,3%	0,0%	0,9%	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%	0,0%	59	104,3%	0,0%	75,8%	0,0%	71,7%	0,0%	80,5%	0,0%
10	1,3%	0,0%	0,9%	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%	0,0%	60	116,8%	12,5%	80,6%	4,8%	78,5%	6,8%	93,5%	13,0%
11	1,3%	0,0%	0,9%	0,0%	0,8%	0,0%	0,8%	0,0%	61	116,8%	0,0%	80,6%	0,0%	78,5%	0,0%	93,5%	0,0%
12	1,9%	0,6%	0,9%	0,0%	0,8%	0,0%	1,6%	0,8%	62	116,8%	0,0%	80,6%	0,0%	78,5%	0,0%	93,5%	0,0%
13	4,6%	2,7%	0,9%	0,0%	1,5%	0,7%	1,6%	0,0%	63	116,8%	0,0%	80,6%	0,0%	78,5%	0,0%	94,7%	1,3%
14	4,6%	0,0%	0,9%	0,0%	1,5%	0,0%	1,6%	0,0%	64	117,5%	0,6%	81,5%	0,9%	87,3%	8,8%	94,7%	0,0%
15	5,7%	1,1%	1,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,6%	0,0%	65	120,2%	2,7%	81,5%	0,0%	87,3%	0,0%	94,8%	0,0%
16	6,3%	0,6%	1,8%	0,9%	1,6%	0,0%	1,7%	0,0%	66	120,2%	0,0%	81,5%	0,0%	87,3%	0,0%	95,5%	0,8%
17	6,3%	0,0%	1,8%	0,0%	1,6%	0,0%	1,7%	0,0%	67	120,2%	0,0%	81,5%	0,0%	87,3%	0,0%	95,5%	0,0%
18	6,3%	0,0%	1,8%	0,0%	1,6%	0,0%	4,8%	3,1%	68	126,1%	5,9%	81,5%	0,0%	87,3%	0,0%	101,7%	6,2%
19	6,3%	0,0%	1,8%	0,0%	1,6%	0,0%	4,8%	0,0%	69	126,1%	0,0%	81,5%	0,0%	87,3%	0,0%	101,7%	0,0%
20	15,2%	8,9%	3,1%	1,2%	6,6%	5,0%	6,0%	1,3%	70	128,2%	2,1%	85,0%	3,5%	90,2%	2,9%	108,1%	6,4%
21	15,2%	0,0%	3,1%	0,0%	6,6%	0,0%	7,3%	1,3%	71	128,2%	0,0%	85,0%	0,0%	90,9%	0,7%	108,1%	0,0%
22	15,2%	0,0%	3,1%	0,0%	6,6%	0,0%	7,3%	0,0%	72	128,8%	0,6%	85,9%	0,9%	96,8%	5,9%	111,2%	3,1%
23	20,5%	5,3%	3,1%	0,0%	6,6%	0,0%	7,3%	0,0%	73	128,8%	0,0%	85,9%	0,0%	96,8%	0,0%	111,2%	0,0%
24	21,1%	0,6%	4,0%	0,9%	7,5%	0,9%	8,1%	0,8%	74	128,8%	0,0%	85,9%	0,0%	96,8%	0,0%	111,2%	0,0%
25	29,6%	8,4%	10,7%	6,7%	10,3%	2,8%	11,9%	3,8%	75	138,3%	9,5%	92,6%	6,7%	99,6%	2,8%	114,6%	3,4%
26	32,3%	2,7%	10,7%	0,0%	11,0%	0,7%	11,9%	0,0%	76	138,9%	0,6%	92,6%	0,0%	99,6%	0,0%	114,6%	0,0%
27	32,3%	0,0%	10,7%	0,0%	11,0%	0,0%	11,9%	0,0%	77	138,9%	0,0%	92,6%	0,0%	100,3%	0,7%	114,6%	0,0%
28	32,9%	0,6%	10,7%	0,0%	11,0%	0,0%	11,9%	0,0%	78	141,6%	2,7%	92,6%	0,0%	100,3%	0,0%	115,4%	0,8%
29	32,9%	0,0%	10,7%	0,0%	11,0%	0,0%	11,9%	0,0%	79	141,6%	0,0%	92,6%	0,0%	100,3%	0,0%	115,4%	0,0%
30	34,5%	1,6%	12,1%	1,4%	11,4%	0,4%	21,5%	9,5%	80	152,9%	11,3%	105,3%	12,7%	109,5%	9,2%	120,5%	5,2%
31	34,5%	0,0%	12,1%	0,0%	11,4%	0,0%	21,5%	0,0%	81	152,9%	0,0%	105,3%	0,0%	109,5%	0,0%	120,5%	0,0%
32	35,1%	0,6%	13,0%	0,9%	20,2%	8,8%	21,5%	0,0%	82	152,9%	0,0%	105,3%	0,0%	109,5%	0,0%	120,5%	0,0%
33	35,1%	0,0%	13,0%	0,0%	20,2%	0,0%	21,5%	0,0%	83	152,9%	0,0%	105,3%	0,0%	109,5%	0,0%	120,5%	0,0%
34	35,1%	0,0%	13,0%	0,0%	20,2%	0,0%	27,7%	6,2%	84	153,5%	0,6%	105,3%	0,0%	110,3%	0,7%	122,6%	2,0%
35	35,2%	0,1%	13,8%	0,9%	20,7%	0,5%	31,5%	3,8%	85	153,5%	0,0%	105,3%	0,0%	110,3%	0,0%	122,6%	0,0%
36	35,8%	0,6%	13,8%	0,0%	25,7%	5,0%	34,6%	3,1%	86	153,5%	0,0%	105,3%	0,0%	110,3%	0,0%	122,6%	0,0%
37	35,8%	0,0%	13,8%	0,0%	25,7%	0,0%	34,6%	0,0%	87	153,5%	0,0%	105,3%	0,0%	110,3%	0,0%	122,6%	0,0%
38	35,8%	0,0%	13,8%	0,0%	25,7%	0,0%	34,6%	0,0%	88	154,2%	0,6%	106,2%	0,9%	110,3%	0,0%	122,6%	0,0%
39	38,5%	2,7%	13,8%	0,0%	26,4%	0,7%	34,6%	0,0%	89	154,2%	0,0%	106,2%	0,0%	110,3%	0,0%	122,6%	0,0%
40	49,8%	11,3%	26,5%	12,7%	35,6%	9,2%	37,5%	2,8%	90	163,1%	8,9%	114,8%	8,6%	113,1%	2,8%	137,4%	14,8%
41	49,8%	0,0%	26,5%	0,0%	35,6%	0,0%	37,5%	0,0%	91	165,8%	2,8%	114,8%	0,0%	113,1%	0,0%	137,4%	0,0%
42	49,8%	0,0%	26,5%	0,0%	35,6%	0,0%	39,5%	2,0%	92	166,4%	0,6%	114,8%	0,0%	113,1%	0,0%	137,4%	0,0%
43	49,8%	0,0%	26,5%	0,0%	35,6%	0,0%	39,5%	0,0%	93	166,4%	0,0%	114,8%	0,0%	113,1%	0,0%	137,4%	0,0%
44	50,4%	0,6%	26,5%	0,0%	35,6%	0,0%	39,5%	0,0%	94	166,4%	0,0%	114,8%	0,0%	113,1%	0,0%	137,4%	0,0%
45	58,8%	8,4%	33,7%	7,2%	38,1%	2,4%	42,4%	3,0%	95	166,4%	0,0%	114,8%	0,0%	113,1%	0,0%	137,4%	0,0%
46	58,8%	0,0%	33,7%	0,0%	38,1%	0,0%	42,4%	0,0%	96	167,1%	0,6%	115,7%	0,9%	122,8%	9,6%	138,2%	0,8%
47	58,8%	0,0%	33,7%	0,0%	38,1%	0,0%	42,4%	0,0%	97	167,1%	0,0%	115,7%	0,0%	122,8%	0,0%	138,2%	0,0%
48	59,5%	0,6%	34,6%	0,9%	38,9%	0,9%	43,2%	0,8%	98	167,1%	0,0%	115,7%	0,0%	122,8%	0,0%	138,2%	0,0%
49	59,5%	0,0%	34,6%	0,0%	38,9%	0,0%	43,2%	0,0%	99	167,1%	0,0%	115,7%	0,0%	122,8%	0,0%	138,2%	0,0%
50	85,4%	26,0%	62,9%	28,3%	59,6%	20,7%	66,5%	23,3%	100	202,0%	34,9%	145,2%	29,5%	148,5%	25,7%	162,8%	24,6%

**Abbildung 6-26: Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung kumuliert und je Jahr über 100 Jahre je Immobilientyp mit Ausstattungsstandard Hoch.**

Um den Einfluss der unterschiedlichen Ausstattungsniveaus des Standards über die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren zu zeigen, wird die kumulierte Graue Energie für die Herstellungs- und Instandsetzung über die Gesamtnutzungsdauer der verschiedenen Standards nach Immobilientyp (Wohnen, Büro, Hotel, Shopping) gegenübergestellt, es ergibt sich Abbildung 6-27. Es ist zu erkennen, dass der Standard Hoch bei allen vier Immobilientypen die höchste Graue Energie für die Errichtung generiert, gefolgt vom mittleren Standard und vom niedrigen Standard, welches auf zusätzliche oder Graue Energie intensivere Bauteile zurückzuführen ist. Bei der Betrachtung über 100 Jahre zeigt sich, dass bei allen Immobilientypen der Standard Hoch die höchste Graue Energie verursacht. Weiter zeigt sich, dass bei allen Immobilientypen der niedrige Standard ca. die gleiche oder eine geringfügig höhere kumulierte Graue Energie infolge Instandsetzung verursacht als der mittlere Standard. Beispielsweise werden je nach Immobilientyp im niedrigen Standard die WDVS-Fassade oder der Laminatboden mindestens doppelt so oft über die Gesamtnutzungsdauer ersetzt als im mittleren Standard das Verblendmauerwerk oder der Parkettboden.

Entwicklung der kumulierten Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung je Immobilientyp über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards (Hoch = rot, Mittel = grün, Niedrig = gelb)

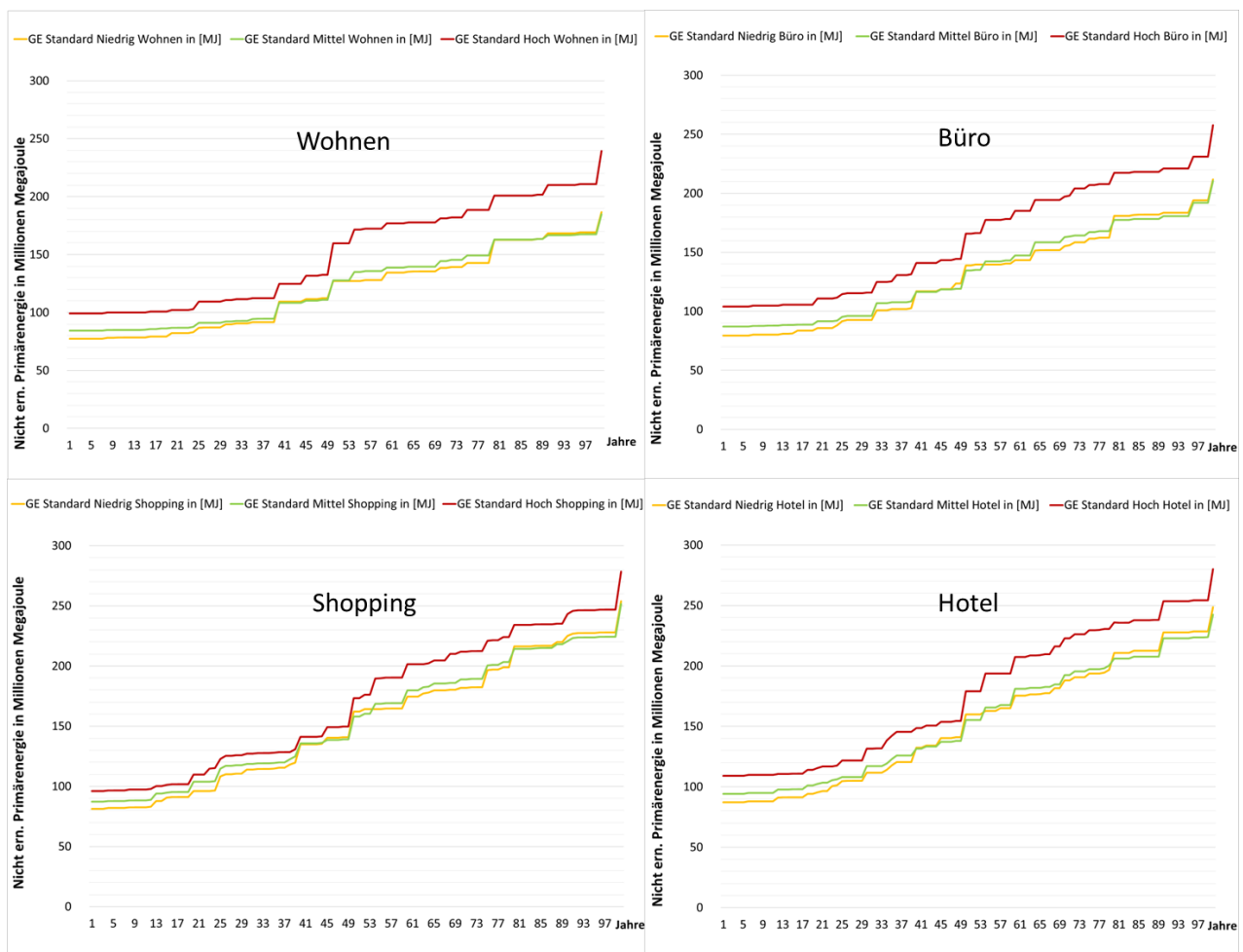


Abbildung 6-27: Gegenüberstellung der Entwicklung der kumulierten Grauen Energie der Immobilientypen in Abhängigkeit der Ausstattungsstandards Niedrig, Mittel und Hoch.

### 6.1.2.2 Die Bestimmung der Grauen Energie auf Ebene der Gebäudeteile Rohbau, Fassade, Ausbau und TGA

Zur differenzierteren Betrachtung wird die Graue Energie in den Kategorien Rohbau, Fassade (inkl. Dach) und Ausbau und technische Gebäudeausrüstung untersucht. Hierzu wird die kumulierte Graue Energie für die Herstellung und die Instandsetzung der Gebäudevarianten auf Bauteilebene der DIN 276 ausgewertet. Es wird die Graue Energie für die Herstellung und Instandsetzung aller Bauteile einer Kostengruppe in der dritten Ebene der DIN 276 für die jeweilige Gesamtnutzungsdauer kumuliert. Die Ergebnisse der Kategorien Rohbau, Fassade, Ausbau und TGA ergeben sich durch Addition der Grauen Energie je Kostengruppe entsprechend der Gliederung aus Kapitel 6.1.1.2.

Abbildung 6-28 zeigt die Gegenüberstellung der Graue Energie für die Gebäudeteile Rohbau, Ausbau, Fassade und TGA kumuliert über die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren je Immobilientyp und Ausstattungsstandard. Es zeigt sich, dass der Rohbau (Stahlbetonskelettbau) über die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren entsprechend den Annahmen nicht ersetzt wird. Die Graue Energie für die Herstellung der Gebäudeteile Ausbau, TGA und Fassade sind im niedrigen Standard am geringsten. Die kumulierte Graue Energie für die Instandsetzung der Gebäudeteile Fassade, Ausbau und TGA übersteigen immer die Graue Energie für die Herstellung. Bei der Fassade wird im Standard Hoch (Pfosten-Riegel) am meisten kumulierte Graue Energie gegenüber dem niedrigen und mittleren Standard verursacht. Der Ausbau generiert am meisten kumulierte Graue Energie im niedrigen Standard und die geringsten im mittleren Standard. Die Graue Energie für die technische Gebäudeausrüstung (TGA) steigt mit dem Standard an.

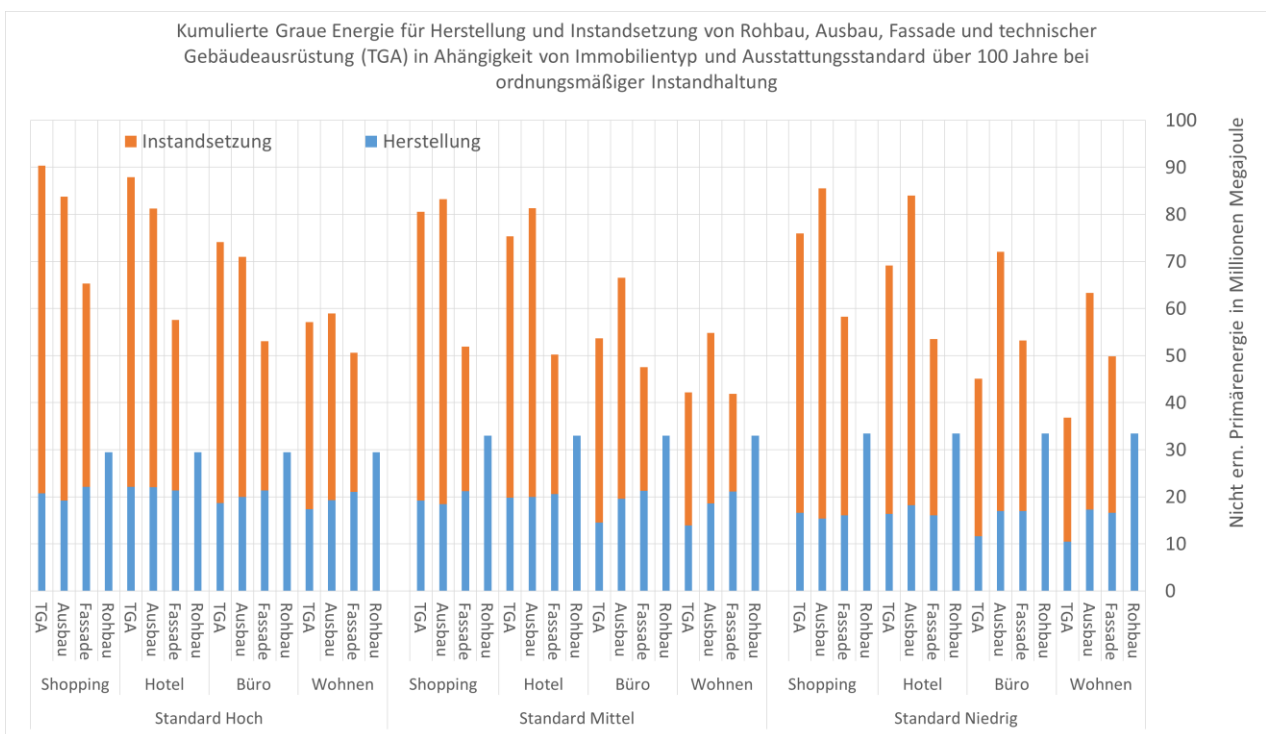
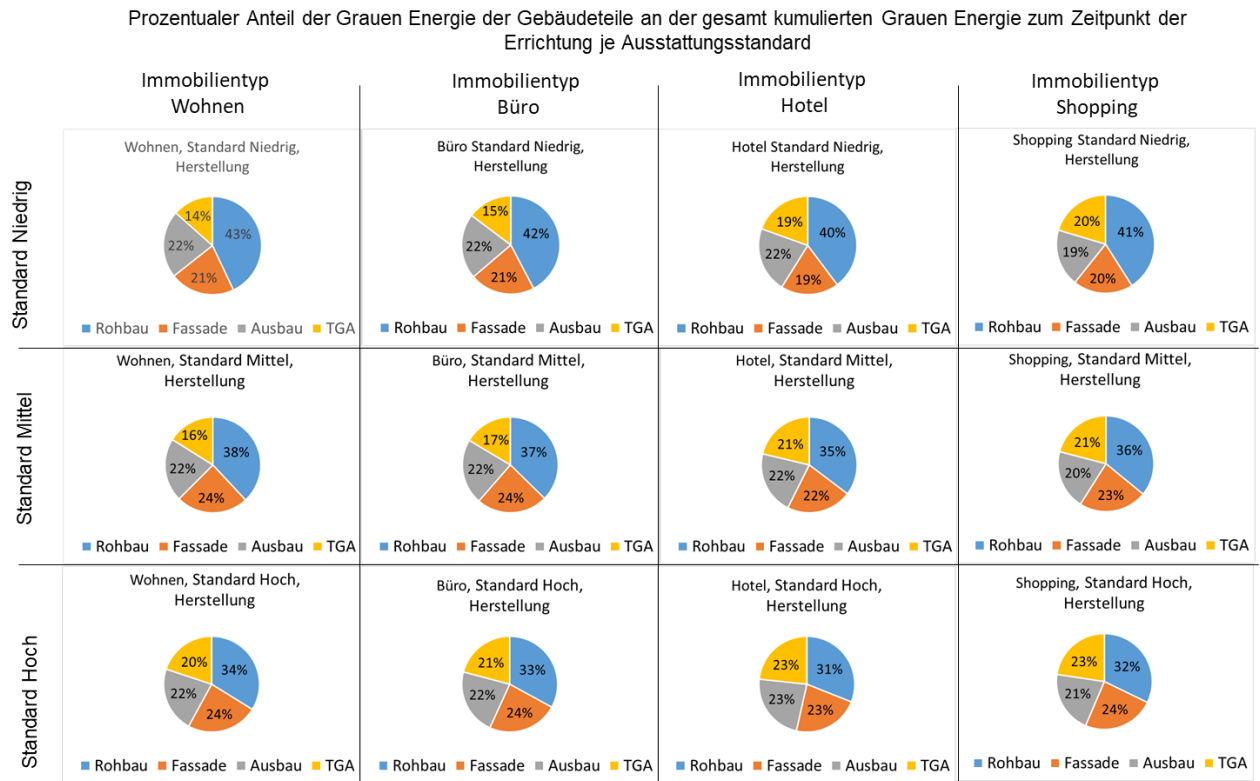


Abbildung 6-28: Kumulierte Graue Energie für die Herstellung und Instandsetzung der Gebäudeteile je Immobilientyp und Ausstattungsstandard nach 100 Jahren.

Für den übersichtlichen Vergleich der Nutzungsarten Wohnen, Büro, Hotel und Shopping wird die kumulierte Graue Energie für die Gebäudeteile Rohbau, Ausbau, Fassade und TGA als prozentualer Anteil zur jeweils gesamt kumulierten Grauen Energie zum Zeitpunkt der Herstellung gegenübergestellt, es ergibt sich Abbildung 6-29. Es ist festzustellen, dass der Rohbau zum Zeitpunkt der Herstellung bei allen Immobilientypen den größten Anteil einnimmt. Weiter ist festzustellen, dass der Anteil des Rohbaus bei den Immobilientypen Büro, Hotel und Shopping infolge höherer Grauer Energie für Ausbau und technischer Gebäudeausrüstung gegenüber dem Wohnen abnimmt und für Hotel und Shopping am geringsten ist.



**Abbildung 6-29: Anteil der Grauen Energie der Gebäudeteile an der gesamthaft kumulierten Grauen Energie zum Zeitpunkt der Errichtung je Immobilientyp und Ausstattungsstandard.**

Wird die kumulierte Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung für die Gebäudeteile Rohbau, Ausbau, Fassade und TGA nach 100 Jahren als prozentualer Anteil zur jeweils kumulierten gesamten Grauen Energie je nach Standard gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-30. Es zeigt sich, dass sich der Anteil des Rohbaus deutlich infolge der Instandsetzung für Fassade, Ausbau und technischer Gebäudeausrüstung gegenüber Abbildung 6-29 reduziert und den geringsten Anteil einnimmt. Der Anteil für die technische Gebäudeausrüstung nimmt bei den Immobilientypen Büro, Hotel und Shopping gegenüber den Wohnimmobilien zu und ergibt zusammen mit dem Ausbau den höchsten Anteil der kumulierten Grauen Energie nach 100 Jahren.



Prozentualer Anteil der Grauen Energie der Gebäudeteile an der gesamt kumulierten Grauen Energie über die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren je Ausstattungsstandard

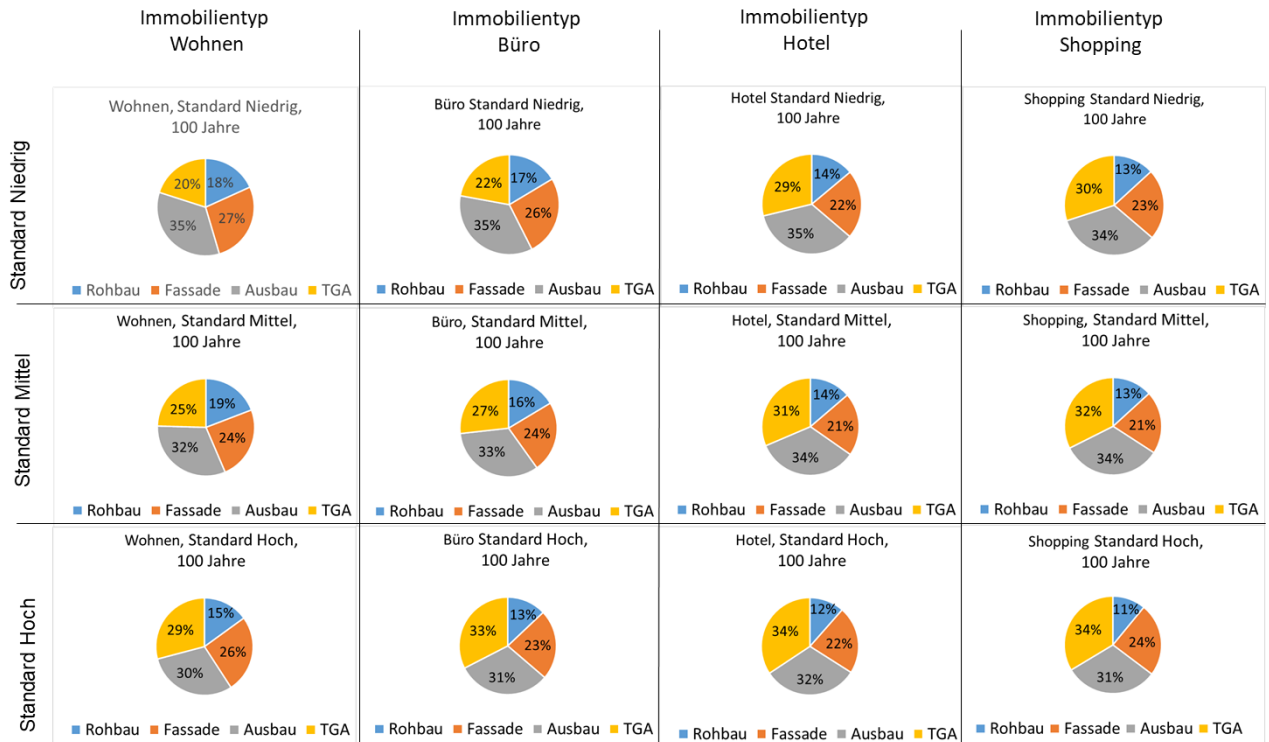


Abbildung 6-30: Anteil der Grauen Energie der Gebäudeteile an der gesamthaft kumulierten Grauen Energie nach 100 Jahren je Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

### 6.1.2.3 Die Bestimmung der Grauen Energie auf Bauteilebene

Zur Darstellung der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung auf Bauteilebene wird die kumulierte Graue Energie der Bauteilegruppen nach DIN 276 (dritte Ebene) für Herstellung und Instandsetzung für die Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren bestimmt (vgl. Kapitel 4.4.2.4). Zusätzlich wird der jeweilige prozentuale Anteil je Kostengruppe an der gesamt kumulierten Grauen Energie für Herstellungs- und Instandsetzung an der Immobilie bestimmt. Auf dieser Basis wird eine Pareto-Analyse durchgeführt und die Ergebnisse nach Einfluss der kumulierten Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung sortiert. Die Ergebnisse je Immobilientyp werden für den Ausstattungsstandard Niedrig, Mittel und Hoch in Abbildung 6-31, Abbildung 6-32 und Abbildung 6-33 dargestellt. Die Abbildungen beinhalten >80 % der gesamt kumulierten Grauen Energie und zeigen in der linken Spalte die Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung in [Millionen MJ] je Kostengruppe und in der rechten Spalte den jeweiligen prozentualen Einfluss auf die gesamt kumulierte Graue Energie des Immobilientyps.



## Kapitel 6: Ergebnisse

Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung der Bauteile in KG 300 und 400 in Abhängigkeit des Immobilientyps über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung im Standard Niedrig

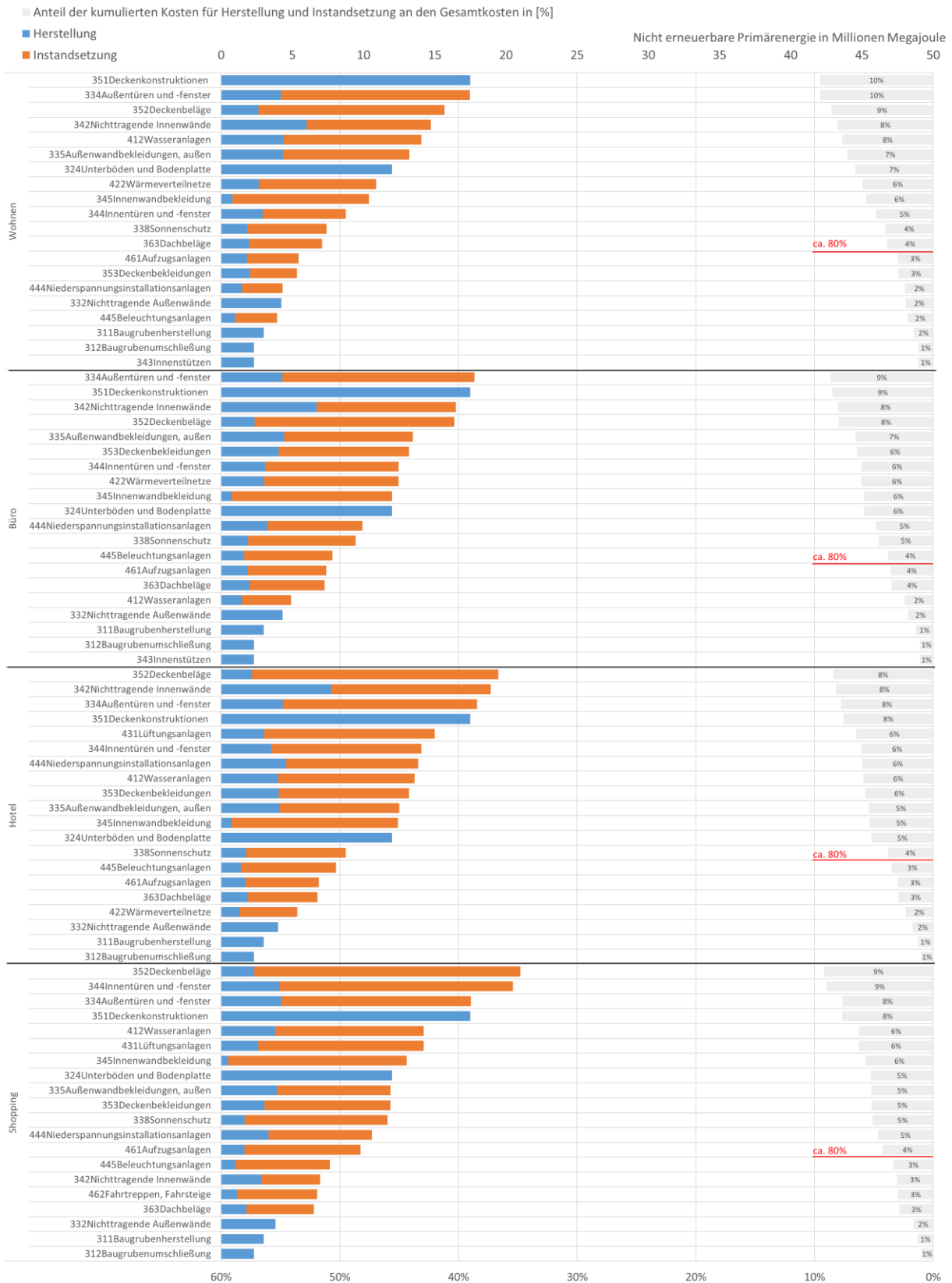


Abbildung 6-31: Graue Energie der Bauteile in den KG 300 und 400 je Immobilientyp im Standard Niedrig.

## Kapitel 6: Ergebnisse

Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung der Bauteile in KG 300 und 400 in Abhängigkeit des Immobilientyps über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung im Standard Mittel

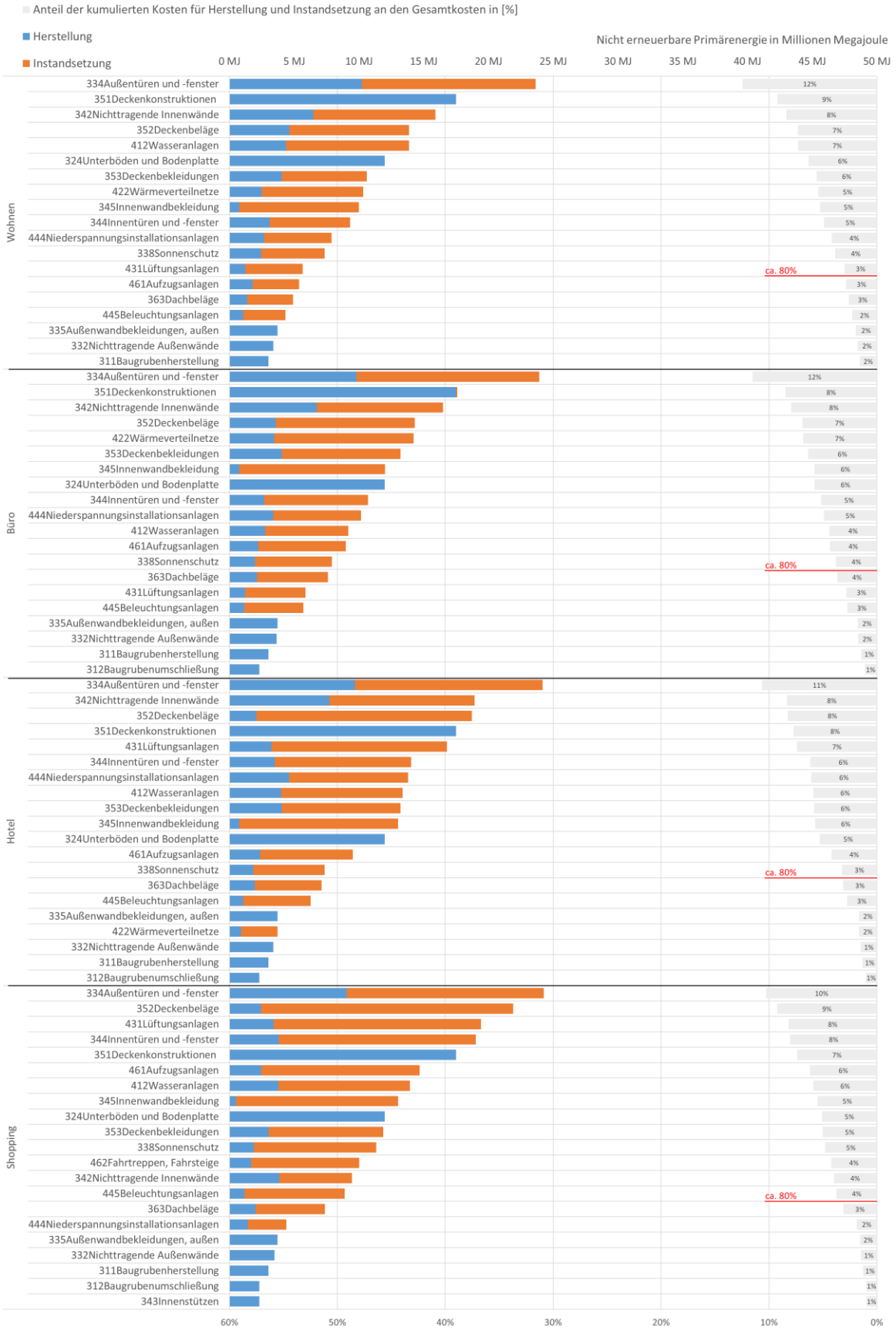


Abbildung 6-32: Graue Energie der Bauteile in KG 300 und 400 je Immobilientyp im Standard Mittel.

## Kapitel 6: Ergebnisse

Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung der Bauteile in KG 300 und 400 in Abhängigkeit des Immobilientyps über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung im Standard Hoch

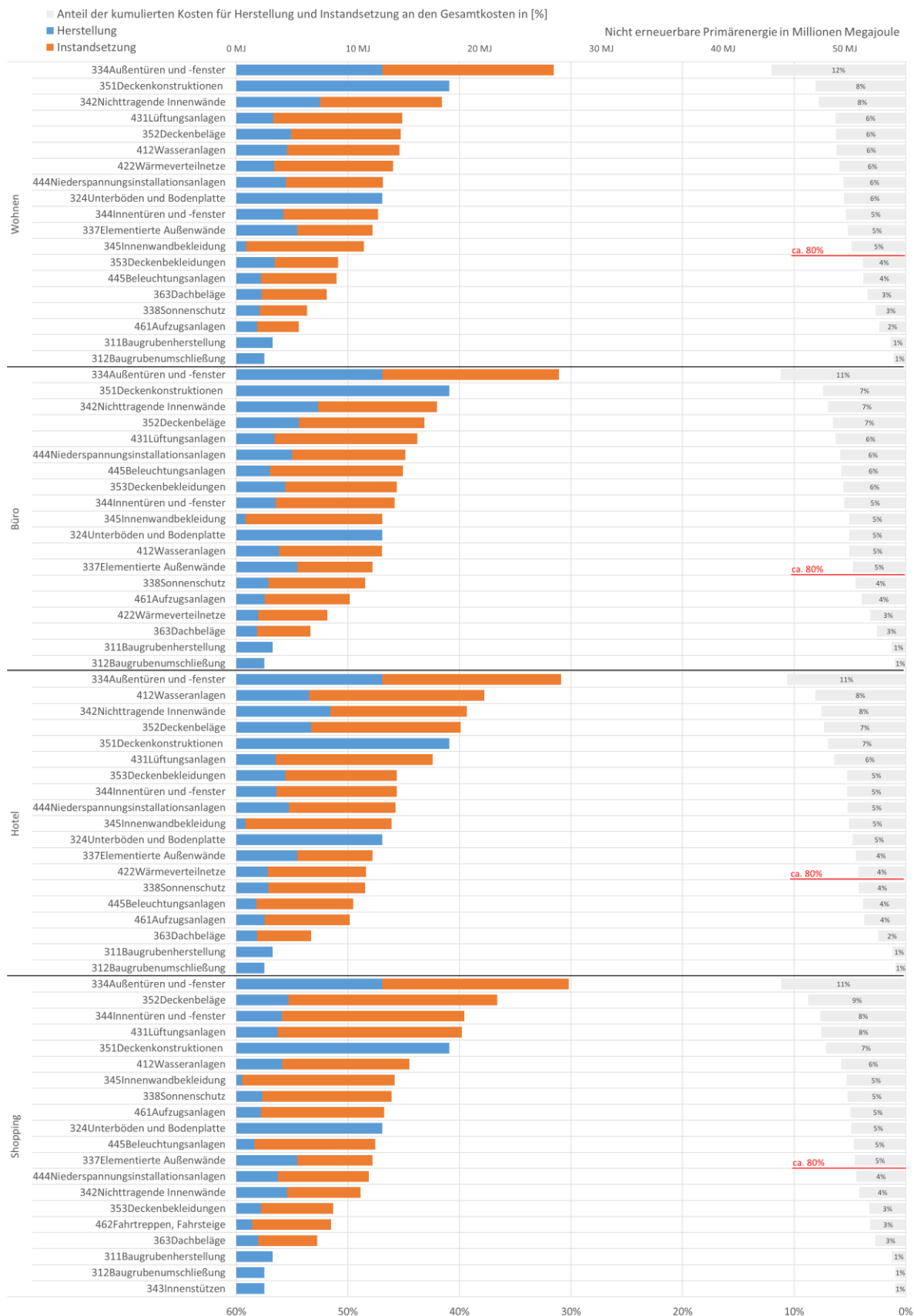


Abbildung 6-33: Graue Energie der Bauteile in KG 300 und 400 je Immobilientyp im Standard Hoch.

Werden je Immobilientyp die einflussreichsten fünf Bauteile in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-34. Auffällig ist, dass sich mehrheitlich materialkostenintensive Bauteile (vgl. Kapitel 2.2.3) unter den Treibern der Graue Energie befinden. Die Graue Energie materialkostenintensiver Bauteile, wie Außentüren u. Fenster, Deckenbeläge und nichttragende Innenwände, Deckenkonstruktionen, Lüftungsanlagen und Wasseranlagen, wird durch die verhältnismäßig höheren erforderlichen Materialmengen am Gebäude (z.B. Rohbau oder Fassade) und deren enormen Primärenergiebedarf bei der Herstellung (z.B. für Zement, Stahl oder Aluminium) getrieben. Wasseranlagen stellen insbesondere für die Immobilientypen Wohnen und Hotel durch ihre Beherbergungseinheiten einen Kostentreiber (Edelstahl) dar. Gleichzeitig sind die Bauteile Außentüren u. Fenster, Deckenbeläge und Lüftungsanlagen von einer Lebensdauerreduzierung infolge Nutzungsintensität je nach Immobilientyp betroffen. Insbesondere die Immobilientypen Hotel und Shopping weisen i.d.R. den Treiber Lüftungsanlagen auf.

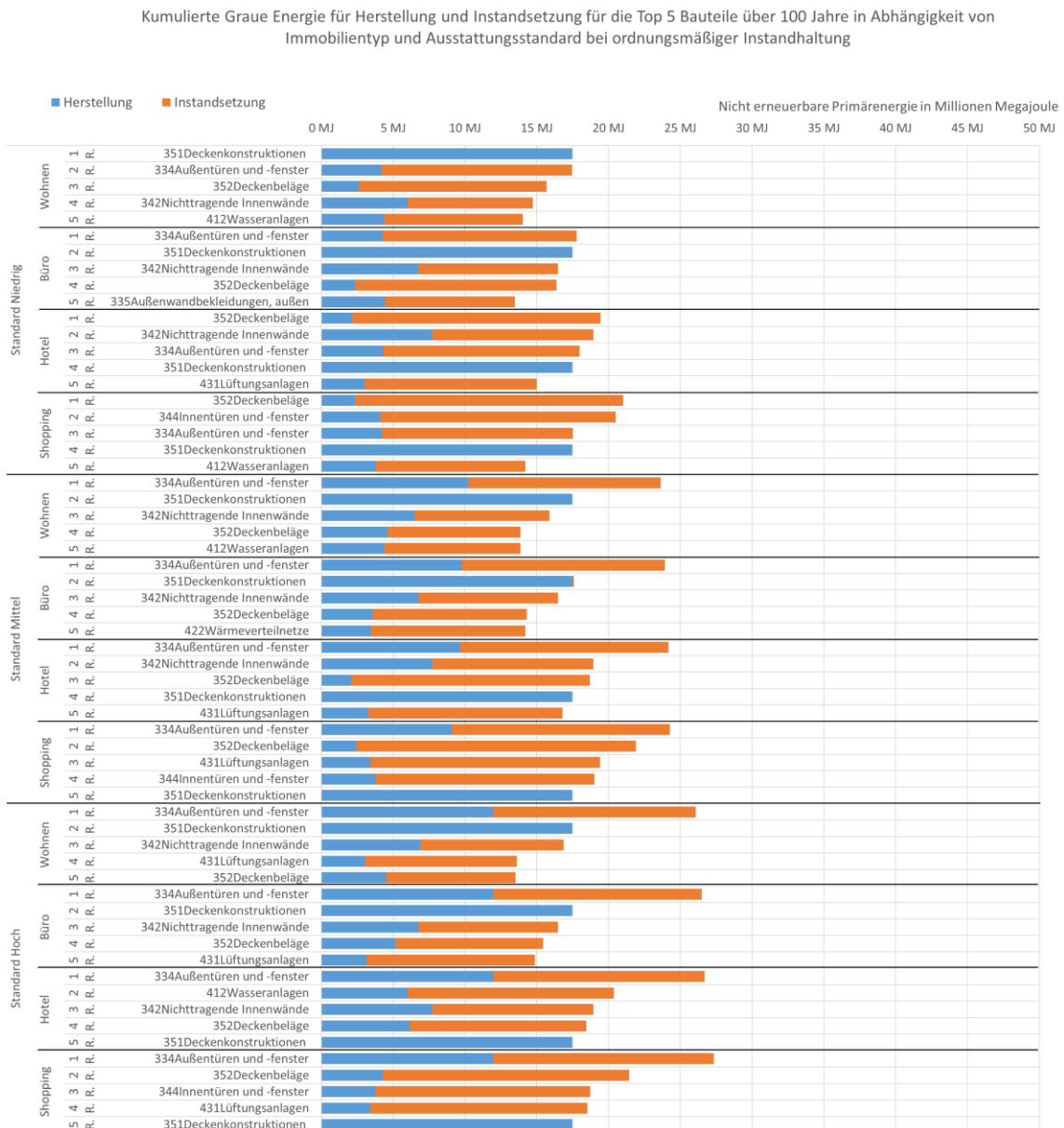


Abbildung 6-34: Kumulierte Graue Energie für Herstellung und Instandsetzung für die Top 5 einflussreichsten Bauteile nach DIN 276 über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren.

### **6.1.3 Die Entwicklung einer Planungsgrundlage zur Optimierung der Immobilie hinsichtlich Kosten und Grauer Energie**

Zur Generierung einer Planungsgrundlage, um die Immobilie hinsichtlich Kosten und Grauer Energie zu optimieren, werden Kosten und Graue Energie auf Ebene der Bauteile einander gegenübergestellt bzw. einander zugeordnet. Die Auswertung erfolgt für die kumulierten Kosten und für die kumulierte Graue Energie für Herstellung- und Instandsetzung über 100 Jahre bei ordnungsmäßiger Instandhaltung in Abhängigkeit des Immobilientyps (Wohnen, Büro, Hotel und Shopping) und je Ausstattungsstandard. Es ist die Optimierung hinsichtlich Kosten und hinsichtlich Grauer Energie zu unterscheiden. Die Analyse der Kosten und der Grauen Energie gibt einem Modellanwender die Möglichkeit, die Eingabe, z.B. durch eine veränderte Bauteilwahl, für eine erneute Modellrechnung anzupassen, sodass eine Optimierung durch eine iterative Vorgehensweise erzielt werden kann.

#### **6.1.3.1 Planungsgrundlage zur Optimierung hinsichtlich Kosten**

Werden den Kosten für Herstellung und Instandsetzung die Graue Energie aus der Pareto-Analyse auf Ebene der Bauteile für den niedrigen, mittleren und hohen Ausstattungsstandard zugeordnet, ergeben sich Abbildung 6-35, Abbildung 6-36 und Abbildung 6-37. Um den Einfluss von Kosten und Grauer Energie vergleichbar nachverfolgen zu können, werden die erreichten Ränge der Bauteile aus der Pareto-Analyse den Bauteilen in der Gegenüberstellung angetragen. Aus den Abbildungen lassen sich zur Planung die Kosten und die zugehörige Graue Energie einer Kostengruppe auf Bauteilebene ablesen. Es zeigt sich, dass die Rangordnung der Kosten nicht mit der Rangordnung der Grauer Energie übereinstimmt, da die Kosten und der Verbrauch von Grauer Energie nicht miteinander korrelieren müssen. Nach ZIMMERMANN UND OSTERRIED<sup>680</sup> (vgl. Kapitel 2.2.3, Abbildung 2-11) weisen die Bauteilkosten für Herstellung und Instandsetzung eine gewisse Material- bzw. Lohnkostenabhängigkeit auf. Maler und Lackierarbeiten sowie Tapezierarbeiten, die für die Innenwandbekleidung charakteristisch sind, bilden dabei den höchsten Lohnkostenanteil (ca. 70 % und 80 %) aus, jedoch den geringsten Materialkostenanteil (ca. 30 % und 20 %). Der Verbrauch von Grauer Energie hingegen kann den Lohnkostenanteil, der auf die Arbeitskräfte entfällt, nicht erfassen, sodass ein Lohnkosten intensives Bauteil (abhängig vom Maschineneinsatz) tendenziell einen höheren Rang (geringerer Einfluss) bei der Grauen Energie einnimmt. Ein Beispiel stellt die Wandfarbe dar, welche infolge Nutzungsintensität und hohem Lohnkostenanteil eine dominierende Rolle auf der Kostenseite einnimmt. Bei der Grauen Energie liegt die Wandfarbe damit infolge der geringen Materialabhängigkeit mehrheitlich nicht in den Top 5. Ein weiteres Beispiel stellen die Rohbauteile, wie beispielsweise Stahlbetondecken dar. Sie weisen eine Materialabhängigkeit auf und erreichen damit bei der Bestimmung der Kosten höhere Ränge (geringerer Einfluss) als bei der Bestimmung der Grauen Energie.

---

<sup>680</sup> Vgl. Zimmermann J, Osterried, J: Wertungskriterien des Bauherrn für die Vergabe von Bauleistungen unter besonderer Berücksichtigung der Produktionsfaktoren. Bauingenieur, Band 94, 2019, S. 117.

## Kapitel 6: Ergebnisse

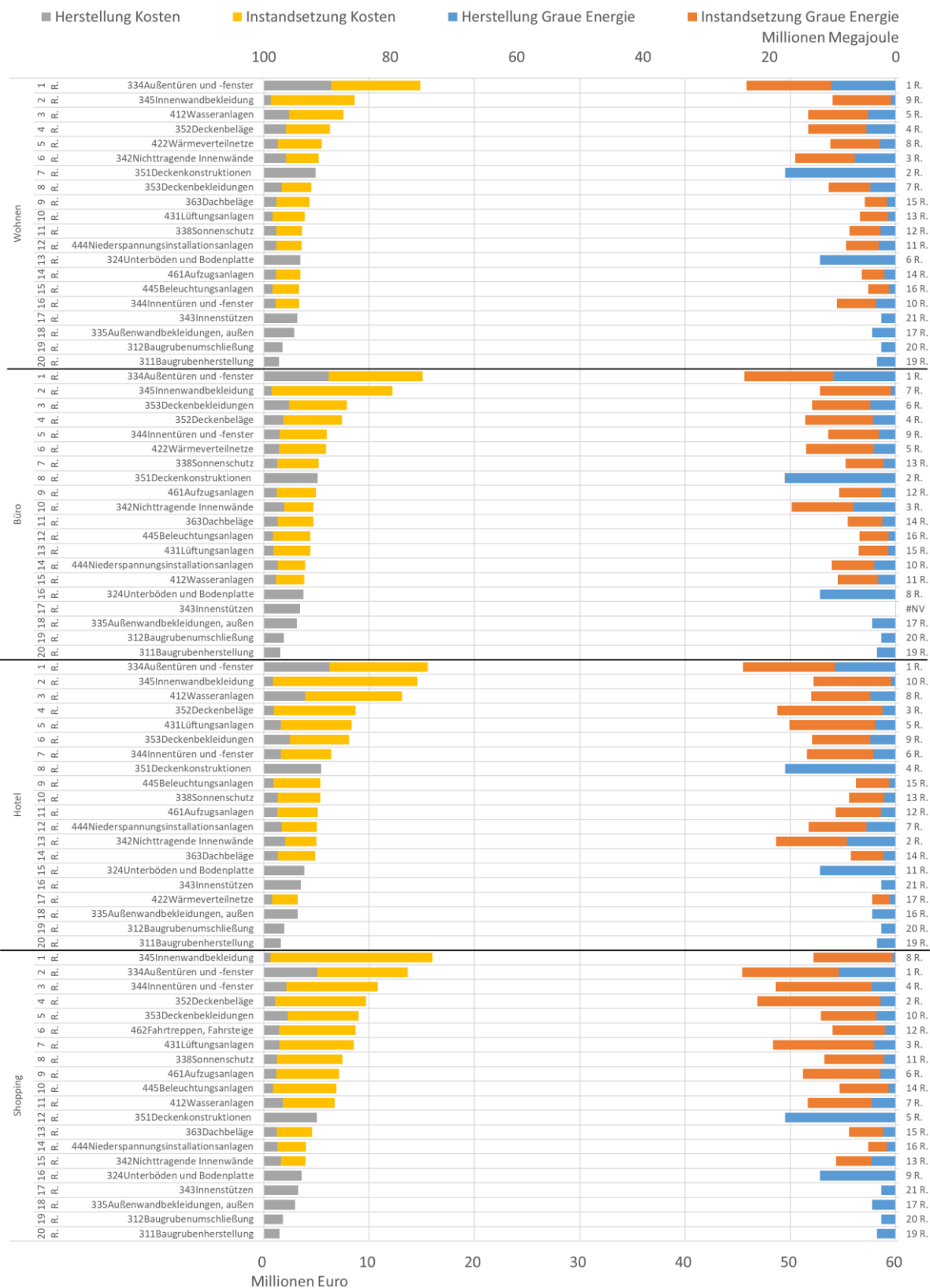
Gegenüberstellung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten in 100 Jahren je Bauteil zur jeweiligen Grauen Energie in den KG 300/400 nach DIN 276 in Abhängigkeit der Einlussrangfolge (R.) für den Standard Niedrig



**Abbildung 6-35: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Niedrig.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten in 100 Jahren je Bauteil zur jeweiligen Grauen Energie in den KG 300/400 nach DIN 276 in Abhängigkeit der Einflussrangfolge (R.) für den Standard Mittel



**Abbildung 6-36: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Mittel.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Gegenüberstellung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten in 100 Jahren je Bauteil zur jeweiligen Grauen Energie in den KG 300/400 nach DIN 276 in Abhängigkeit der jeweiligen Einflussrangfolge (R.) für den Standard Hoch



**Abbildung 6-37: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Hoch.**



Werden die fünf kostenreichsten Bauteile in Abhängigkeit von Immobilientyp (Wohnen, Büro, Hotel und Shopping) sowie dem Ausstattungsstandard (niedrig, mittel, hoch) aus Abbildung 6-35, Abbildung 6-36 und Abbildung 6-37 gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-38.

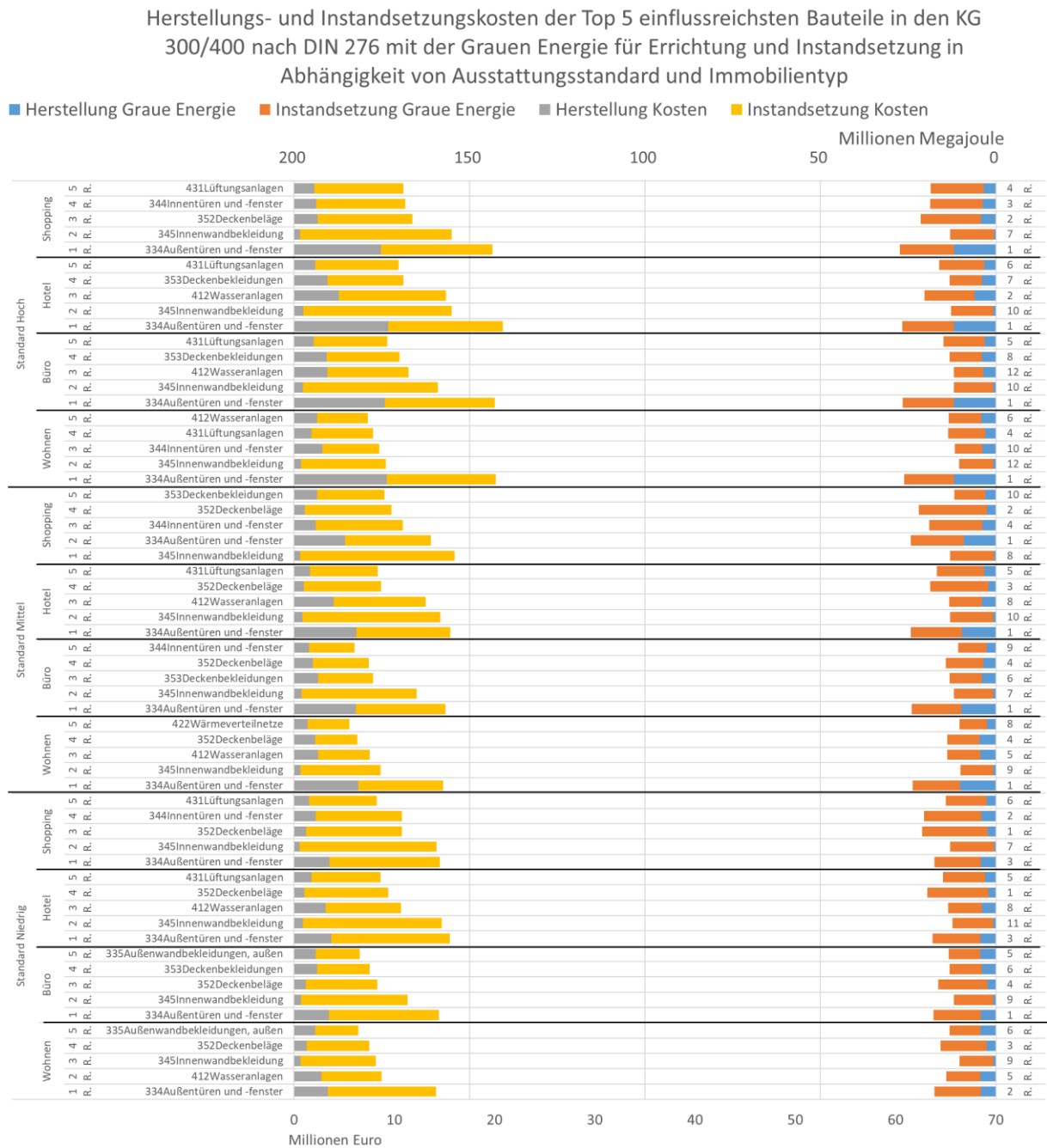


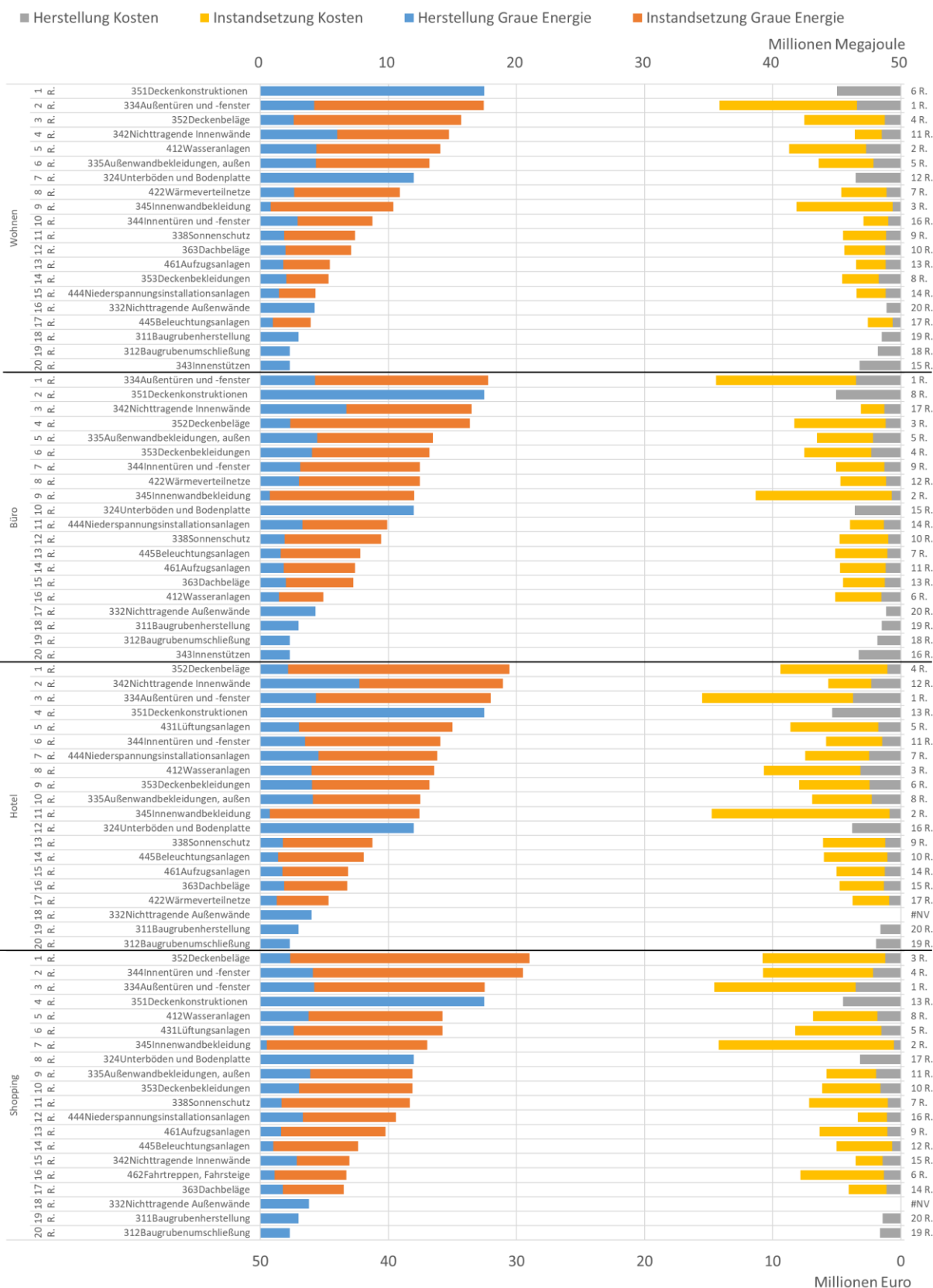
Abbildung 6-38: Zuordnung der Grauen Energie zu den Kosten der fünf einflussreichsten Bauteile in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

### 6.1.3.2 Planungsgrundlage zur Optimierung hinsichtlich Grauer Energie

Werden der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung die Kosten aus der Pareto-Analyse auf Ebene der Bauteile für den niedrigen, mittleren und hohen Ausstattungsstandard zugeordnet, ergeben sich Abbildung 6-39, Abbildung 6-40 und Abbildung 6-41.

## Kapitel 6: Ergebnisse

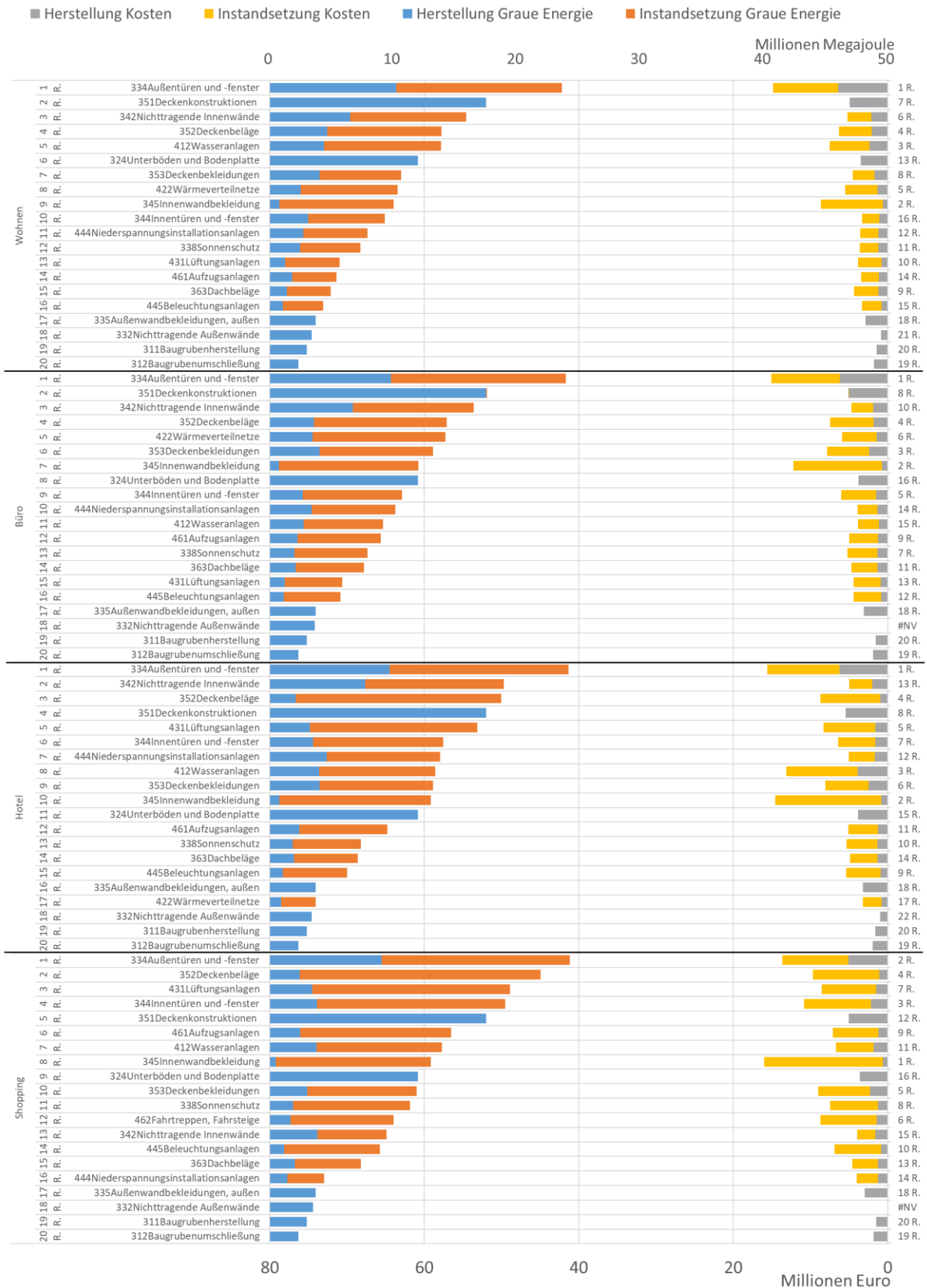
Gegenüberstellung der Grauen Energie in 100 Jahren je Bauteil zu den jeweiligen Herstellungs- und Instandsetzungskosten nach DIN 276 in Abhängigkeit der jeweiligen Einflussrangfolge (R.) für den Standard Niedrig



**Abbildung 6-39: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Niedrig.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Gegenüberstellung der Grauen Energie in 100 Jahren je Bauteil zu den jeweiligen Herstellungs- und Instandsetzungskosten nach DIN 276 in Abhängigkeit der jeweiligen Einflussrangfolge (R.) für den Standard Mittel



**Abbildung 6-40: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Mittel.**

## Kapitel 6: Ergebnisse

Gegenüberstellung der Grauen Energie in 100 Jahren je Bauteil zu den jeweiligen Herstellungs- und Instandsetzungskosten nach DIN 276 in Abhängigkeit der jeweiligen Einflussrangfolge (R.) für den Standard Hoch

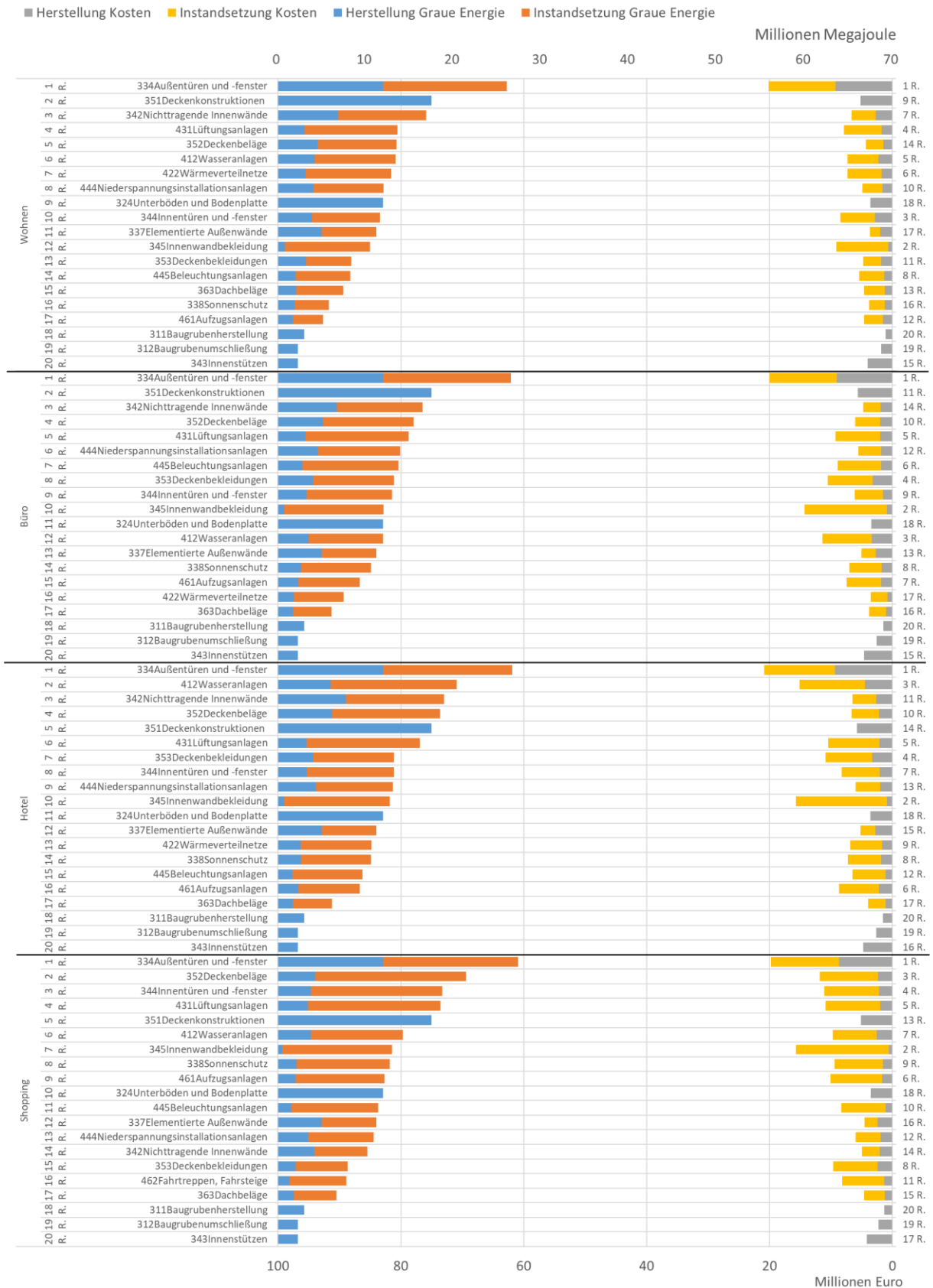


Abbildung 6-41: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der Bauteile in Abhängigkeit des Immobilientyps im Standard Hoch.

Werden die fünf Graue Energie reichsten Bauteile in Abhängigkeit von Immobilientyp (Wohnen, Büro, Hotel und Shopping) sowie dem Ausstattungsstandard (Niedrig, Mittel, Hoch) aus Abbildung 6-39, Abbildung 6-40 und Abbildung 6-41 gegenübergestellt, ergibt sich Abbildung 6-42.

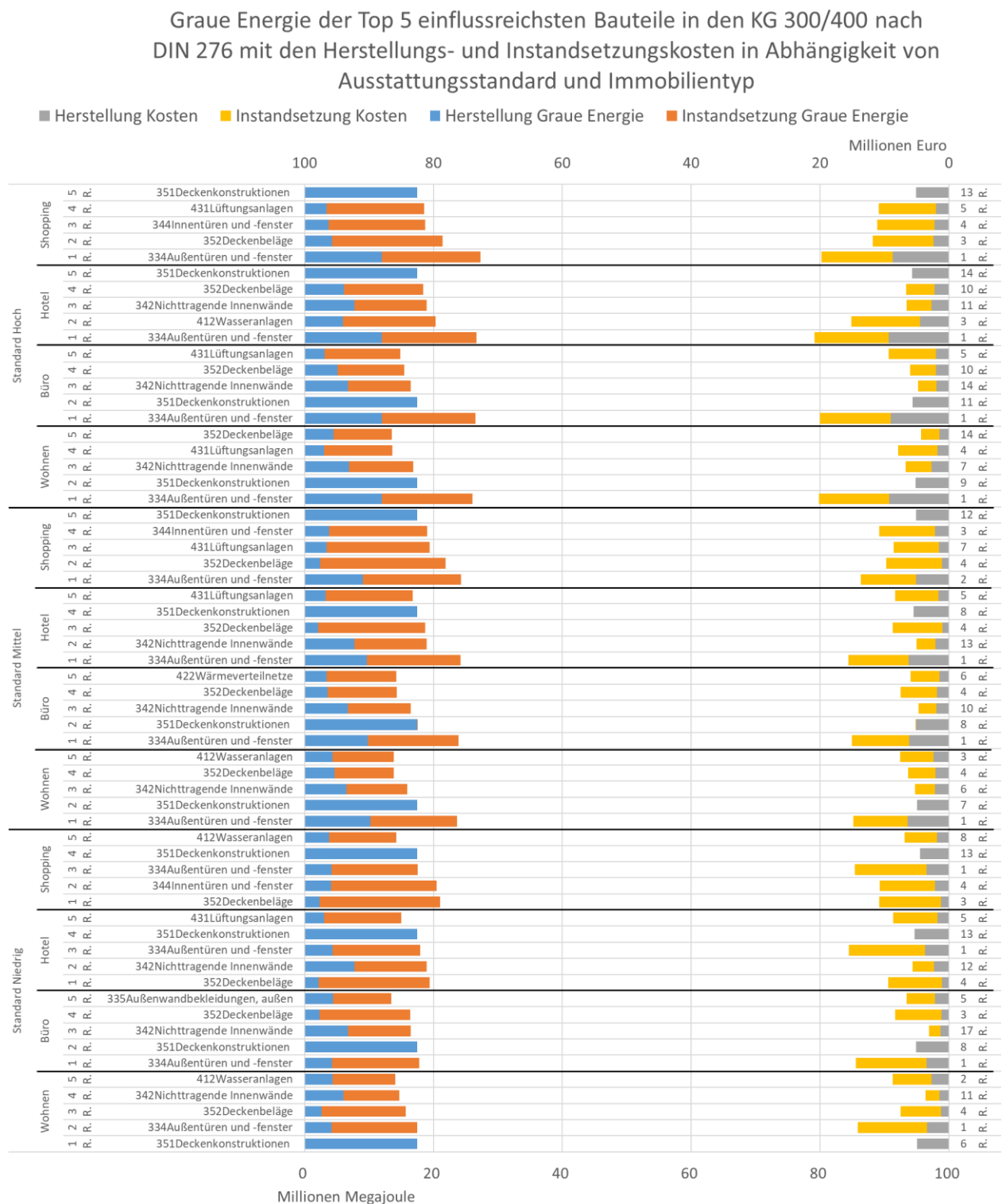


Abbildung 6-42: Zuordnung der Kosten zur Grauen Energie der fünf einflussreichsten Bauteile in Abhängigkeit Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

#### **6.1.4 Sensitivitätsanalyse zur Nutzungsintensität**

Die technische Lebensdauer von Bauteilen ist abhängig von der Nutzungsintensität, d.h. von der Häufigkeit der Bauteilnutzung durch den Nutzer in einem gewissen Zeitraum. Um den Einfluss der Lebensdauer infolge Nutzungsintensität zu erfassen, wird eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. In die Sensitivitätsanalyse sind alle Bauteile einbezogen, jedoch nur die in Kapitel 5.2. beschriebenen Bauteile werden in der Intensität variiert. Die kumulierten Kosten und die Graue Energie für die Instandsetzung werden für unterschiedliche Nutzungsintensitäten der relevanten Bauteile in einem Basisfall, einem Referenzfall und einer Plus-, Minus-Abweichung der Nutzungsintensität zum Referenzfall untersucht. Der Basisfall stellt den Ansatz mit einheitlichen Lebensdauern der Bauteile für alle Immobilientypen dar, welches einer einheitlichen Nutzungsintensität zwischen den Immobilientypen entspricht. Der Referenzfall bildet für die festgelegten Bauteile die unterschiedlichen Nutzungsintensitäten je Immobilientyp mit den Lebensdauerwerten in Prozent für Wohnen 100 %, für Büro 80 %, für Hotel 75 %, für Shopping 50 % ab. Im Abweichungsfall wird zum jeweiligen Referenzfall die Lebensdauer der betroffenen Bauteile um  $\pm 25$  % variiert, um die Schwankungsbreite der Nutzungsintensität zu betrachten.

##### **6.1.4.1 Der Einfluss der Nutzungsintensität auf die Instandsetzungskosten**

Abbildung 6-43 stellt das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse der kumulierten Instandsetzungskosten für den Basisfall, den Referenzfall und die Abweichungsfälle für eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren bei ordnungsmäßiger Instandhaltung mit Kostenstand 2020 dar. Es zeigt sich, dass der Basisfall die geringsten kumulierten Kosten für die Immobilientypen Büro, Hotel und Shopping verursacht. Die Variante -25 % zum Referenzfall generiert die höchsten Kosten und der Referenzfall die zweithöchsten Kosten je Immobilientyp. Im Basisfall generiert die Hotelimmobilie zwischen den Immobilientypen die höchsten Kosten, wohingegen die Shoppingimmobilie in den übrigen Varianten die höchsten kumulierten Instandsetzungskosten erreicht. Weiter ist zu erkennen, dass der höchste Standard die höchsten kumulierten Kosten generiert, gefolgt vom niedrigen und mittleren Standard.

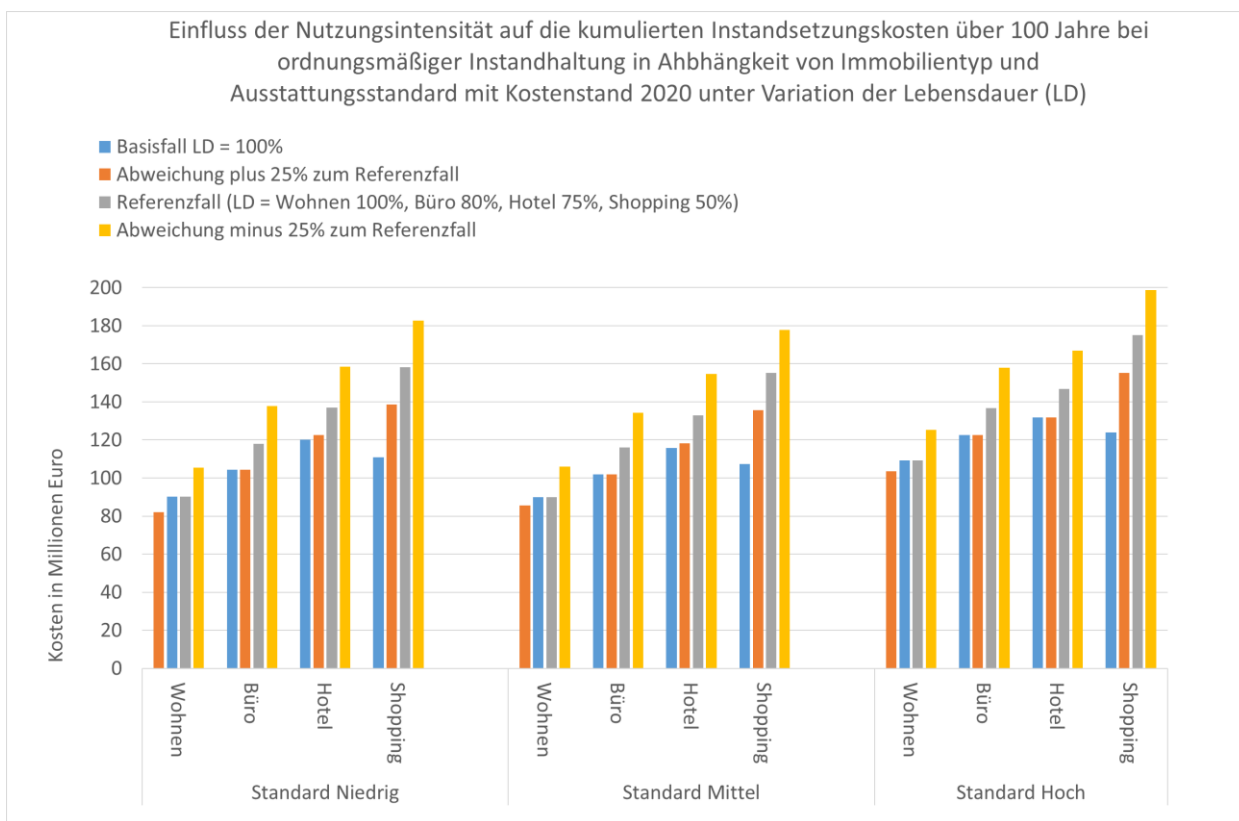


Abbildung 6-43: Einfluss der Nutzungsintensität auf die kumulierten Instandsetzungskosten über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

Werden bei der Auswertung der Sensitivitätsanalyse die Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten betrachtet, ergibt sich Tabelle 6-1. Es zeigt sich, dass der niedrige Standard in allen Varianten die höchsten Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten aufweist. Beispielsweise werden im niedrigen Standard in der Variante -25 % Lebensdauer (Prozentangabe rot) zum Referenzfall für die Wohnimmobilie ca. 222 %, für die Büroimmobilie ca. 259 %, für die Hotelimmobilie ca. 271 % und für die Shoppingimmobilie ca. 334 % Instandsetzungskosten der Herstellungskosten über die Gesamtnutzungsdauer erreicht. Die höchste prozentuale Abweichung zum Referenzfall wird durch den Basisfall der Shoppingimmobilie im mittleren Standard mit über -30 % erzeugt.

Einfluss der Nutzungsintensität auf die Instandsetzungskosten (IZK) in Prozent der Herstellungskosten über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren bei ordnungsmäßiger Instandhaltung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Standard unter Variation der Bauteillebensdauer																										
Immobilientyp	Wohnen												Büro													
	Standard				Niedrig				Mittel				Hoch				Niedrig			Mittel				Hoch		
Variante der Nutzungsintensität in [%] Lebensdauer (LD)	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%						
IZK in [%] der Herstellung	191,4%	191,4%	221,7%	175,9%	163,9%	163,9%	192,1%	155,1%	165,5%	165,5%	181,4%	156,7%	197,5%	223,9%	259,9%	196,5%	169,1%	191,8%	221,6%	168,1%	171,2%	193,7%	222,3%	172,2%		
Abweichung der IZK zum Referenzfall in [%]	0,0%	0,0%	16,3%	-8,1%	0,0%	0,0%	17,2%	-5,4%	0,0%	0,0%	14,5%	-5,3%	-11,8%	223,9%	259,9%	16,1%	-12,2%	-11,9%	16,0%	-12,4%	-11,6%	15,0%	15,0%	-11,1%		
Immobilientyp	Hotel												Shopping													
Standard	Niedrig				Mittel				Hoch				Niedrig			Mittel				Hoch						
Variante der Nutzungsintensität in [%] Lebensdauer (LD)	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD_Ref. = 25%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD_Ref. = 25%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 75%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD_Ref. = 25%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD_Ref. = 25%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD_Ref. = 25%	IZK, LD = 100%	IZK, LD_Ref. = 100%	IZK, LD_Ref. = 50%	IZK, LD_Ref. = 25%		
IZK in [%] der Herstellung	207,5%	235,7%	271,6%	210,6%	178,4%	205,6%	238,9%	183,0%	170,4%	193,6%	219,8%	174,2%	205,8%	290,6%	334,8%	257,4%	185,6%	268,4%	305,0%	234,0%	178,4%	251,1%	288,3%	222,0%		
Abweichung der IZK zum Referenzfall in [%]	-12,0%	15,2%	10,7%	-13,2%	16,2%	11,0%	-12,0%	13,5%	-10,0%	13,5%	10,0%	-9,2%	205,8%	334,8%	11,4%	-30,8%	13,7%	12,8%	-28,9%	14,8%	11,6%	11,6%	11,6%			

Tabelle 6-1: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten über 100 Jahre in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.



Wird die Entwicklung der Instandsetzungskosten aller 12 Varianten der Sensitivitätsanalyse je Immobilientyp über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Standards ermittelt, kann der Einflusskorridor der Nutzungsintensität über 100 Jahre dargestellt werden, es ergibt sich Abbildung 6-44. Man erkennt, dass sich die maximale Differenz der erreichten prozentualen Instandsetzungskosten der Varianten (rote Maßlinie) für Shopping zu ca. 156 %, für Wohnen zu ca. 68 %, für Büro zu ca. 92 % und für Hotel zu ca. 101 % ergibt.

Einfluss der Nutzungsintensität auf die Entwicklung der Instandsetzungskosten über 100 Jahre in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard unter Variation der Bauteillebensdauer (LD)

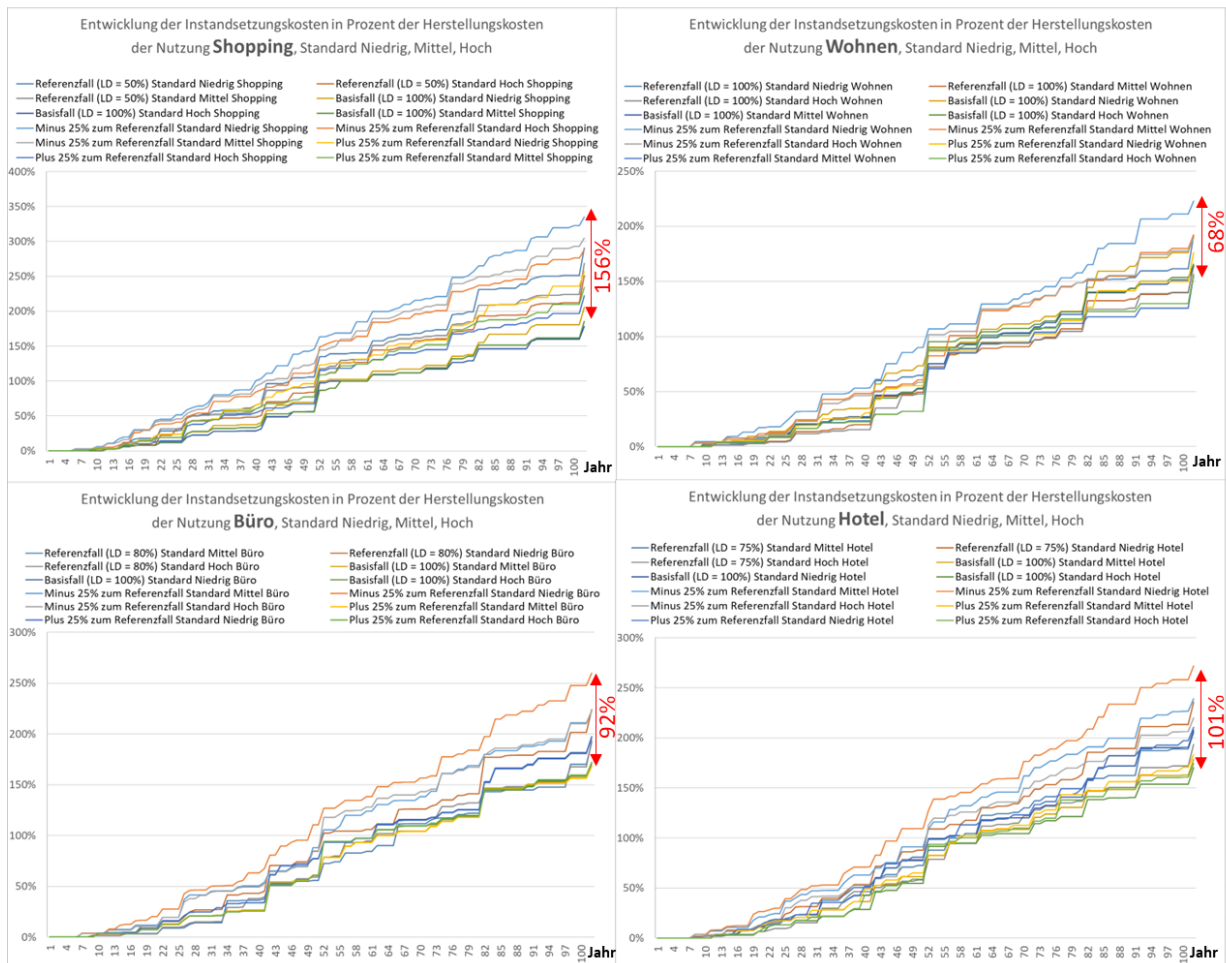


Abbildung 6-44: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Entwicklung der Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

### 6.1.4.2 Der Einfluss der Nutzungsintensität auf die Graue Energie

Abbildung 6-45 stellt das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse der kumulierten Grauen Energie für die Instandsetzung für den Basisfall, den Referenzfall und für die Abweichungsfälle über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren bei ordnungsmäßiger Instandhaltung dar. Es zeigt sich, dass der Basisfall die geringste Graue Energie bei den Immobilientypen Büro, Hotel und Shopping verursacht. Die Variante -25 % zum Referenzfall verursacht die höchste Graue Energie je Immobilientyp und der Referenzfall die zweithöchste. Zwischen den Immobilientypen generiert die Hotelimmobilie im Basisfall die höchste Graue Energie für Instandsetzung, wohingegen die Shoppingimmobilie in den übrigen Varianten die höchste Graue Energie für Instandsetzung



erreicht. Weiter ist zu erkennen, dass der höchste Standard die höchste kumulierte Graue Energie für Instandsetzung generiert, gefolgt vom niedrigen und mittleren Standard.

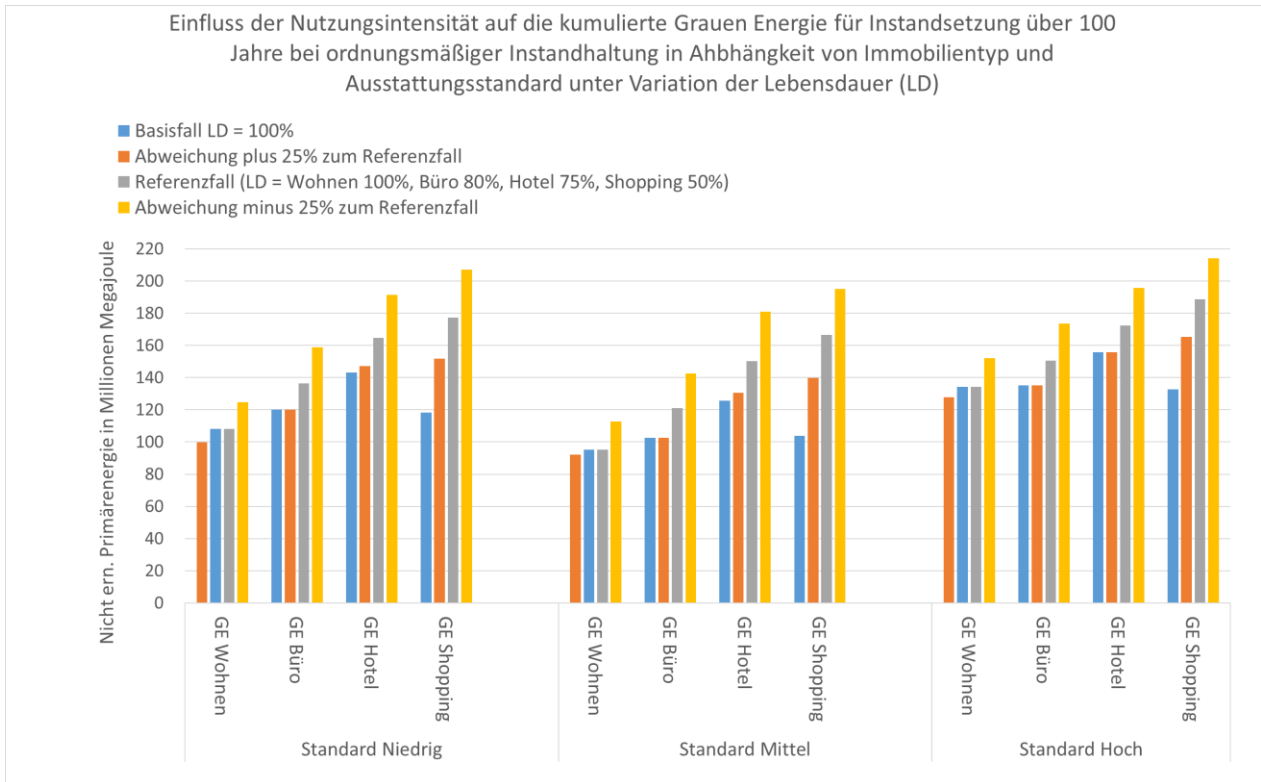


Abbildung 6-45: Einfluss der Nutzungsintensität auf die kumulierte Graue Energie für Instandsetzung über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard.

Wird die Graue Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung betrachtet, ergibt sich Tabelle 6-2. Es zeigt sich, dass der niedrige Standard in allen Varianten die höchste Graue Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung aufweist. Zum Beispiel werden in der Variante -25 % Lebensdauer zum Referenzfall im niedrigen Standard für die Wohnimmobilie ca. 158 %, für die Büroimmobilie ca. 193 %, für die Hotelimmobilie ca. 227 % und für die Shoppingimmobilie ca. 275 % an Grauer Energie über die Gesamtnutzungsdauer erreicht. Die höchste prozentuale Abweichung zum Referenzfall wird durch den Basisfall bei der Shoppingimmobilie im mittleren Standard mit -29,4 % erreicht.

Einfluss der Nutzungsintensität auf die Graue Energie für Instandsetzung (GE IZ) in Prozent der Herstellung über eine Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren bei ordnungsmäßiger Instandhaltung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Standard unter Variation der Bauteillebensdauer																								
Immobilientyp	Wohnen												Büro											
	Standard Niedrig				Standard Mittel				Standard Hoch				Standard Niedrig			Standard Mittel			Standard Hoch					
Variante der Nutzungsintensität in [%] Lebensdauer (LD)	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 100%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 100%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 100%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 80%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 80%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%				
GE IZ in [%] der Herstellung	141,6%	141,6%	158,6%	128,4%	114,3%	114,3%	128,7%	108,6%	145,2%	145,2%	165,2%	142,2%	148,3%	168,7%	193,4%	148,3%	121,0%	139,7%	163,7%	121,0%	132,6%	148,5%	167,8%	132,6%
Abweichung der GE IZ zum Referenzfall in [%]	0,0%		12,0%	-9,3%	0,0%		12,6%	-5,0%	0,0%		13,8%	-2,1%	-12,1%		14,7%	-12,1%	-13,4%		17,2%	-13,4%	-10,7%		13,0%	-10,7%
Immobilientyp	Hotel												Shopping											
Standard	Standard Niedrig				Standard Mittel				Standard Hoch				Standard Niedrig			Standard Mittel			Standard Hoch					
Variante der Nutzungsintensität in [%] Lebensdauer (LD)	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 75%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 75%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 75%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 50%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%	GE IZ, LD = 100%	GE IZ, LD_Ref. = 50%	GE IZ, LD_Ref. = -25%	GE IZ, LD_Ref. = +25%				
GE IZ in [%] der Herstellung	170,1%	193,1%	227,6%	175,2%	148,1%	159,4%	205,4%	152,6%	146,9%	162,6%	185,7%	150,0%	160,6%	225,8%	275,4%	202,5%	136,5%	193,3%	235,7%	175,0%	147,0%	202,0%	229,0%	180,5%
Abweichung der GE IZ zum Referenzfall in [%]	-11,9%		17,8%	-9,3%	-7,1%		28,9%	-4,3%	-9,7%		14,2%	-7,8%	-28,9%		21,9%	-10,3%	-29,4%		21,9%	-9,5%	-27,2%		13,4%	-10,6%

Tabelle 6-2: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Graue Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard nach 100 Jahren.

Wird die Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung entsprechend der 12 Varianten der Sensitivitätsanalyse über die Gesamtnutzungsdauer in Abhängigkeit des Standards je Immobilientyp ermittelt, kann der Einflusskorridor der Nutzungsintensität über 100 Jahre dargestellt werden, es ergibt sich Abbildung 6-46. Man erkennt, dass sich die maximale Differenz der prozentualen, nicht erneuerbaren Primärenergie für Instandsetzung (roter Maßpfeil) für Shopping zu ca. 138 %, für Wohnen zu ca. 50 %, für Büro zu ca. 72 % und für Hotel zu ca. 80 % ergibt.

Einfluss der Nutzungsintensität auf die Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung über 100 Jahre in Abhängigkeit von Immobilientyp und Ausstattungsstandard unter Variation der Bauteillebensdauer

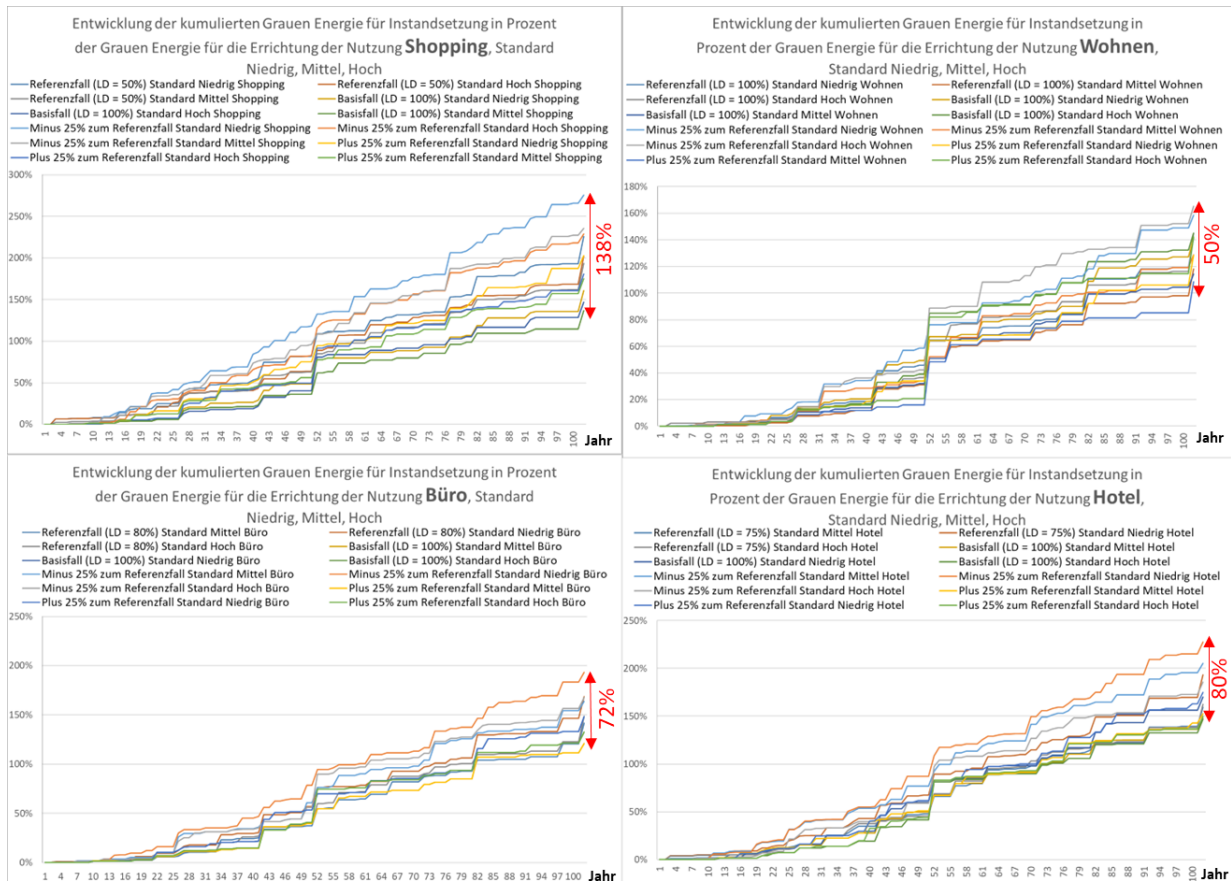


Abbildung 6-46: Einfluss der Nutzungsintensität auf die Entwicklung der Grauen Energie für Instandsetzung in Prozent der Herstellung in Abhängigkeit von Immobilientyp und Standard.

### 6.1.5 Die Instandsetzungskosten für die Immobilienwertermittlung

Zur Verwendung der Instandsetzungskosten im Ertragswertverfahren, gem. Kapitel 2.1, sind die durchschnittlichen Instandsetzungskosten für eine betrachtete Periode in Prozent der Herstellungskosten erforderlich. Zur Beurteilung der Instandsetzungskosten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung für einen Neubau, werden aus den Ergebnissen der Sensitivitätsanalyse, die kumulierten durchschnittlichen Instandsetzungskosten je Jahr Gesamtnutzungsdauer bestimmt. Es ergibt sich Tabelle 6-3 und Tabelle 6-4, welche die durchschnittlichen Instandsetzungskosten für Gesamtnutzungsdauern (GND) von 1 bis 100 Jahre in Abhängigkeit von Immobilientyp (Wohnen, Büro, Hotel, Shopping) und Ausstattungsstandard (Hoch, Mittel, Niedrig) je Variante der Nutzungsintensität angibt. Die Spalte „ØIZK Ref“ gibt für die



Zur Beurteilung der Instandsetzungskosten im Bestand sind die durchschnittlichen Instandsetzungskosten in Abhängigkeit einer gewissen Restnutzungsdauer (Restnutzungsdauer = Gesamtnutzungsdauer – Alter) erforderlich. Aus den Ergebnissen der Sensitivitätsanalyse sind die kumulierten, durchschnittlichen Instandsetzungskosten je Jahr Restnutzungsdauer bei einer gewissen Gesamtnutzungsdauer zu bestimmen. Es ergibt sich Tabelle 6-5 und Tabelle 6-6, welche die durchschnittlichen Instandsetzungskosten je Restnutzungsdauer bei einer Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren in Abhängigkeit von Immobilientyp (Wohnen, Büro, Hotel, Shopping) und Ausstattungsstandard (Hoch, Mittel, Niedrig) je Variante der Nutzungsintensität angibt. Die Spalte „ØIZK Ref“ gibt die Lebensdauerwerte des Referenzfalls (Wohnen 100 %, Büro 80 %, Hotel 75 %, Shopping 50 %) die Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten an. Die Spalten „ØIZK +25 %“ und „ØIZK -25 %“ geben die Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten für die Abweichungsfälle +-25 % zum Referenzfall an.

Table with 48 columns and 48 rows. Columns are grouped by Typ (Standard, Wohnen, Büro) and then by Nutzungsintensität (Niedrig, Mittel, Hoch). Each group contains 8 sub-columns for ØIZK values at +25%, -25%, and Ref. Rows represent RND values from 100 down to 51.

Tabelle 6-5: Durchschnittliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten je Restnutzungsdauer (RND) bei einer Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren in Abhängigkeit von Immobilientyp Wohnen und Büro, Standard und Nutzungsintensität.

## Kapitel 6: Ergebnisse

Typ	Hotel												Shopping												Standard															
	Niedrig				Mittel				Hoch				Niedrig				Mittel				Hoch				Standard				Niedrig				Mittel				Hoch			
	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK	IZK
RND	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%	= 75%
100	2,4%	2,7%	2,1%	2,1%	2,4%	1,8%	1,9%	2,2%	1,7%	2,9%	3,3%	2,6%	2,7%	3,1%	2,3%	2,5%	2,9%	2,2%	50	2,5%	2,8%	2,2%	2,4%	2,6%	2,0%	2,3%	2,1%	1,6%	3,1%	3,4%	2,7%	3,0%	3,3%	2,5%	2,8%	2,9%	2,1%	2,1%	2,1%	

**Tabelle 6-6: Durchschnittliche Instandsetzungskosten in Prozent der Herstellungskosten je Restnutzungsdauer (RND) bei einer Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren in Abhängigkeit von Immobilientyp Hotel und Shopping, Standard und Nutzungsintensität.**

## 6.2 Modell zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie

### 6.2.1 Modellteil 1 „Daten“ und Modellteil 2 „Objektstruktur“

Nach Kapitel 4.2 wird auf Basis der zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung (LPH 2 nach HOAI) zur Verfügung stehenden Information der Gestaltungsplanung (Vorplanung) und einer einzugebenden Gesamtnutzungsdauer (GND) eine Objektstruktur auf Bauteilebene entwickelt. Die GND der Immobilie ist in Jahren zu definieren. Der Immobilientyp (Wohnen, Büro, Hotel und Shopping) ist anhand des vorliegenden Funktionsbetriebs zu wählen. Darauf aufbauend kann der Gebäudetyp anhand der rechtlichen Anforderungen für die Gebäudeklassen 1 bis 5 festgelegt werden. Entsprechenden den Anforderungen des Bauherrn ist weiter der Ausstattungsstandard festzulegen, welcher anhand der Ausstattungsstandardsniveaus Niedrig, Mittel, Hoch gewählt werden kann. Auf Basis der Ergebnisse der Vorplanung sowie eines ersten Raumbuchs sind weiter die erforderlichen, übergeordneten und nutzungsspezifischen Standardräume in Art und Anzahl zu wählen und hinsichtlich der betrachteten Objektstruktur mit Länge, Breite und Höhe der Standardräume und Grundannahmen zu dimensionieren. Die dimensionierten Standardräume erlauben die Generierung der Bauteillisten, welche eine Anpassung der Bauteile in Art, Menge (Q), Kostengruppe (KG) der DIN 276, sowie des Leistungsbereichs (LB) nach Standardleistungsbuch (StLB) ermöglichen. Individuelle Anforderungen des Bauherrn z.B. an den Standard oder Menge von Bauteilen können damit berücksichtigt werden. Für die definierten Bauteile des Standardraums ist eine Datensammlung für die Bauteilkennwerte Herstellungskosten (HK), Instandsetzungskosten (IZK) und Grauer Energie (GE) bereitzustellen. Weiter ist für jedes Bauteil entsprechend Kapitel 4.3 die technische Lebensdauer (tLD) zu ermitteln. Werden die Bauteilkennwerte HK, IZK, GE und tLD den Bauteilen zugeordnet, entsteht die Objektstruktur auf Bauteilebene, vgl. Abbildung 6-47.

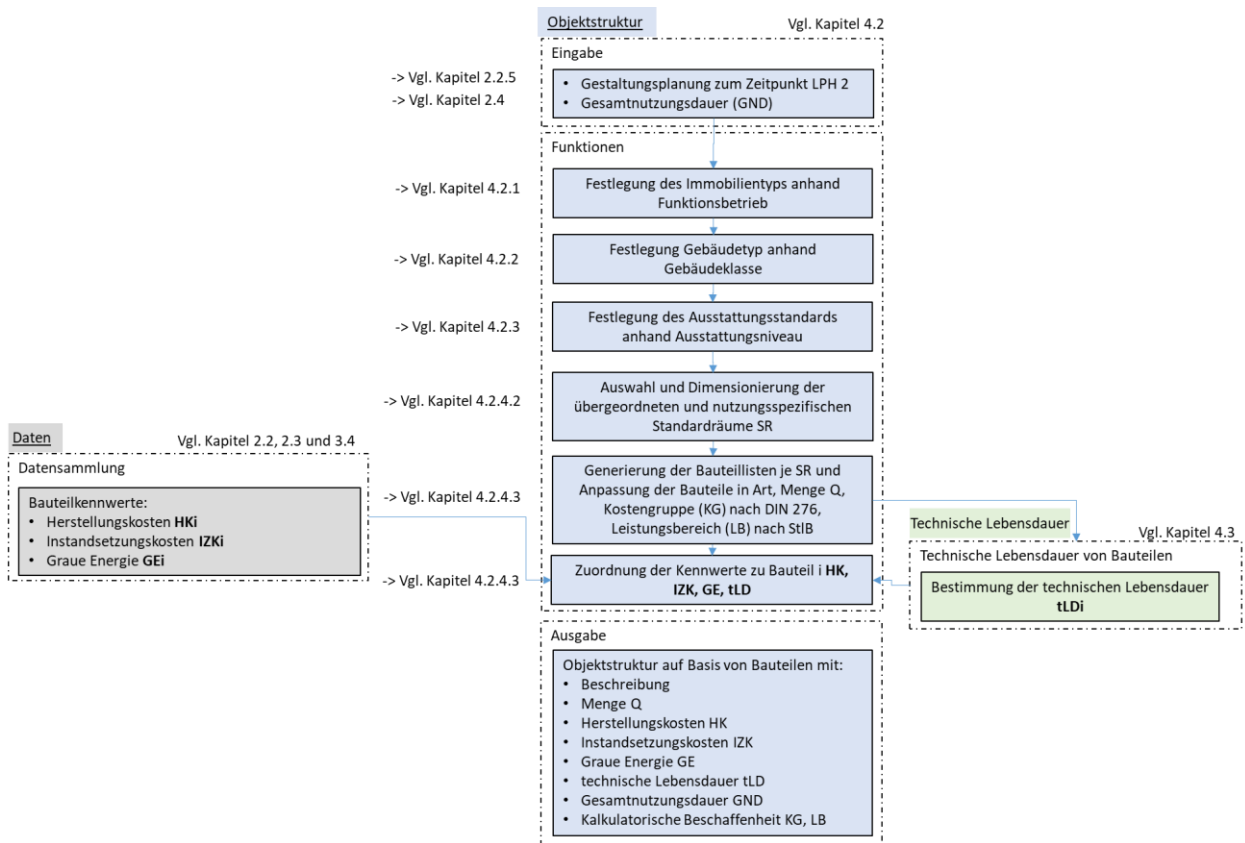


Abbildung 6-47: Ablaufdiagramm von Modellteil 1 und 2 zur Generierung der Objektstruktur auf Bauteilebene.

## 6.2.2 Modellteil 3 „Technische Lebensdauer“

Nach Kapitel 4.3.1 ist auf Basis des Nutzungspotentials unter Referenzbedingungen  $N_{p_{Ref,i}}$  z.B. aus einem Laborversuch die Abweichung zu den vorliegenden Objektbedingungen hinsichtlich konstruktiver Schutz, äußere Umgebungseinflüsse, innere Umgebungseinflüsse und Art der Nutzung zu ermitteln. Daraus ist das Nutzungspotential unter Objektbedingungen  $N_{p_{Objekt,i}}$  eines Bauteils der Objektstruktur abzuleiten. Weiter ist nach Kapitel 4.3.2 auf Basis der Nutzungsintensität unter Referenzbedingungen  $N_{i_{Ref,i}}$  (z.B. aus Messung) die Abweichung zu den vorliegenden Objektbedingungen hinsichtlich Gestaltungsplanung (z.B. Grundriss), Nutzungsprozesse und Nutzer zu ermitteln. Daraus ist die resultierende Nutzungsintensität unter den vorliegenden Objektbedingungen  $N_{i_{Objekt,i}}$  eines Bauteils der betrachteten Objektstruktur abzuleiten. Mit der Kenntnis von  $N_{p_{Objekt,i}}$  und  $N_{i_{Objekt,i}}$  lässt sich nach Kapitel 4.3.3 die technische Lebensdauer durch Division  $N_{p_{Objekt,i}} / N_{i_{Objekt,i}}$  ermitteln. Abbildung 6-48 fasst den Ablauf zur Ermittlung der technischen Lebensdauer zusammen.

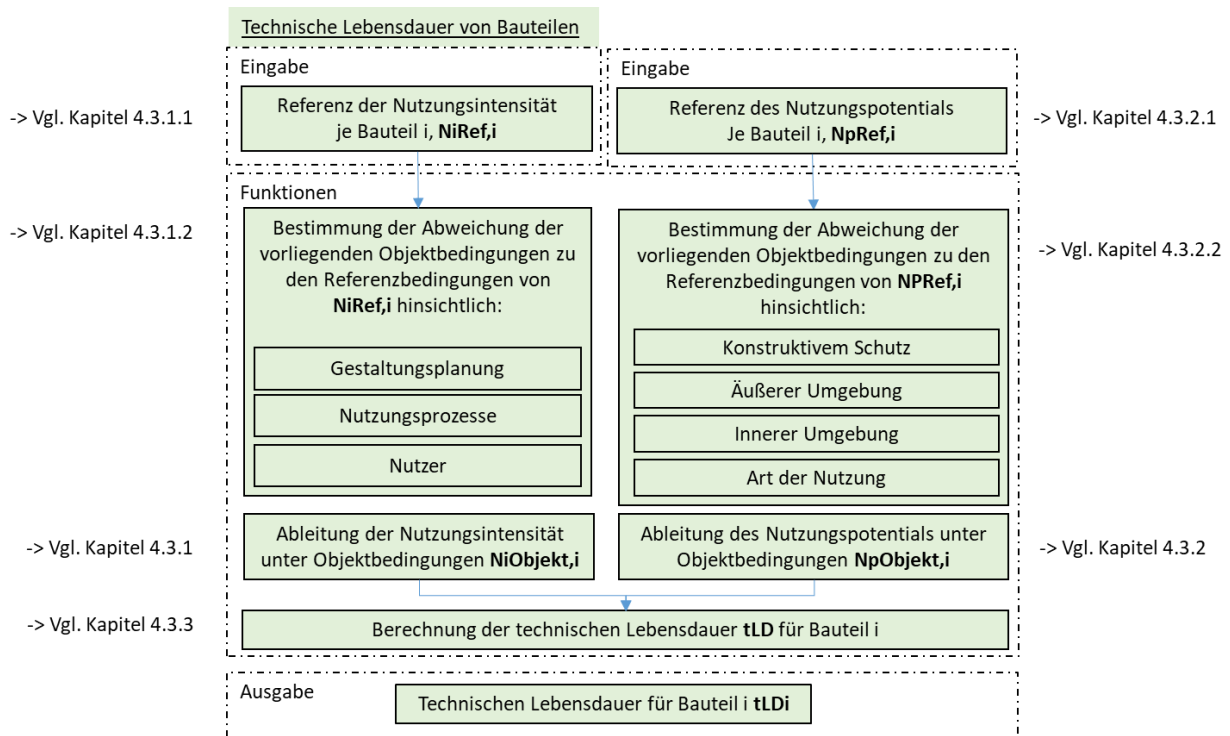


Abbildung 6-48: Ablaufdiagramm von Modellteil 3 zur Ermittlung der technischen Lebensdauer von Bauteilen.

### 6.2.3 Modellteil 4 „Die Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten“

Nach Kapitel 4.4 sind die Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Basis der Bauteile aus der Objektstruktur mit deren Menge  $Q$ , Herstellungskosten  $HK$ , Instandsetzungskosten  $IZK$ , technischer Lebensdauer  $tLD$  über die Gesamtnutzungsdauer  $GND$  zu ermitteln. Zur Auswertung der Herstellungskosten auf Bauteilebene nach DIN 276 sowie gesamthaft für die Immobilie sind nach Kapitel 4.4.1 die Herstellungskosten je Bauteil ( $HK_{i,j}$ ), die Herstellungskosten je Standardraum für die dritte Ebene der DIN 276 ( $HK_{KG,j}$ ), die Herstellungskosten je Immobilientyp für die dritte Ebene der DIN 276 ( $HK_{KG}$ ) und die Gesamtherstellungskosten der Immobilien ( $HK_{Immobilientyp}$ ) zu berechnen. Zur Bestimmung der Instandsetzungskosten sind zunächst die Bauteilabhängigkeiten zu definieren, die Lebensdauer je Bauteil unter Berücksichtigung der Instandsetzungsstrategie zu ermitteln und die Häufigkeit des Bauteilersatzes  $n_{Ersatz}$  zum Zeitpunkt ( $t$ ) der  $GND$  zu bestimmen. Zur Auswertung der Instandsetzungskosten auf Bauteilebene nach DIN 276 sowie gesamthaft für die Immobilie sind nach Kapitel 4.4.2 die Instandsetzungskosten je Bauteil ( $IZK_{i,j}$ ), die Instandsetzungskosten je Standardraum für die dritte Ebene der DIN 276 ( $IZK_{KG,j}$ ), die Instandsetzungskosten je Immobilientyp für die dritte Ebene der DIN 276 ( $IZK_{KG}$ ) und die Gesamtinstandsetzungskosten der Immobilien ( $IZK_{Immobilientyp}$ ) zu berechnen. Abbildung 6-49 fasst das Vorgehen in einem Ablaufdiagramm zusammen.

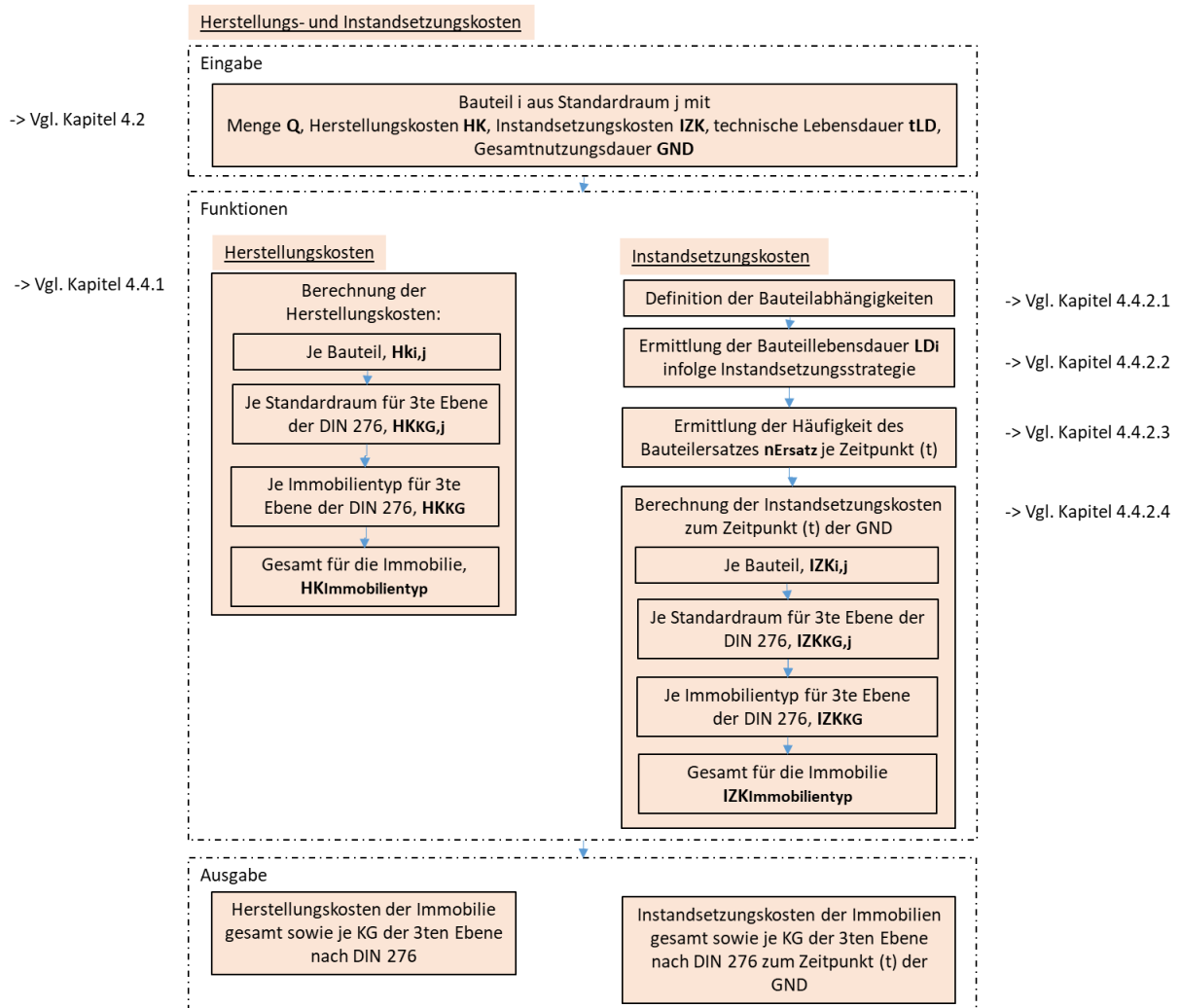


Abbildung 6-49: Ablaufdiagramm von Modellteil 4 zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten.

## 6.2.4 Modellteil 5 „Die Bestimmung der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung“

Nach Kapitel 4.2 ist die Graue Energie für die Herstellung und Instandsetzung der Immobilie auf Basis der Bauteile aus der Objektstruktur mit deren Menge Q, Grauer Energie GE, technischer Lebensdauer tLD über die Gesamtnutzungsdauer GND zu ermitteln. Zur Auswertung der Grauen Energie für die Herstellung auf Bauteilebene nach DIN 276 sowie gesamthaft für die Immobilie sind nach Kapitel 4.5.1 die Graue Energie je Bauteil ( $GE_{i,j}$ ), die Graue Energie je Standardraum für die dritte Ebene der DIN 276 ( $GE_{KG,j}$ ), die Graue Energie je Immobilientyp für die dritte Ebene der DIN 276 ( $GE_{KG}$ ) und die gesamte Graue Energie der Immobilie ( $GE_{Immobilientyp}$ ) zu berechnen. Zur Bestimmung der Grauen Energie für die Instandsetzung sind zunächst die Bauteilabhängigkeiten zu definieren, die Lebensdauer je Bauteil unter Berücksichtigung der Instandsetzungsstrategie zu bestimmen und die Häufigkeit des Bauteilersatzes  $n_{Ersatz}$  zum Zeitpunkt (t) der GND zu ermitteln. Zur Auswertung der Grauen Energie für die Instandsetzung auf Bauteilebene nach DIN 276 sowie gesamt für die Immobilie sind nach Kapitel 4.5.2 die Graue Energie je Bauteil ( $GE_{IZ,i,j}$ ), die Graue Energie je Standardraum für die dritte Ebene der DIN 276



( $GE_{IZ,KG,j}$ ), die Graue Energie je Immobilientyp für die dritte Ebene der DIN 276 ( $GE_{IZ,KG}$ ) und die gesamte Graue Energie der Immobilie ( $GE_{IZ,Immobilientyp}$ ) zu berechnen. Abbildung 6-50 fasst das Vorgehen in einem Ablaufdiagramm zusammen.

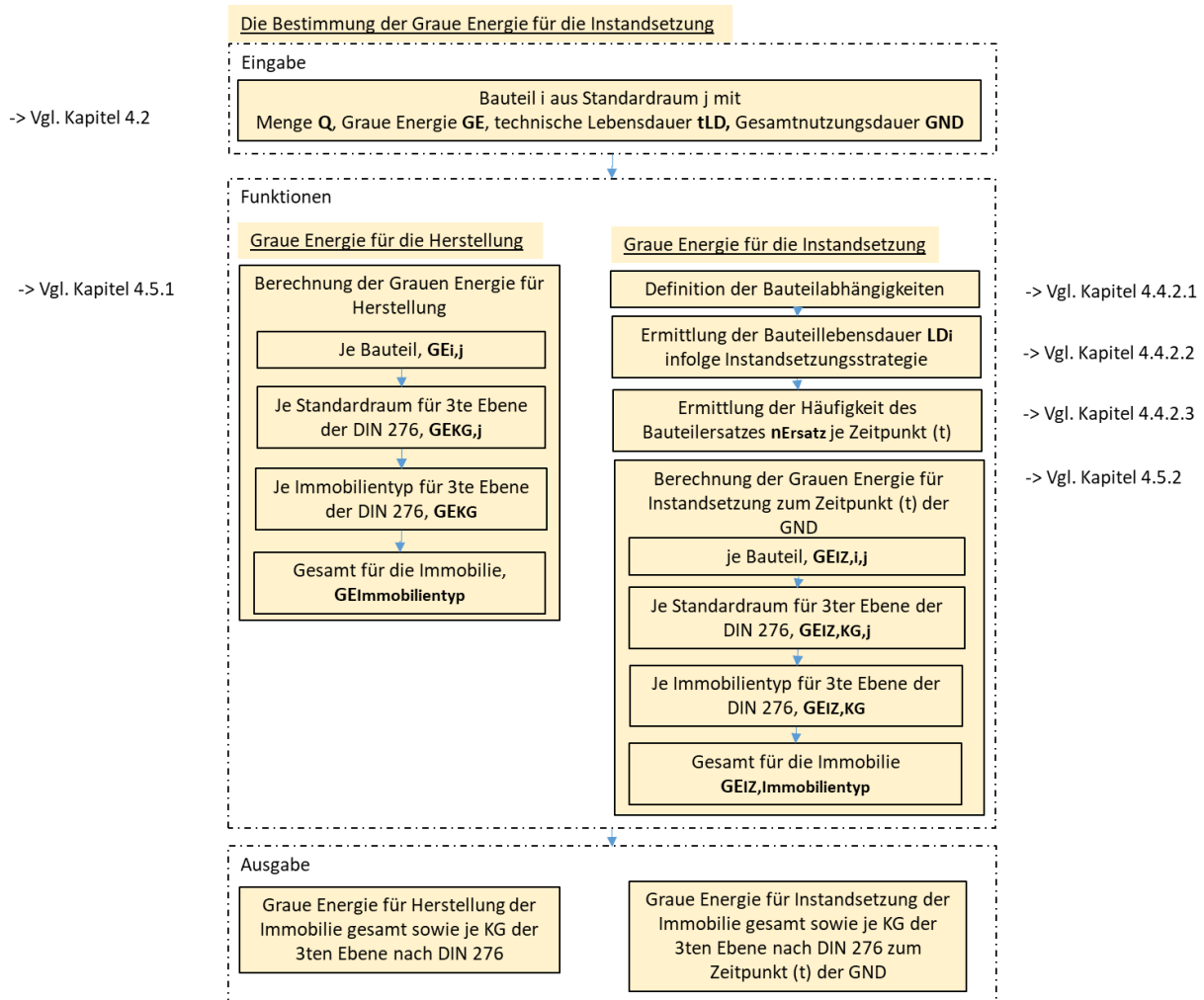


Abbildung 6-50: Ablaufdiagramm für Modellteil 5 zur Bestimmung der Grauen Energie für Herstellung und Instandsetzung.

## 6.2.5 Integrale Darstellung der Modellteile 1 bis 5

Werden die Modellteile 1-5 zusammengesetzt, ergibt sich der Gesamtablauf zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie, vgl. Abbildung 6-51. Das Verfahren lässt sich für unterschiedliche Immobilientypen bereits zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung anwenden und erfordert den Kenntnisstand der Gestaltungsplanung zur Leistungsphase LPH 2 der HOAI sowie die Festlegung der Gesamtnutzungsdauer. Es wird eine Objektstruktur auf Bauteilebene generiert, der Bauteilkennwerte aus Datensammlungen zugeordnet werden. Die technische Lebensdauer der Bauteile wird für die vorliegenden Objektbedingungen auf Basis der Nutzungsintensität und dem Nutzungspotential ermittelt. Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie können damit über die Gesamtnutzungsdauer transparent durch eine Auswertung auf Bauteilebene sowie kumuliert für die gesamte Immobilie ermittelt werden. Zur Optimierung der Immobilie hinsichtlich Kosten und Grauer Energie können die zugrundeliegenden Bauteilparameter verändert werden und die

Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie die Graue Energie erneut bestimmt werden. Die ermittelten Daten lassen sich auch zur Immobilienwertermittlung strukturieren.

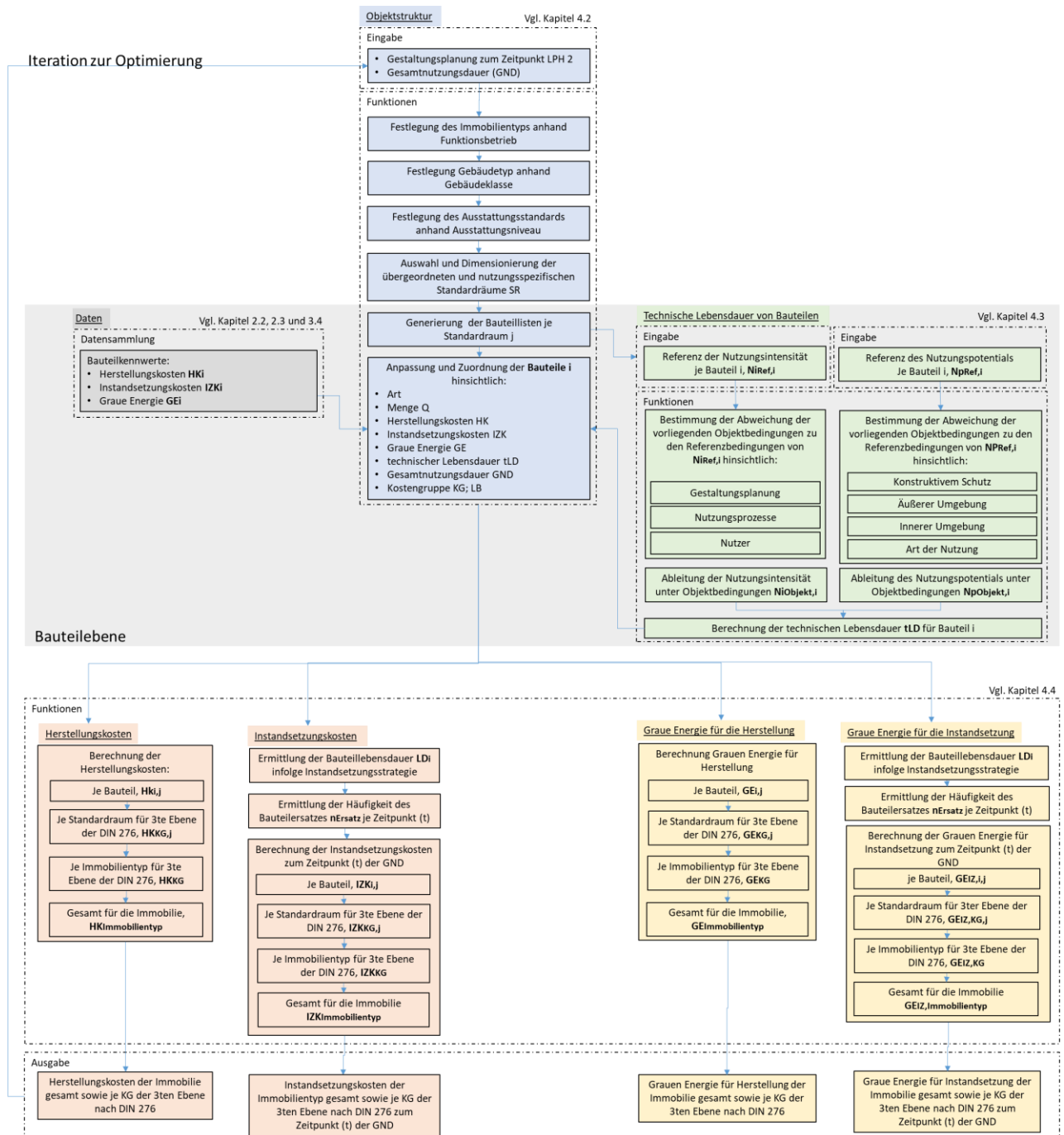


Abbildung 6-51: Gesamtablauf des Modells zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie.

## **7 Fazit**

### **7.1 Resümee**

Nach Kapitel 1 war es das Ziel der Arbeit, ein Modell zu entwickeln, das die belastbare Ermittlung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie von unterschiedlichen Immobilientypen zu frühen Projektphasen ermöglicht, um unter den gegebenen Randbedingungen das Bauwerk dahingehend optimieren zu können. Das Forschungsziel wurde mit der Entwicklung des Modells sowie den Ergebnissen aus der Simulation als transparente Grundlage für die Planung und die Immobilienwertermittlung umgesetzt und kann vom Bauherrn bzw. Investor angewendet werden.

In Kapitel 2 wurde der Stand der Forschung der Kostenermittlung in frühen Phasen der Immobilienentwicklung beschrieben. Es wurde dabei die Immobilie als Investitionsgut definiert, verschiedene Immobilientypen identifiziert und die Bedeutung der Kostenermittlung für die Immobilienbewertung aufgezeigt. Weiter wurde der Kenntnisstand bei der Objektplanung zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung aufgezeigt und die Anforderungen und die Notwendigkeit für die Ermittlung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten dargestellt und der Forschungsbedarf abgeleitet. Eine Kostenprognose auf Basis von aktuell zur Verfügung stehenden Kennwerten erlaubt keine belastbare Prognose der Herstellungs- und Instandsetzungskosten. Die Abbildung einer Immobilie mit der Methodik der Standardraumstrukturen ermöglicht es, den Kenntnisstand zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung zu erhöhen und eine Prognose der Herstellungs- und Instandsetzungskosten und der Grauen Energie auf Bauteilebene durchzuführen.

Zur Ermittlung der Kosten sowie der Grauen Energie für Instandsetzung wurden die Gesamtnutzungsdauer von Immobilien sowie die technische Lebensdauer von Bauteilen definiert, Methoden zur Ermittlung der technischen Lebensdauer aus den Bereichen Betriebsfestigkeitslehre sowie den anwendungsorientierten Näherungsmethoden dargelegt. Die derzeit zur Verfügung stehenden Quellen für die Lebensdauerkennwerte im Baubereich basieren mehrheitlich auf Erfahrungswerten, welche die unterschiedlichen Nutzungsintensitäten von Immobilientypen nicht berücksichtigen. Es ergibt sich der weitere Forschungsbedarf, ein objektives Verfahren zur Bestimmung der technischen Lebensdauer der Bauteile unter Berücksichtigung von Nutzungspotential und Nutzungsintensität zu generieren.

In Kapitel 3 wurde der Stand der Forschung zur Grauen Energie von Immobilien beschrieben. Die physikalischen Zusammenhänge von Primärenergie und Primärenergieträgern, die Verfahren zur Ermittlung des Primärenergieaufwands von Produkten und die Ermittlung der nicht erneuerbaren Primärenergie vollständiger Gebäude wurden dargelegt und der Begriff der Grauen Energie für diese Arbeit festgelegt. Kennwerte aus verfügbaren Datenquellen zur Grauen Energie von Bauteilen wurden im Hinblick auf weitere Verwendung dargestellt und bewertet.

In Kapitel 4 wurden die erforderlichen, methodischen Prozesse des allgemeinen Verfahrens bzw. des Modells aus dem Stand der Forschung abgeleitet. Es wurden die Verfahrensschritte zur Generierung einer allgemeinen Objektstruktur auf Basis von Standardraumstrukturen hergeleitet, um Objekte verschiedener Immobilientypen systemisch gegliedert auf Bauteilebene abzubilden.

Weiter wurden die Verfahrensschritte zur Bestimmung der technischen Lebensdauer unter Berücksichtigung des Nutzungspotentials und der Nutzungsintensität auf Basis der Prinzipien der Betriebsfestigkeitslehre hergeleitet. Zuletzt wurden die erforderlichen Verfahrensschritte zur Berechnung der Herstellungs-, der Instandsetzungskosten und der Grauen Energie für die gesamte Immobilie sowie auf Bauteilebene aufgezeigt.

In Kapitel 5 wurden die Auswirkungen der wesentlichen Modellparameter auf Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie auf die Graue Energie simuliert. Hierzu wurde ein Beispielobjekt definiert und mit den Immobilientypen Wohnen, Hotel, Büro und Shopping beplant, entsprechend dem Kenntnisstand zur Leistungsphase 2 nach HOAI. Die Eingabe der Objektstruktur auf Basis der erforderlichen Standardräume und Bauteilkennwerte wurde für die Simulation beschrieben und festgelegt. Die Simulation wurde zur Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie der Grauen Energie für die vier Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping je Ausstattungsniveau Niedrig, Mittel, Hoch und entsprechender Nutzungsintensität durchgeführt.

In Kapitel 6 wurden die Ergebnisse der Arbeit dargestellt und beschrieben. Zuerst wurden die Ergebnisse der Simulation vorgestellt. Die qualitative und quantitative Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene der Nutzungsart zeigte im Wesentlichen, dass Herstellungskosten nur einen Bruchteil der kumulierten Instandsetzungskosten aufgrund des Bauteilersatzes über die Gesamtnutzungsdauer einnehmen. Weiter zeigte sich, dass der Niedrige Standard in allen Varianten die höchsten Instandsetzungskosten und die meiste Graue Energie für die Instandsetzung verursacht. Das Ergebnis ist durch die tendenziell kürzeren Lebensdauern der Bauteile im Niedrigen Standard zu begründen. Die qualitative und quantitative Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene der Gebäudeteile zeigte, dass insbesondere der Anteil der Gebäudetechnik vom Immobilientyp abhängt und der Ausbau mit der Gebäudetechnik die größten kumulierten Kosten über die Gesamtnutzungsdauer generieren. Die qualitative und quantitative Bestimmung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten auf Ebene der Bauteile erzeugte eine transparente Gliederung der Kostenstruktur und zeigte, dass insbesondere die Bauteile, die direkt der Nutzung durch den Nutzer ausgesetzt sind, die kumulierten Kosten wesentlich beeinflussen. Die Auswertung der Kosten lässt keinen direkten Schluss auf die Graue Energie der Bauteile zu, aufgrund der Materialabhängigkeit der primärenergetischen Bewertung. Die Gegenüberstellung von Grauer Energie und Kosten veranschaulichte, dass tendenziell materialintensivere Bauteile eine höhere Graue Energie aufweisen als lohnkostenintensive Bauteile. Die transparente Gegenüberstellung von Grauer Energie und Kosten auf Bauteilebene in Abhängigkeit der Einflusstärke (Rangfolge) generierte eine Planungsgrundlage zur Optimierung von Immobilien hinsichtlich Kosten und Grauer Energie. Die Sensitivitätsanalyse zur Nutzungsintensität hob die Bedeutung der Einbeziehung der Nutzungsintensität für relevante, festgelegte Bauteile hervor, mit deren Auswirkung auf die Lebensdauer und den daraus folgenden Kosten und der generierten Grauen Energie für Instandsetzung. Die mit diesem Ansatz ermittelten Instandsetzungskosten zeigten eine prozentuale Abweichung zum Referenzfall für die Variante um 25 % verringerte Lebensdauer bzw. erhöhte Nutzungsintensität von bis zu ca. plus 17 %, für die um 25 % erhöhte Lebensdauer bzw. reduzierte Nutzungsintensität von bis zu ca. minus 13 % und für die Gleichsetzung der Nutzungsintensitäten im Basisfall von bis zu ca. 30 %. Zur Verwendung der Instandsetzungskosten in der Wertermittlung wurde diese in Prozent der Herstellungskosten und in Abhängigkeit der untersuchten Varianten unterschiedlicher Nutzungsintensitäten für die

Immobilientypen Wohnen, Büro, Hotel und Shopping in den Ausstattungsstandards Niedrig, Mittel und Hoch tabellarisch dargestellt.

In Kapitel 6 wurde das Ergebnis des Modells als allgemeines Verfahren dargestellt und beschrieben, welches sich aus dem Teil 1 „Daten“, dem Teil 2 „Generierung der Objektstruktur“, dem Teil 3 „Bestimmung der technischen Lebensdauer von Bauteilen“, dem Teil 4 „Ermittlung der Herstellungs- und Instandsetzungskosten“ und dem Teil 5 „Ermittlung der Grauen Energie“ zusammensetzt. Der Anwender des Modells hat die Möglichkeit durch Veränderung der Parameter in den Modellteilen 1 bis 5, die betrachtete Immobilie durch das erneute Anwenden des Modells (Iterationen) zu optimieren.

## **7.2 Ausblick und Empfehlungen für weitere Untersuchungen**

Auf Basis der aufgezeigten Möglichkeiten des Modells kann den Forderungen aus dem Markt, wie beispielsweise die Bestimmung der Instandsetzungskosten bei der Verkehrswertermittlung von Immobilien oder im Rahmen der Offenlegungsanforderungen der EU-Taxonomie-Verordnung hinsichtlich des Energie- und Ressourcenverbrauchs mit der Bestimmung der Graue Energie, bereits zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung begegnet werden. Dabei kann, insbesondere im Rahmen der Immobilienprojektentwicklung von Neubauten sowie bei der Planung von Instandsetzungsmaßnahmen im Bestand, die Immobilie auf Bauteilebene hinsichtlich Grauer Energie und Kosten optimiert werden, um nachhaltige Erträge bzw. Wert zu generieren oder nicht erneuerbare Primärenergie zu reduzieren.

Das entwickelte Modell bedient sich aus den Eingangsgrößen der Objektstruktur. Weiterführende Untersuchungen können Standardräume für weitere Immobilientypen erarbeiten und damit die Palette der Objektstrukturen erweitern. Erste Masterarbeiten zur Generierung von Standardräumen für Krankenhaus- oder Logistikimmobilien liegen bereits vor. Auch Infrastrukturbauwerke lassen sich dahingehend standardisieren und erfordern eine Bewertung der Kosten und Grauen Energie unter Berücksichtigung der Nutzungsintensität.

Die Objektstruktur bedient sich der Bauteilkennwerte für die nicht erneuerbare Primärenergie für Herstellung und Entsorgung. Diese liegen derzeit noch nicht in Gänze für die erforderlichen Systemgrenzen zu Beschreibung aller Bauteile vor und erfordern im Rahmen der Veränderung unserer nationalen Energieversorgung einer laufenden Aktualisierung. Veränderungen auf die Kennwerte der Grauen Energie wirken sich direktproportional auf das Ergebnis aus.

Wie aufgezeigt, lässt sich die Lebensdauer aus dem Nutzungspotential und der Nutzungsintensität der Bauteile objektiv ermitteln. Im Maschinenbau stellt die Lebensdauer-/Potentialermittlung durch Versuch oder Simulation auf Basis von realitätsgerecht abgeleiteten Beanspruchungszyklen/-kollektiven für Bauteile bzw. Bauteilgruppen bereits den Standard dar. Im Baubereich liegen Lebensdauerpotentiale nur für einzelne Bauteile bzw. Bauteilgruppen vor. Die flächendeckende Kenntnis der Bauteil-Potentiale unter den wechselnden, objektspezifischen Rahmenbedingungen und der unterschiedlichen, realen Nutzungsintensitäten ist anzustreben. Weitere Forschungsarbeiten zum Nutzungspotential und zur Nutzungsintensität auf Basis von Versuch, Messung wie auch Simulation können hierzu einen Beitrag liefern.

## Glossar

Ausstattung	Die zur Herstellung des Gebäudes verwendeten Bauteile der Baukonstruktion und die Bauteile der Technischen Gebäudeausrüstung. Beschreibt nicht die Einrichtungsgegenstände von Innenräumen wie bspw. das Mobiliar.
Ausstattungsstandard	Merkmale eines Objekts (bzw. im Ergebnis das Objekt selbst), die dazu geeignet sind, die an dieses Objekt gestellten Anforderungen zu erfüllen. <sup>681</sup> Der Standard repräsentiert eine zeitgemäße Nachfrage und entspricht den gesetzlichen und technischen Anforderungen. <sup>682</sup> Der Standard repräsentiert die variierenden funktionalen sowie physischen, morphologischen Anforderungen, die sich in einer unterschiedlichen Ausprägung von Bauteilen (Form, Gestalt, Struktur, Material, Bauweise) und ggf. in der Existenz von zusätzlichen Bauteilen (insb. TGA) zeigen. <sup>683</sup>
Ausstattungs niveau	Das Ausstattungsniveau beschreibt die „erreichte Höhe“ des Ausstattungsstandards bzw. der jeweiligen Anforderungen an das Objekt. <sup>684</sup>
Abnutzungsvorrat	Der Abnutzungsvorrat stellt den Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen dar, der einer Einheit aufgrund der Herstellung oder Instandsetzung innewohnt. Dieser Vorrat stellt das Abnutzungspotential des Bauteils dar. <sup>685</sup>
Abnutzungsgrenze	Festgelegte Bedingung bzw. das Ausfallkriterium, bei dem die Funktionserfüllung nicht mehr gegeben ist und der Abnutzungsvorrat erschöpft ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Abnutzungsvorrat zu diesem Zeitpunkt nicht zwingend bei null angelangt sein muss. <sup>686</sup>
Bauteil	Ein Bauteil stellt ein System von Baustoffen (z.B. Kies, Zement, Wasser etc.) dar, die zu einer Funktionseinheit (z.B. Stahlbetonwand) zusammengefügt sind. <sup>687</sup> Ein Gebäude lässt sich

---

681 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN EN ISO 9000 – Qualitätsmanagementsysteme, Grundlagen und Begriffe.

682 Vgl. Schaule, M.: Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung - Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der TU München, 2014.

683 Vgl. Mair, T.: Graue Energie im Lebenszyklus in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. Masterarbeit. Technische Universität München, 2021, S. 178-185.

684 Vgl. Altmann, Isabella: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 35.

685 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Grundlagen der Instandhaltung. DIN 31051:2012-09. S.8

686 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: Grundlagen der Instandhaltung. DIN 31051:2012-09. S.8

687 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032 – Graue Energie von Gebäuden, Z. 1.1.1.1

in seine einzelnen Bauteile aufgliedern<sup>688</sup>, die den Kostengruppen nach DIN 276 oder den Leistungsbereichen nach Standardleistungsbuch StLB zuordenbar sind und Bestandteile eines detaillierten Leistungsverzeichnisses darstellen. Als Beispiel wird auf Anhang C verwiesen, der die Liste der Bauteile von Standardräumen zeigt.

Betriebsinstandsetzung	Maßnahmen, die Ertüchtigungs- und Ausbesserungsmaßnahmen beinhalten und der Wartung zuzuordnen sind.
Bauteilabhängigkeiten	Abhängigkeiten zwischen Bauteilen in einem Standardraum bei Ersatz in der Instandsetzung durch die Einbindung in Konstruktionen hinsichtlich ihrer Verbindung (Kriterien lösbar [L]; nicht lösbar [NL]; Flächenverbindung [F]; Einzelverbindung [E]), ihrer Zugänglichkeit (Kriterien verdeckt [V]; sichtbar [S]) und der technischen Gebäudeausrüstung (Kriterium Revisionierbarkeit [R]).
Ersatzinstandsetzung	Rückführung des Ist-Zustandes in den ursprünglichen Soll-Zustand einer Betrachtungseinheit durch deren Austausch aufgrund des Erreichens ihres Lebensdauerendes. <sup>689</sup>
Funktionsbetrieb	Der Funktionsbetrieb umfasst die eigentlichen Geschäftsprozesse der Objektnutzung. Die Nutzung bzw. der sog. Funktionsbetrieb generiert die Einnahmen einer Immobilie. Diese können direkt oder nicht direkt quantifizierbar sein. <sup>690</sup>
Gesamtnutzungsdauer	Als Gesamtnutzungsdauer definiert die ImmoWertV in § 23 die „übliche wirtschaftliche“ Nutzungsdauer der baulichen Anlagen bei „ordnungsgemäßer“ Bewirtschaftung <sup>691</sup> . Sie ist von der Nachfrage bzw. der immateriellen Abnutzung abhängig. <sup>692</sup> Die technische Gesamtnutzungsdauer wird durch die materielle Abnutzung beschränkt. <sup>693</sup> Die materielle Abnutzung kann durch Instandsetzungen theoretisch endlos durch Bauteilersatz

---

688 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung – Bauprozessmanagement. In: Schneider Bautabellen für Architekten. Hrsg. Andrej Albert und J. P. Heisel, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag, Köln 2014, S. 8.3.

689 Vgl. Zimmermann, J. et al.: Studie INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude – Schlussbericht, Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. München 2007, S. 5.

690 Zimmermann, J.; Vocke, B.: Leistungsbilder der Organisation in der Projektabwicklung von Immobilienprojekten. IN Bauingenieur 86 (2011), Heft 12, S.511-519.

691 Immobilienwertermittlungsverordnung in der Fassung vom 19.05.2010, § 5 Abs. 2.

692 Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität München, 2019

693 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.

	ausgebessert werden. <sup>694</sup> Die Gesamtnutzungsdauer wird damit durch die wirtschaftliche Nutzungsdauer einer Immobilie begrenzt. <sup>695</sup>
Gebäudetyp	Gebäudetypen werden durch die Gebäudeklassen nach Art. 2 Abs. 3 BayBO bzw. durch die Einordnung als Sonderbau nach Art. 2 Abs. 4 BayBO abgegrenzt. <sup>696</sup> Der Gebäudetyp nimmt Einfluss auf die Objektstruktur hinsichtlich des Leistungsangebots an Funktionen sowie den technischen und gesetzlichen Anforderungen und werden in die Gebäudeklassen von 1 bis 5 der BayBO unterschieden.
Graue Energie	Als Graue Energie wird der kumulierte, nicht erneuerbare Energieaufwand bezeichnet. Sie definiert die Gesamtmenge der nicht erneuerbaren Primärenergie, die für alle Prozesse des Lebenszyklus einschließlich der Rohstoffgewinnung, des Transports, der Herstellung, des Austauschs, des Abbruchs sowie der Entsorgung benötigt wird, jedoch ohne den Betrieb des Gebäudes. Zu berücksichtigen sind dabei die Systemgrenzen der Lebenszyklusphasen A1-5, B4 und C1-4 nach DIN 15804. <sup>697</sup>
Herstellungskosten	Die Herstellungskosten geben die Kosten für das Herstellen des Bauwerks an. Zu den Bauwerkskosten zählen die zugehörigen Kosten der Kostengruppen 300 und 400 gemäß DIN 276. Die Kostengruppe 300 beinhaltet alle Kosten der Baukonstruktion. Die Kostengruppe 400 beinhaltet alle Kosten der Technischen Anlagen.
Immobilie	Eine Immobilie besteht allgemein aus einem Grundstück und dessen Bestandteile, die in der Regel Bauwerke sind und aus vielen einzelnen Bauteilen bestehen. <sup>698 699</sup>
Immobilientyp	Immobilientypen lassen sich anhand des Funktionsbetriebs unterscheiden, wie z.B. Wohnen, Büro, Hotel und Shopping.
Instandhaltung	Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus

---

694 Vgl. Ziegel, C.: Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation, Technische Universität München, 2019

695 Vgl. WertR 2006, 3.5.6.

696 Art. 2 Abs. 3 BayBO

697 Vgl. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein: SIA 2032 – Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden, 2020. Z. 2-3.

698 Vgl. Zimmermann, J.: Immobilienentwicklung – Bauprozessmanagement. In: Schneider Bautabellen für Architekten. Hrsg. Andrej Albert und J. P. Heisel, 21. Aufl., Bundesanzeiger Verlag, Köln 2014, S. 8.3.

699 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

---



	(Wartung, Inspektion, Instandsetzung, Verbesserung) einer Einheit zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustands oder der Rückführung in diesen, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann. <sup>700 701</sup>
Instandsetzung	Maßnahmen zur Rückführung einer Betrachtungseinheit in den funktionsfähigen Zustand (Soll-Zustand). Nach Zimmermann umfasst die Instandsetzung die Betriebs- und die Ersatzinstandsetzung. <sup>702</sup>
Instandsetzungsstrategie	Regeln zu welchem Zeitpunkt die jeweiligen Instandsetzungsmaßnahmen ergriffen werden sollen. <sup>703</sup> Mithilfe der Abnutzungsgrenze der technischen Lebensdauer lassen sich präventive und korrektive Instandsetzungsstrategien definieren. <sup>704</sup> Im Modell wird diese durch die Abnutzungsgrenze $\gamma$ in Prozent [%] festgelegt.
Immaterielle Abnutzung	Wertverluste von Bauteilen, resultierend aus den wachsenden Anforderungen und Ansprüchen oder infolge technisch-wirtschaftlich verbesserter Gebäudeelemente. <sup>705</sup>
Lebenszykluskosten	Als Lebenszykluskosten werden alle summierten Kosten, die im Lebenszyklus einer Immobilie anfallen, bezeichnet. Die Lebenszykluskosten bestehen im Wesentlichen aus den Erstinvestitionskosten, den zukünftigen Investitionskosten, den Betriebskosten sowie den Abbruch-, Verwertungs-, und Recyclingkosten. <sup>706</sup>
Lebensdauer LD	Die Zeitspanne zwischen der Herstellung und dem Austausch des Bauteils in Abhängigkeit von technischer Lebensdauer, Instandsetzungsstrategie und Bauteilabhängigkeiten.

---

700 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 31051 (06.03) in Zimmermann et al: IHP-EG Instandhaltungsprognose für Empfangsgebäude, LBI, TU München 2008

701 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 31051:2012-09: Grundlagen der Instandhaltung.

702 Vgl. Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 31051 (06.03) in Zimmermann et al: IHP-EG Instandhaltungsprognose für Empfangsgebäude, LBI, TU München 2008

703 Vgl. Schenk, M.: Instandhaltung technischer Systeme: Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs (Berlin Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010), S.26.

704 Schönfelder, U.: Verfahren zur Ermittlung des Abnutzungsvorrats von Baustoffen als Grundlage für Instandhaltungsstrategien am Beispiel der Gebäudehülle (Dissertation, TU Dortmund, 2010), S. 62.

705 Vgl. Altmann, I.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung der Technischen Universität München, 2017. S. 222.

706 Vgl. Zimmermann, J.: Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur, Band 90, 2015, S. 115-128.

---

Materielle Abnutzung	Abnutzung durch biologische, chemische, physikalische und physische Prozesse. Diese Form der Abnutzung ist materieller Natur und kann durch die Wiederherstellung der Funktion mit Hilfe der Instandsetzung ausgeglichen werden.
Nutzungspotential $N_p$	Potential eines Bauteils zur Nutzung bzw. maximale Anzahl ertragbarer, definierter Beanspruchungszyklen unter festgelegten Randbedingungen eines Bauteils. <sup>707 708</sup>
Nutzungspotential $N_{p_{ref}}$	Wert des Nutzungspotentials für ein Bauteil, der unter definierten Beanspruchungszyklen und festgelegten Randbedingungen transparent und belastbar ermittelt wurde.
Nutzungspotential $N_{p_{Objekt}}$	Nutzungspotential unter den Beanspruchungszyklen und Randbedingungen des betrachteten Objektes/Gebäudes. Die Abweichung zum Nutzungspotential $N_{p_{ref}}$ hinsichtlich der äußerer und innerer Umgebungsbedingungen, der Art der Nutzung und des konstruktiven Schutzes wird mit dem Faktor $\alpha_{N_p}$ beschrieben.
Nutzungsintensität $N_i$	Nutzungsintensität eines Bauteils bzw. Häufigkeit der Beaufschlagung eines Bauteils mit definierten Beanspruchungszyklen unter festgelegten Randbedingungen je Zeiteinheit. Die zu zählenden Zyklen gleichen den Beanspruchungszyklen mit den Randbedingungen des Nutzungspotentials des Bauteils. <sup>709 710</sup>
Nutzungsintensität $N_{i_{ref}}$	Wert der Nutzungsintensität für ein Bauteil, der durch Zählung definierter Beanspruchungszyklen unter festgelegten Randbedingungen transparent und belastbar ermittelt wurde.
Nutzungsintensität $N_{i_{Objekt}}$	Nutzungsintensität unter den Beanspruchungszyklen und Randbedingungen des betrachteten Objektes/Gebäudes. Die Abweichung zum Nutzungsintensität $N_{i_{ref}}$ hinsichtlich der Art der Nutzung, der Objektstruktur und der Nutzeranzahl wird mit dem Faktor $\beta_{N_i}$ beschrieben.
Obsoleszenz	Synonym für den Begriff Veralterung. Obsoleszenz stellt den subjektbedingten Nutzenschwund dar und beschreibt den Zustand des Gebäudes infolge immaterieller Abnutzung. <sup>711</sup>

---

707 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S1-9.

708 Vgl. SANDER, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008, S.113.

709 Vgl. S. Götz, K. G. Eulitz: Betriebsfestigkeit, Bauteile sicher auslegen! HTW Berlin, Institut für Festkörpermechanik, Berlin, 2020, S1-9.

710 Vgl. SANDER, M.: Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensdauervorhersage, Springer-Verlag, 2008, S.113.

711 Vgl. Altmann, I.C.: Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation. Technische Universität München, Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. München 2017, S.44.

Objektstruktur	Standardisiertes Abbild der Immobilie auf Bauteilebene auf Basis des zugrundeliegenden Gebäudetyps, Ausstattungsstandards und der entsprechenden Standardräume.
Primärenergie	Aus natürlich vorkommenden Energieträgern stammende Energie in ihrer ursprünglichen, noch nicht technisch modifizierten Form. Hierzu zählen nicht erneuerbare Energiequellen, wie beispielsweise Erdöl oder Steinkohle, sowie erneuerbare Energiequellen, wie z.B. Biomasse oder Wind. <sup>712</sup>
Qualität	Die Erfüllung bzw. Umsetzung des erforderlichen Standards, d.h. dessen Merkmale bzw. Eigenschaften generieren Qualität. <sup>713</sup>
Standardraum	Ein Standardraum stellt eine standardisierte Sammlung von Bauteilen eines Raumes einer spezifischen Nutzung und einer übergeordneten Funktion dar. Bauteile werden mit Positionen beschrieben. Man unterscheidet nutzungsspezifische und übergeordnete Standardräume. <sup>714</sup> Zur Berechnung bestimmter Ausgabewerte (z.B. Herstellungskosten) ist ein Standardraum mit einer Mengenermittlung und entsprechenden Kennwerten je Bauteil hinterlegt. Die Bauteilmengen eines Standardraums sind durch die geometrischen Variablen des Standardraums (z.B. Länge, Breite, Höhe) skalierbar.
Standardraumstruktur	Eine Standardraumstruktur ist eine zusammenfassende Struktur von nutzungsspezifischen und übergeordneten Standardräumen ähnlich einem Baukasten. Die Struktur kann ein Gebäude mit definierter Nutzung, festgelegter Gebäudegeometrie und gewähltem Ausstattungsstandard abbilden mit Hilfe der in Anzahl und Geometrie beschriebenen Standardräume. <sup>715</sup>
Technische Lebensdauer	Die Zeitspanne zwischen dem Einbau eines Bauteils und dessen Funktionsverlust wird als technische Lebensdauer bezeichnet. <sup>716</sup> Die technische Lebensdauer ist von der materiellen Abnutzung abhängig und kann aus dem Quotienten des Nutzungspotentials $N_{\text{Objekt}}$ und der Nutzungsintensität $N_{i\text{Objekt}}$ berechnet werden.

---

712 Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Primärenergie.

<http://www.wecobis.de/service/lexikon/primaerenergie-lex.html>, aufgerufen am 09.12.17.

713 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., DIN EN ISO 9000 – Qualitätsmanagementsysteme, Grundlagen und Begriffe.

714 Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 137-140.

715 Vgl. Greitemann, P.: Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 109.

716 Vgl. Ritter, F.: Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen, Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt. Heft 22. 2011. S.33

---

## Literaturverzeichnis

- Alda, Willi; Hirschner, Joachim:** Projektentwicklung in der Immobilienwirtschaft. Grundlagen für die Praxis. 2. Auflage. Teubner Verlag. Wiesbaden, 2007.
- Altmann, Isabella Christine:** Einfluss von Veralterungsprozessen auf den Wert von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.
- Agethen, Ulrich; Frahm, Karl-Joachim; Renz, Konrad; Thees, Erik P.:** Arbeitsblatt der BTE Arbeitsgruppe: Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. Essen 2008.
- Aristoteles; Gigon:** Die Nikomachische Ethik. 6. Auflage. Deutscher Taschenbuch Verlag. München, 1986.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales; Ausschuss für Arbeitsstätten:** Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR). ASR A2.2. Maßnahmen gegen Brände.
- Bohne, Dirk:** Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Auflage. Springer Fachmedien. Wiesbaden, 2019.
- Bahr, Carolin:** Realdatenanalyse zum Instandhaltungsaufwand öffentlicher Hochbauten. Ein Beitrag zur Budgetierung. Dissertation an der Universität Fridericiana zu Karlsruhe 2008.
- Bahr, Carolin; Lennerts, Kunibert:** Lebens- und Nutzungsdauer von Bauteilen. Endbericht. Forschungsprogramm Zukunft Bau. I.A. des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR). 2010.
- Ballmann, Daniel:** Herleitung und Quantifizierung der Bedienungs-, Inspektions-, und Wartungsleistungen von Büro- und Wohnimmobilien. Masterarbeit an der Technischen Universität München, 2019.
- Barthauer, Matthias:** Ökologische Nachhaltigkeit von Büroimmobilien. Studie von Jones Lang LaSalle. Januar, 2008.
- Baugesetzbuch** in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2414), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. Juli 2011 (BGBl. I S. 1509) geändert worden ist.
- Bayerische Bauordnung (BayBO)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 (GVBl. S. 588, BayRS 2132-1-B), die zuletzt durch § 2 des Gesetzes vom 10. Februar 2023 (GVBl. S. 22) geändert worden ist.
- Beinhauer, Peter:** Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Auflage. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller. Köln, 2014.
- Bernreuther, Angelus:** Strahlkraft von Marken – Frequenz im Handel. BBE Handelsberatung, München, 2015.
- BKI Baukosteninformationszentrum:** BKI Baukosten 2017 Neubau. Statistische Kostenkennwerte für Gebäude. Stuttgart 2017.
- Bohne, Dirk:** Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Auflage. Springer Fachmedien. Wiesbaden, 2019.

- Brenk, William; Dökmetas, Sedat; Ercan, Ibrahim; Koch, Oliver:** Schlüsselfertigbau. Carl Hanser Verlag. München, 2020.
- Bund Technischer Experten e.V. (BTE):** Lebensdauer von Bauteilen, Zeitwerte. Essen 2008. [http://www.triplesan.de/wp-content/uploads/2015/05/lebensdauer\\_von\\_bauteilen.pdf](http://www.triplesan.de/wp-content/uploads/2015/05/lebensdauer_von_bauteilen.pdf) [aufgerufen am 11.12.2022].
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:** ASR A1.2, Raumabmessungen und Bewegungsflächen. 2013, S. 3.
- Bundesamt für Umweltschutz Ökobilanzen von Packstoffen:** Zusammenfassender Übersichtsbericht. Bern, 1984.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR):** Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden. 2020.
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat; Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR):** ÖKOBAUDAT. Informationsportal nachhaltiges Bauen. <https://www.oekobaudat.de/> [aufgerufen am 07.04.2023].
- Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau:** Berechnungsmethoden für Baunutzungskosten, Schriftenreihe 04.063. Autoren: Simons, K.; Sager, Rainer, Lehrstuhl für Bauwirtschaft und Baubetrieb der Technischen Universität Braunschweig, 1980.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit:** Primärenergie. Internetquelle: <http://www.wecobis.de/service/lexikon/primaerenergie-lex.html>, [aufgerufen am 09.12.2022].
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:** Typologie und Bestand beheizter Nichtwohngebäude in Deutschland. BMVBS-Online-Publikation 16/2011.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung:** Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB). 2009.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi):** Energieeffizienzstrategie Gebäude Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand. Berlin 2015.
- Burianek, Peter:** Folgekosten bei Gebäuden. Dissertation an der Fakultät für Bauwesen an der Technischen Universität München, 1973.
- Busse von Colbe, Walther; Frank Witte:** Investitionstheorie und Investitionsrechnung. 5. Auflage. Springer Gabler. Berlin, 2018.
- Colliers:** Marktbericht 2021, 2020 Q1-Q4, Berlin, 2020.
- Deng, Shujing:** Nutzungsintensität im Lebenszyklus einer Immobilie Quantifizierung der Nutzungsintensität durch Simulation. Masterarbeit an der Technischen Universität München, 2020.
- Deutscher Wetterdienst:** Globalstrahlung Die Energie der Sonne. Hamburg 2007.
- Diederichs, Claus Jürgen; Hepermann Heinrich:** Kosteneinflussfaktoren bei den Leitpositionen von Standardleistungsbeschreibungen für die Kostengruppe 3.1 nach DIN 276. Forschungsarbeit F 2005. Im Auftrag des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Wuppertal, 1985.

- Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN):** DIN EN 15804. Nachhaltigkeit von Bauwerken, Umweltproduktdeklarationen. Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. Deutsche Fassung EN 15804:2012+A1:2013 91.010.99 (2014), Berlin.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 1055-4:2005-03, Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 4. Windlasten. NABau im DIN. Berlin, 2005.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 1055-5:2005-07, Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 5. Schnee- und Eislasten. 2005.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN1055-5Bek TH:2006-11-14, Schneelastzonen nach DIN 1055-5 für den Freistaat Thüringen, 2006.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 18960:2008-02. Nutzungskosten im Hochbau. Berlin, 2008.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 276:2018-12 Kosten im Bauwesen. Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 276-1:2008-12. Kosten im Bauwesen. Teil 1. Hochbau. Berlin, 2008.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 277-1:2016-01. Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen. Teil 1. Hochbau. Berlin, 2016.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 31051:2012-09, Grundlagen der Instandhaltung. Deutsche Norm. Hrsg. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 4108-2. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 2. Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 18550-2. Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen. Teil 2. Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 4109-1:2018-01. Schallschutz im Hochbau. Teil 1. Mindestanforderungen.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN EN 1627:2011-09. Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse. Einbruchhemmung. Anforderungen und Klassifizierung.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN EN ISO 9000. Qualitätsmanagementsysteme, Grundlagen und Begriffe.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Gliederung in Leistungsbereiche nach dem Standardleistungsbuch Bau. <http://www.stlb-bau-online.de/> [aufgerufen am 05.06.2022].
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 18299 - DIN 18459 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Teil C. Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Berlin.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN EN ISO 14040:2009-11, Umweltmanagement. Ökobilanz. Grundsätze und Rahmenbedingungen. Beuth Verlag, Berlin, 2009.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN ISO 31000:2018. Risikomanagement. Leitlinien

- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN EN 13659, Abschlüsse außen und Außenjalousien. Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. Deutsche Fassung EN 13659:2015.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge. Klassifizierung. DIN EN ISO 10874: 04/2012.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Energetische Bewertung von Gebäuden. Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Teil 10. Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. DIN V 18599-10:2018-09.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Energieeffizienz von Aufzügen, Fahrtreppen und Fahrsteigen. Teil 2: Energieberechnung und Klassifizierung von Aufzügen. DIN EN ISO 25745-2:2015.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Fenster und Türen. Dauerfunktionsprüfung. Prüfverfahren. DIN EN 1191:2013-04.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Fenster und Türen. Mechanische Beanspruchung. Anforderung und Einteilungen. DIN EN 12400:2003-01.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 31051:2012-09, Grundlagen der Instandhaltung. Deutsche Norm. DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Keramische Fliesen und Platten. Bestimmung des Widerstandes gegen Oberflächenverschleiß glasierter Fliesen und Platten. DIN EN ISO 10545-7:1993-03.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Keramische Fliesen und Platten. Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung. DIN EN 14411:2016-12.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Kriterien für die Anwendung von Fenstern und Außentüren nach DIN EN 14351-1. DIN 18055:2014-11.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Laminatböden. Elemente mit einer Deckschicht auf Basis aminoplastischer, wärmehärtbarer Harze. Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren. DIN EN 13329:2017-12.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Elastische, textile und Laminat- Bodenbeläge – Klassifizierung. DIN EN ISO 10874:2012-04.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** Abschlüsse außen und Außenjalousien – Leistungs- und Sicherheitsanforderungen. DIN EN 13659:2015-07.
- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):** DIN 18299 - DIN 18459 - VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). Berlin.
- Eisele, Johan; Harzdorf, Anne; Hüttig, Lukas: et al.:** Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Springer Fachmedien. Wiesbaden, 2020.
- Eisele, Johann; Staniek, Bettina:** Bürobau Atlas. 1. Auflage. München, 2005.
- Energie Schweiz; Bundesamt für Energie BFE:** Graue Energie von Neubauten, Ratgeber für Baufachleute. Bern 2017.

- Europäisches Parlament:** Richtlinie (EU) 2018/844 des Europäischen Parlaments und Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz. Brüssel, 2018.
- Europäisches Parlament:** Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088.
- Europäische Union:** Amtsblatt —Verordnung (EG) Nr. 244/2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht, Europäisches Parlament, 18. März 2009.
- Fischbach, Rainer; Wollenberg, Klaus:** Volkswirtschaftslehre 1. Einführung und Grundlagen mit Lösung. Oldenbourg Verlag. München, 2007.
- Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München:** Graue Energie von Einfamilienhäusern in Niedrigstenergie-Gebäudestandard. Forschungsbericht. München, 2019.
- Francke, Hans-Hermann:** Immobilien als Vermögensgüter und Besonderheiten von Immobilieninvestitionen. In: Immobilienökonomie - Band IV: Volkswirtschaftliche Grundlagen. Hrsg. Karl-Werner Schulte. München, 2008.
- Frank, Fabian:** Ablaufplanung auf Grundlage von Standardraumstrukturen zur Realisierungsentscheidung im Hochbau-Wohnen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2016.
- Frisch, Jerome:** Grundlagen der Simulation von Personenströmen. Technische Universität München, 2017.
- Frischknecht, Rolf; Jungbluth, Niels:** Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. Hrsg. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Dübendorf, 2007.
- Füchsle, Gerhard:** Planung von Verwaltungsgebäuden. Dissertation an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät an der Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg, 1972.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.:** VdS 2000. Richtlinien für den Brandschutz im Betrieb. VdS Schadenverhütung. Köln, 2010.
- Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im BBSR:** Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). Berlin, 2017.
- Geschäftsstelle Nachhaltiges Bauen im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung:** Erläuterungen zur BBSR Tabelle Nutzungsdauern von Bauteilen zur Lebenszyklusanalyse nach BNB. Berlin, 2011.
- Gesellschaft für ökologische Bautechnik Berlin mbH:** Instrumente zur qualitätsabhängigen Abschätzung der Dauerhaftigkeit von Materialien und Konstruktionen. Teil 1. Aufgabenstellung und Methode in Weiterentwicklung von Instrumenten für eine Nachhaltige Baupolitik. Forschungsprojekt Nr. 10.06.03 - 03.125. Berlin, 2005.
- Gebäudeenergiegesetz** vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist.



- Ghassimi, Shila:** Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Hotelimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.
- Götz, Sebastian; Eulitz, Klaus-Georg:** Betriebsfestigkeit. Bauteile sicher auslegen. HTW Berlin. Institut für Festkörpermechanik. Berlin, 2020.
- Graubner, Carl-Alexander; Ritter, Frank:** Analyse der Trennbarkeit von Materialschichten hybrider Innenbauteile bei Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen, Erstellung einer praxisnahen Datenbank für die Nachhaltigkeitsbeurteilung. Fraunhofer IRB. Stuttgart, 2010.
- Greitemann, Peter:** Bestimmung der Bauzeit von Bauprojekten zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.
- Gutenberg, Hasenack, Hax, Schäfer, Engels:** Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Imprint. Wiesbaden, 1962.
- Gugerli, Frischknecht, Kasser, Lenzlinger:** Merkblatt SIA 2032: Graue Energie im Fokus. Schweizerischer Ingenieur und Architekten Verein (SIA). Zürich, 2014.
- Haase, Ronny:** Ertragspotentiale. Hedonische Mietpreismodellierungen am Beispiel von Büroimmobilien. Dissertation an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 2011.
- Hahn, Dietger; Laßmann, Gert:** Produktionswirtschaft. Controlling industrieller Produktion. 3. Auflage. Springer Verlag Berlin. Heidelberg, 1999.
- Hauseigentümerverband Schweiz (HEV); Mieterinnen- und Mieterverband Deutschschweiz (MV):** Paritätische Lebensdauertabelle. 2016.
- HDE Handelsverband Deutschland (2015):** Konsumentenbefragung „Vitale Innenstädte 2014“, Online-Shopping verändert das Einkaufsverhalten, 2015.
- Heisel, Joachim:** Planungsatlas. Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Auflage. Beuth Verlag. Berlin, 2019.
- Herdzina, Klaus:** Einführung in die Mikroökonomik. 2. Auflage. Franz Vahlen Verlag. München, 1991.
- Hestermann, Ulf; Rongen, Ludwig:** Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Auflage. Springer Fachmedien. Wiesbaden, 2018.
- Herzog, Kati:** Entwicklung eines Modells und einer Softwarekomponente zur ökonomischen Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung von Gebäuden. Technische Universität Darmstadt, 2005.
- Hilgartner, Christoph:** Ablaufplanung auf Grundlage von Standardraumstrukturen zur Realisierungsentscheidung im Hochbau-Hotel. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2016.
- Hobel, Benedikt:** Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Logistikimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2018.
- Hüske, Katja:** Nachhaltigkeitsanalyse demontagegerechter Baukonstruktionen. Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt, 2001.

- hystreet.com GmbH:** Passantenfrequenz, TOP 10 STANDORTE IM NOVEMBER 2022. Internetquelle auf <https://hystreet.com/ranking>, [aufgerufen am 08.12.2022].
- Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV):** In der Fassung zum Ausfertigungsdatum 19.05.2010.
- Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V:** Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen und Bauteilschichten des Hochbaus für den Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Berlin, 2008.
- International Organization for Standardization (ISO):** ISO 15686-1, Buildings and Constructed Assets. Service Life Planning. Part 1. General Principles. ISO Copy Right Office. Genf, 2011.
- Jocher, Thomas; Loch, Sigrid:** Raumpilot Grundlagen. 3. Auflage. Ludwigsburg, 2014.
- Jones Lang LaSalle (JLL):** Immobilienmarkt – Definitionen. Berlin 2012.
- Jones Lang LaSalle (JLL):** OSCAR 2014. Büronebenkostenanalyse. 2014.
- Kaltschmitt, Martin; Streicher, Wolfgang; Wiese, Andreas:** Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Auflage. Berlin, Heidelberg, 2013.
- Kalusche, Wolfdietrich:** Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Hansruedi Schalcher. 2004.
- Kaminaris, Alexander:** Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Einzelhandelsimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.
- Kasser, Ueli:** SIA Effizienzpfad Energie. Statusbericht Graue Energie. 2004.
- Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren der Schweiz KBOB, ecobau, IBP:** Ökobilanzdaten im Baubereich. Bern, 2022.
- Keysberg, Maximilian:** Analyse von marktfähigen Arbeitsplatzkonzepten unter besonderer Berücksichtigung der Flächeneffizienz und der Objektkonzeption. Masterarbeit. Technische Universität München, 2017.
- Kister, Johannes:** Neufert Bauentwurfslehre. 42. Auflage. Springer Fachmedien. Wiesbaden, 2019.
- Kleiber, Wolfgang; Fischer, Roland; Simon, Jürgen:** Verkehrswertermittlung von Grundstücken. Kommentar und Handbuch zur Ermittlung von Marktwerten (Verkehrswerten), Versicherungs- und Beleihungswerten unter Berücksichtigung der ImmoWertV. 6. Auflage. Köln, 2010.
- Klimt, Fabian:** Nutzungsintensität im Lebenszyklus einer Immobilie, Quantifizierung der Nutzungsintensität durch Simulation. Masterarbeit an der Technischen Universität München, 2021.
- Klingenberg, Jörg:** Ein Beitrag zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt, 2007.
- Klingler, Matthias; Kasser, Ueli:** Graue Energie von Sanitär- und Elektroanlagen. Bundesamt für Energie BFE. Bern, 2011.
- Klocke, Wilhelm:** Mein Haus wird älter. Was tun?: Ratgeber mit Checklisten zur Vermeidung von Bauschäden durch preiswerte Pflege und Unterhaltung. Bauverlag. Wiesbaden, Berlin, 1988.

- Klöpffer, Walter; Grahl, Birgit:** Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim, 2011.
- Koeble, Wolfgang; Locher Ulrich; Locher Horst:** Kommentar zur HOAI. 10. Auflage. Köln, 2010.
- Kornblum, Florian:** Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.
- Kroll, Stefanie:** Vergleich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten im Lebenszyklus von Hotel- und Büroimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2018.
- Krug, Klaus-Eberhard:** Wirtschaftliche Instandsetzung von Wohngebäuden durch methodische Inspektion und Instandsetzungsplanung. Dissertation im Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen an der Universität Braunschweig, 1985.
- Kruschwitz, Lutz:** Investitionsrechnung. 13. Auflage. Oldenbourg. München, 2011.
- Lesewa, Raphaela:** Standardisierung von Kostenansätzen für Standardraumstrukturen auf der Basis dokumentierter Ist-Kosten. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2016.
- Lorenz, David:** The application of sustainable development principles to the theory and practice of property valuation. Karlsruher Schriften zur Bau-, Wohnungs- und Immobilienwirtschaft. Universitätsverlag. Karlsruhe, 2006.
- Langer:** Fatigue Failure from Stress Cycles of Varying Amplitude, Journal of Applied Mechanics, 59, S. A160-A162, 1937.
- Mair, Tobias:** Graue Energie im Lebenszyklus in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. Masterarbeit an der Technischen Universität München, 2021.
- Marshall, Alfred:** Principles of Economics. 8. Auflage. Palgrave Macmillan. Basingstoke, 2013.
- Marshewski:** Umnutzungspotenziale von Shopping-Centern und Analyse der Wirtschaftlichkeit auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit. TU-München, 2019.
- Mauer, Christina:** Diskontierung von Zahlungsströmen bei der Immobilienbewertung unter besonderer Berücksichtigung der systemischen Risiken. Dissertation an der Technischen Universität München, 2019.
- Mayer, Franz Xaver:** Kostensicherheit zum Zeitpunkt der Realisierungsentscheidung. Entwicklung eines Kosten-Prognose-Modells für Bauwerkskosten im Hochbau. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2013.
- Meins, Erika; Lützkendorf, Thomas; Lorenz, David; Leopoldsberger, Gerrit, Frank, Sarah Ok Kyu; Burkhard, Hans-Peter; Stoy, Christian; Bienert, Sven:** Nachhaltigkeit und Wertermittlung von Immobilien. Leitfaden für Deutschland, Österreich und die Schweiz (NUWEL). CCRS. Universität Zürich, 2011.
- Merkt, Franz:** Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.

- Miner:** Cumulative damage in fatigue, Journal of applied mechanics, 12, No. 3, 1945.
- Münstermann, Hans:** Wert und Bewertung der Unternehmung. 3. Auflage. Gabler Verlag. Wiesbaden, 1970.
- Neufert, Ernst; Kister, Johannes:** Bauentwurfslehre. Grundlagen, Normen, Vorschriften über Anlage, Bau, Gestaltung, Raumbedarf, Raumbeziehungen, Maße für Gebäude, Räume, Einrichtungen, Geräte mit dem Menschen als Maß und Ziel. Handbuch für den Baufachmann, Bauherrn, Lehrenden und Lernenden. 42. Auflage. Springer Vieweg. Wiesbaden 2019.
- Nipkow, Jürgen:** Schlussbericht November 2015. Elektrizitätsverbrauch und Einsparpotenziale bei Aufzügen. S.A.F.E. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz im Auftrag des Bundesamtes für Energie. Zürich, 2005.
- Nohe, Björn:** Einflussfaktoren auf den Steuerungsaufwand in Bauprojekten als Bewertungskriterium für die Festlegung einer Projektorganisationsform. Dissertation an der Technischen Universität München, 2016.
- Pastor, Werner:** Der Bauprozess. 8. Auflage. Werner Verlag. Düsseldorf, 1996.
- PE International:** Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Endbericht 21. März 2013.
- Peters, Heinz:** Instandhaltung und Instandsetzung von Wohnungseigentum. 1. Auflage. Bauverlag. Wiesbaden, 1984.
- Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon:** Organisation. Eine ökonomische Perspektive. 5. Auflage. Schäffer-Poeschel. Stuttgart, 2012.
- Pistohl, Wolfram; Rechenauer, Christian; Scheuerer, Birgit:** Handbuch der Gebäudetechnik. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. Band 2. 8. Auflage. Werner Verlag. Köln, 2013.
- Preuß, Norbert; Schöne, Lars:** Real Estate und Facility Management. Springer Verlag. Berlin, 2010.
- Palmgren:** Die Lebensdauer von Kugellagern, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 68, Nr. 14, S. 339-341, 1924.
- Prüfzentrum für Bauelemente:** Leitfaden – Empfehlung für den Einsatz sowie die Ausschreibung von Fenstern und Außentüren nach der Produktnorm DIN EN 14351-1 und DIN 18055.
- Puybraud, Marie:** Workplace - Human Experience Report - a global perspective. Hrsg. Jones Lang LaSalle GmbH. 2017.
- Quaschnig, Volker:** Regenerative Energiesysteme. Technologie, Berechnung, Simulation. 9. Auflage. Hanser. München, 2015.
- Rath, Meike:** Entwicklung eines Ansatzes zur bauteilbezogenen Bestimmung der Instandsetzungskosten unter spezieller Berücksichtigung des Immobilientyps. Masterarbeit an der Technischen Universität München, 2019.
- Rottke, Wernecke:** Lebenszyklus von Immobilien. In: Schulte, Karl-Werner [Hrsg.]: Immobilienökonomie, Bd. 1, 4. Aufl., Oldenbourg Verlag, München, 2008, S. 211.
- Reiser, Maximilian:** Verbrauch von Grauer Energie in den Bauteilen der KG 300 + 400. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2016.

- Richtlinie zur Ermittlung des Sachwerts** (Sachwertrichtlinie-SW-RL) vom 5. September 2012.
- Ritter, Frank:** Lebensdauer von Bauteilen und Bauelementen. Modellierung und praxisnahe Prognose. Dissertation am Institut für Massivbau an der Technischen Universität Darmstadt, 2011.
- Sander, Manuela:** Sicherheit und Betriebsfestigkeit von Maschinen und Anlagen. Konzepte und Methoden zur Lebensvorhersage. Springer. Berlin, 2008.
- Sandner, Siegfried; Weber, Ulrich:** Lexikon der Immobilienwertermittlung. Bundesanzeiger. Köln, 2003.
- Savills:** Investment Markt Deutschland, 2019. Internetquelle, [https://www.savills/research\\_articles/250049/292260-0](https://www.savills/research_articles/250049/292260-0) [aufgerufen am 27.04.2023].
- Schaule, Matthias:** Anreize für eine nachhaltige Immobilienentwicklung. Nutzerzufriedenheit und Zahlungsbereitschaft als Funktion von Gebäudeeigenschaften bei Büroimmobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2014.
- Schaule, Matthias:** Nachhaltigkeit in der Immobilienentwicklung. Untersuchung und Entwicklung von Anreizstrukturen; In: Zimmermann, J. (Hrsg.): TAGUNGSBAND. 1. agenda4 Forschungssymposium der Baubetriebs- und Immobilienwissenschaften. Schriftenreihe agenda4. Forschung und Entwicklung in der Bau- und Immobilienwirtschaft. München, 2010.
- Schenk, Michael:** Instandhaltung technischer Systeme. Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, 2010.
- Schierenbeck, Henner:** Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre. 18. Auflage, Oldenbourg. München, 2012.
- Schlachter, Maximilian:** Einfluss von Objekt- und Standorteigenschaften auf den Wert von Wohnimmobilien. Dissertation an der Technischen Universität München, 2019.
- Schönfelder, Uwe:** Verfahren zur Ermittlung des Abnutzungsvorrats von Baustoffen als Grundlage für Instandhaltungsstrategien am Beispiel der Gebäudehülle. Dissertation an der Technischen Universität Dortmund, 2010.
- Schulte, Karl-Werner:** Immobilienökonomie. Band 1. Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 4. Auflage. Oldenbourg Verlag. München, 2008.
- Schulter, Danilo; Maydl, Peter:** AP 02. Lebensdauer von Bauteilen und Bauprodukten. Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie der Technischen Universität Graz, 2009.
- Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein:** SIA 2032:2020. Ökobilanzierung für die Erstellung von Gebäuden. Zürich, 2020.
- Serensen, S. V.:** Theory of strength under variable loading, Akademici Nauk Ukrainskoc, SSR. Nukwoi pratsi Instytuta Budivel noi K.McKhani, Stahl und Eisen 60,1938.
- Simons, Klaus; Sager, Rainer:** Berechnungsmethoden für Baunutzungskosten. Schriftenreihe 4/63 des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Bonn, 1980.
- Springer Fachmedien Wiesbaden:** Kompakt-Lexikon Wirtschaft. 12. Auflage. Springer Fachmedien. Wiesbaden, 2014.

- Statistisches Bundesamt (Destatis):** Preisindizes für Bauwerke. Wohngebäude, Nichtwohngebäude. Tabellen mit Originalwerten und Veränderungsraten. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Konjunkturindikatoren/Preise/bpr110.html;jsessionid=4BB2C4CB6724D119910A9FAB6BC85110.internet741> [aufgerufen am 27.04.2023].
- Statistisches Bundesamt:** Baupreisindizes für Wohngebäude und Straßenbau (2012-2021). Berlin, 2021.
- Statistisches Bundesamt:** Bautätigkeit und Wohnungen. Fachserie 5 Reihe 3. Wiesbaden. 2014. Stand 31.12.2013. Rundungsabweichungen aus Datensatz. Bundesgerichtshof (BGH). 8. Zivilsenat. Urteil vom 25.10.1967 – VIII ZR 215/66.
- Statistisches Bundesamt:** Gliederung der Klassifikation der Wirtschaftszweige. Ausgabe 2008 (WZ 2008). Wiesbaden, 2007.
- Statistisches Bundesamt (Destatis):** "Bauen und Wohnen - Mikrozensus - Zusatzerhebung 2014 Bestand und Struktur der Wohneinheiten Wohnsituation der Haushalte: Fachserie 5 Heft 1: xlsx". Wiesbaden, 2016, WS-23.
- Stoy, Christian; Lashof, Benjamin:** BKI Nutzungskosten Gebäude 2014/2015. Statistische Kostenkennwerte. Stuttgart, 2014.
- Stoy, Christian:** Benchmarks und Einflussfaktoren der Baunutzungskosten. Dissertation am Institut für Bauplanung und Baubetrieb an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 2004.
- Strunk, Sarah:** Nachhaltigkeitsrating zur Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Immobilien. In: Schriftenreihe Bauökonomie; Stoy, Christian (Hrsg.); Band 4. Walter de Gruyter Berlin/ Boston. Stuttgart, 2016.
- Tank, Tolga:** Quantifizierung des Einflusses der Nutzungsintensität auf die Lebensdauer der Bauteile in den KG 300 und 400 unter besonderer Berücksichtigung des Immobilientyps. Masterarbeit an der Technischen Universität München, 2019.
- Thews, Udo:** Fachbegriffe der Aufzugstechnik. Teil 1. Norderstedt, 2016.
- Thommen, Jean-Paul et al.:** Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Umfassende Einführung aus managementorientierter Sicht. 8. Auflage. Springer Gabler. Wiesbaden, 2017.
- Tomm, Arwed; Rentmeister, Oswald; Finke, Heinz:** Geplante Instandhaltung. Ein Verfahren zur systematischen Instandhaltung von Gebäuden. Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung (LBB). Aachen, 1995.
- Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (Vbw):** Klima 2030. Nachhaltige Innovationen. Vbw. München, 2020.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI):** VDI Richtlinie 4600: Kumulierter Energieaufwand (KEA). 1. Auflage. Berlin, 2012.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI):** VDI 2719. Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI):** VDI 6000-2- Ausstattung von und mit Sanitärräumen. Arbeitsstätten und Arbeitsplätze.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI):** VDI 4707 Blatt 1:2009-03. Aufzüge Energieeffizienz. Berlin, 2009.

- Verein Deutscher Ingenieure (VDI):** VDI 4707 Blatt 50:2018-10. Wirtschaftlichkeit von Bauteilen. Berlin, 2018.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI):** VDI 2067. Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Blatt 1. Grundlagen und Kostenberechnung.
- Verordnung über den Bau und Betrieb von Garagen sowie über die Zahl der notwendigen Stellplätze (Garagen- und Stellplatzverordnung - GaStellV).** Fassung vom 30.11.1993, zuletzt geändert am 25.04.2015.
- Verordnung über wohnungswirtschaftliche Berechnungen nach dem Zweiten Wohnungsbaugesetz (Zweite Berechnungsverordnung - II. BV)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Oktober 1990 (BGBl. I S. 2178), zuletzt geändert durch Artikel 78 Absatz 2 des Gesetzes vom 23. November 2007 (BGBl. I S. 2614).
- Vogels, Manfred:** Grundstücks- und Gebäudebewertung marktgerecht. 1. Auflage. Bauverlag. Wiesbaden, 1977.
- WEKA Media GmbH & Co. KG:** SIRADOS Baudaten (Stand Oktober 2018). Kissing, 2018.
- Wellpott, Edwin:** Technischer Ausbau von Gebäuden. 8. Auflage. Verlag W. Kohlhammer. Stuttgart, 2010.
- Wenderott, Lena:** Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Krankenhäusern. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2017.
- Wertermittlungsverordnung (WertR):** In der Fassung der Bekanntmachung vom 1. März 2006.
- Wöhe, Günter; Döring, Ulrich:** Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 25. Auflage. Verlag Franz Vahlen. München, 2013.
- Wöhler:** Versuche zur Ermittlung der auf die Eisenbahnwagen-Achsen einwirkenden Kräfte und der Widerstandsfähigkeit der Wagen-Achsen, Zeitschrift für Bauwesen, Nr. 10, 1860.
- Zentralverband des Deutschen Handwerks:** Gesetz zur Ordnung des Handwerks. Heider Verlag. Bergisch Gladbach, 2014.
- Ziegel, Christian:** Instandhaltungsmanagement der materiellen Infrastruktur unter besonderer Berücksichtigung der sozioökonomischen und einzelwirtschaftlichen Aspekte. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2020.
- Ziegel, Christian:** Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Wohnimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.
- Zimmermann, Josef; Schaule, Matthias:** Untersuchung des Einflusses von Merkmalen der Nachhaltigkeit auf den Verkehrswert von Immobilien. Forschungsbericht. 1. Auflage. Schriftenreihe des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung. Technische Universität München, 2011.
- Zimmermann, Josef:** Immobilienentwicklung. Bauprozessmanagement. In: Schneider Bautabellen für Architekten. Hrsg. Andrej Albert und Joachim P. Heisel, 21. Auflage, Bundesanzeiger Verlag, Köln, 2014.

- Zimmermann, Josef; Eber, Wolfgang; Tilke, Carsten:** Unsicherheiten bei der Realisierung von Bauprojekten. Grenzen einer wahrscheinlichkeitsbasierten Risikoanalyse. In: Bauingenieur. Heft 89.
- Zimmermann, Josef; Nohe, Björn:** Mittelbarer Einfluss der HOAI 2013 auf die Leistungspflichten. In: Planerverträge, Haftung der Planer und Mitverantwortung der Besteller. 14. Weimarer Baurechtstage, 2005.
- Zimmermann, Josef; Vocke, Benno:** Leistungsbilder der Organisation in der Projektabwicklung von Immobilienprojekten. In: Bauingenieur 86 (2011). Heft 12.
- Zimmermann, Josef et al.:** Studie INSP-EG. Instandsetzungsprognose für Empfangsgebäude. Schlussbericht. Studie des Lehrstuhls für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2007.
- Zimmermann, Josef:** Die Immobilie als Gegenstand der Ingenieurwissenschaften in Praxis, Forschung und Lehre. In: Bauingenieur; Band 90. 2015.
- Zimmermann, Josef; Gottanka, Christoph; Nohe, Björn:** Entwicklung von Vergabeeinheiten im Hinblick auf das Angebot an Bauleistungen zur Generierung von Wettbewerb. In: DVP Deutscher Verband der Projektmanager in der Bau- und Immobilienwirtschaft e.V. (Hrsg.): Projektmanagement. Herbsttagung. Organisation und Auswahl der Projektbeteiligten als Schlüsselfaktor des Projekterfolges. Mindeststandards und Entwicklungstendenzen. DVP-Verlag. Berlin, 2014.
- Zimmermann, Josef; Ziegel, Christian:** Kostenermittlung in frühen Projektphasen mit Standardraumstrukturen im Wohnungsbau. in: Bauingenieur, Band 94, 2019, S.395-404.
- Zimmermann, Josef; Reiser, Maximilian:** Graue Energie von Gebäuden. Wileys Verlag, Bautechnik, Ausgabe 01/2020, Berlin, 2020.
- Zimmermann, Josef; Oberhauser, Iris.:** Öffentliches und Privates Baurecht in Schneider, K.-J.; Albert, Andrej: Bautabellen für Ingenieure. Mit Berechnungshinweisen und Beispielen. 20. Aufl. Edited by A. Goris. Köln: Werner 2012.
- Zimmermann Josef, Osterried, Julia:** Wertungskriterien des Bauherrn für die Vergabe von Bauleistungen unter besonderer Berücksichtigung der Produktionsfaktoren. Bauingenieur, Band 94, 2019.



## Anhangsverzeichnis

Anhang A	Ausstattungsstandards	226
Anhang B	Standardräume	255
Anhang C	Bauteilabhängigkeiten	294
Anhang D	Nach dem Material abgeleitete Kennwerte der Grauen Energie	300

## Anhang A Ausstattungsstandards

### Ausstattungsstandards Büro

In diesem Abschnitt werden die Ausstattungsstandards für Bürogebäude der Gebäudeklasse 5 auf Basis der Sachwertrichtlinie und weiterer Literatur mit (\*) beschrieben, angelehnt an MAIR<sup>717</sup>. Es wird dabei Baukonstruktion und technische Gebäudeausrüstung (TGA) unterschieden.

Gebäude Büro – Baukonstruktion				
Ausstattungsniveau	Niedrig	Mittel	Hoch	
Wände, Stützen, Decken				
Außenwände	· Ein-/zweischalige Konstruktion (Mauerwerk) *bspw. Porenbeton, Kalksandstein <sup>718</sup> · *Stahlbeton <sup>719</sup>	· Verblendmauerwerk, zweischalige Konstruktion *Vorsatzschale aus Klinker oder Naturstein (hinterlüftet oder mit Kerndämmung) <sup>720</sup> · *Stahlbeton · *Mauerwerk · *Elemente zur Ausfachung der Skelettzwischenräume	· *in Abhängigkeit der Fassade, ggf. wie mittlerer Standard	
Bauweise/ Tragwerk	· Massivbauweise · Stahlbetonskelettbauweise	· Massivbauweise · Stahlbetonskelettbauweise *und aussteifender Gebäudekern <sup>721</sup>	· Stahlbetonskelettbauweise und aussteifender Gebäudekern	
Decken/ Stützen	· Stahlbeton	· *Stahlbeton	· *Stahlbeton	
Innenwände nichttragend	· Massive Wände *(i.d.R. Mauerwerk) <sup>722</sup> · Trockenbauwände GK	· Sichtmauerwerk · Wände für flexible Raumkonzepte, *umsetzbare Trennwände bspw. als Trockenbauwände (Schalenwände) o. Monoblockwände (Elementwände) <sup>723</sup> · *Trockenbauwände (GK oder Faserzement) <sup>724</sup>	· Wandabläufe z.B. Pfeilervorlagen · großformatige Glaselemente, *Glas-Systemtrennwände <sup>725</sup> · *Wände für flexible Raumkonzepte wie mittlerer Standard, ggf. mit integriertem Regalsystem <sup>726</sup> · *Trockenbauwand wie mittlerer Standard mit gleitendem Deckenanschluss <sup>727</sup>	
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren				
Oberflächen (Putzoberfl. Decke, Wände)	· *Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2 <sup>728</sup>	· *Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2	· *Qualitätsstufe Q 3 - Q 4 gem. DIN 18550-2	
Decke	· niedriger Putz/ *Verspachtelung, Anstrich · abgehängte Decken *(Deckenbekleidung oder Unterdecke) <sup>729</sup>	· höherwertige abgehängte Decken, *Anschluss als Schattenfuge o.ä. <sup>730</sup> · Raumakustische Wirksamkeit <sup>731</sup> ; auch als partiell	· Deckenvertäfelung (Edelholz, Metall) · *wie mittlerer Standard	

717 Mair, T.: Graue Energie im Lebenszyklus in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. Masterarbeit. Technische Universität München, 2021, S. 178-185.

718 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 47.

719 Vgl. Merkt, F.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

720 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 48.

721 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 57.

722 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 673.

723 Vgl. ebenda, S. 691.

724 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 105.

725 Vgl. Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015, S. 36.

726 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 675.

727 Vgl. ebenda, S. 675.

728 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 18550-2 – Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze, Ziff. 6.10.2.

729 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 199.

730 Vgl. ebenda, S. 217-219.

731 Vgl. ebenda, S. 222.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

		abgehängte Decken (Deckensegel) <sup>732</sup> · *Putz/ Verspachtelung, Anstrich	· *ggf. Dämmstoff im Zwischendeckenbereich (Schalldämmung) <sup>733</sup>
Wände	· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich · *Sockelleisten aus Kunststoff, Holz o. keramischen Fliesen <sup>734</sup>	· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich · *Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich <sup>735</sup>	· Akustikputz *bzw. übl. Putz/ Verspachtelung, Anstrich · *höherwertige Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich
Bodenbelag	· Linoleum, *PVC, Polyolefin, Quarzvinyl <sup>736</sup> · Teppich · Fliesen · Kunststeinplatten · *Laminat <sup>737</sup>	· Natursteinplatten · Fertigparkett · hochwertige Fliesen · Terrazzo · hochwertige Massivholzböden · *höherwertige Teppich-/ Textilbeläge <sup>738</sup>	· hochwertiges Parkett · hochwertige Natursteinplatten · hochwertige Edelholzböden · *hochwertige Teppich-/ Textilbeläge <sup>739</sup>
Bodenaufbau (zw. Decke und Belag)	· *schwimmender Estrich, Dämmung	· Doppelboden, *Konstruktion mit Holzwerkstoff-/ Gipsfaser-/ Calciumsulfat-Rasterplatten auf höhenverstellbaren Stützen <sup>740</sup> · *Hohlraumboden <sup>741</sup> , Konstruktion mit Estrich auf PVC-Schalungselementen (Miniatur-Kreuzgewölbe) oder auf Formplatten mit Tragsäulen <sup>742</sup> · *ggf. Heizestrich, bspw. als schwimmender Estrich <sup>743</sup>	· *Doppelboden <sup>744</sup> wie mittlerer Standard o. Holzwerkstoffplatten
Türen innen <sup>745</sup>	· Schwere Türen · *Materialien: Kunststoff, Holz, ggf. Stahl o. Aluminium <sup>746</sup> · *Türdrückergarnituren aus Kunststoff mit Schlüsselrosette <sup>747</sup>	· Massivholztüren · Schiebetürelemente · Glastüren *als ESG-Scheibe <sup>748</sup> , sonst. Materialien: Aluminium, Stahl, kunststoffbeschichtetes Holz · *ggf. Schallschutztüren <sup>749</sup> · *Türdrückergarnituren aus Metall (Aluminium, Edelstahl, ...) mit Kurz- oder Langschild <sup>750</sup>	· tlw. Automatiktüren, Rollstuhlgerichte Bedienung · *wie mittlerer Standard o. großflächige Ganzglas-Türanlagen mit fest eingebauten, raumhohen Seitenteilen und Oberlichtern aus Glas <sup>751</sup> · *Schallschutztüren <sup>752</sup> · *raumhohe Türelemente <sup>753</sup> · *Türdrückergarnituren wie mittlerer Standard
Barrierefreiheit	· *gem. Art. 48 Abs. 2 BayBO für öffentlich zugängliche Gebäude: Barrierefreiheit für die dem allgemeinen Besucher- und Benutzerverkehr dienenden Teile nach DIN 18040-1:2010-10 und Anlage A 4.2/2 BayTB; Türschwelle (soweit technisch unabdingbar) ≤ 20 mm <sup>754</sup>		
Bauphysik			

732 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 617.

733 Vgl. ebenda, S. 622-623.

734 Vgl. ebenda, S. 472.

735 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 857.

736 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 533-537.

737 Vgl. ebenda, S. 529-531.

738 Vgl. ebenda, S. 548-549.

739 Vgl. ebenda S. 548-549.

740 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 476.

741 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 72.

742 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 476.

743 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 334.

744 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 477.

745 Feuer- und Rauchschutzabschlüsse etc. als selbstschließende Türen nach den gesetzlichen Anforderungen (Art. 27-34 BayBO, Abschnitt A 2 BayTB) werden hier nicht betrachtet.

746 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 181.

747 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 725-727.

748 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 119.

749 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 306.

750 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 727.

751 Vgl. ebenda, S. 679-680.

752 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 306.

753 Vgl. Sachwertrichtlinie, Anlage 2, Tab.n 5 / 7.

754 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 607.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Schallschutz	· *Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 <sup>755</sup>	· *Fenster ggf. erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719 <sup>756</sup>	· *Fenster erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719
Wärmeschutz	· *Mindestanforderungen nach GEG	· *ggf. erhöhte Wärmeschutzanforderungen	· *erhöhte Wärmeschutzanforderungen bspw. Passivhausstandard <sup>757</sup>
Dach, Fassade, Außentüren			
Dach	· *Flachdach als Warmdach	· schweres Massivflachdach, *begebar <sup>758</sup> , evtl. Dachbegrünung, extensiv <sup>759</sup>	· befahrbares Flachdach, Dachbegrünung *extensiv oder intensiv <sup>760</sup>
Fassade	· Wärmedämmverbundsystem (WDVS) *EPS, MW, etc. <sup>761</sup> , Klebefestigung o.ä. <sup>762</sup> · Wärmedämmputz · *Putzfassade <sup>763</sup> · *allgemein: Lochfassade (Fensterflächenanteil ca. 30%) <sup>764</sup>	· Verblendmauerwerk, zweischalig, hinterlüftet · Vorhangfassade, hinterlüftet (z.B. Naturschiefer) · *allgemein: Bandfassade (Fensterflächenanteil ca. 60%) <sup>765</sup> oder Lochfassade mit o.g. Fensterflächenanteil	· Natursteinfassade · Sichtbeton-Fertigteile · Elemente aus Kupfer-/Eloxalblech *o. Glas o. Edelstahl <sup>766</sup> · Mehrgeschossige Glasfassade · Vorhangfassade aus Glas · *allgemein: Elementfassade mit Fensterflächenanteil bis ca. 90% <sup>767</sup> · *vollverglaste Pfosten-Riegel-Fassade <sup>768</sup>
Fenster-Glas	· Zweifachverglasung, *Zwei-Scheiben-Isolierverglasung <sup>769</sup> bzw. - Wärmeschutzverglasung <sup>770</sup>	· Dreifachverglasung, Sonnenschutzglas, *Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung <sup>771</sup> · *ggf. hochwertige Zweifachverglasung bspw. als Vakuumverglasung <sup>772</sup>	· Große feststehende Fensterflächen, Spezialverglasung (Schall- und Sonnenschutz, *Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung o. hochwertige Zweifachverglasung wie mittlerer Standard) · *Einscheiben- (ESG) o. Verbund-Sicherheitsgläser (VSG) <sup>773</sup>
Fenster-Rahmen etc.	· *Niedrigfenster <sup>774</sup> · *Rahmen aus Kunststoff (PVC) <sup>775</sup> , Holz <sup>776</sup> ; Beschläge aus Kunststoff o. Metall <sup>777</sup>	· *ggf. Verbundfenster <sup>780</sup> · Aufwendigere Rahmen, *Rahmen aus Aluminium <sup>781</sup> ,	· *ggf. Kastenfenster <sup>785</sup> · *Rahmen aus Aluminium o. Stahl <sup>786</sup> , Holz-Alu <sup>787</sup> , ggf.

- 755 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4109-1 – Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.  
756 VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.  
757 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 703.  
758 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 134-136.  
759 Vgl. ebenda, S. 148.  
760 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 148-150.  
761 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 47.  
762 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 838.  
763 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 595.  
764 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 81-82.  
765 Vgl. ebenda, S. 81-82.  
766 Vgl. ebenda, S. 81-82.  
767 Vgl. ebenda, S. 81-82.  
768 Vgl. ebenda, S. 120.  
769 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 116.  
770 Herkömmliche Isolierverglasungen aus zwei Scheiben mit eingeschlossener Luft im Scheibenzwischenraum (SZR) wurden durch die Wärmedämmverglasung (auch Wärmedämmglas) mit gering wärmeleitfähigem Gas (meist Argon) im SZR verdrängt. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 614.  
771 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 771.  
772 Vgl. ebenda S. 714.  
773 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 115.  
774 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 537.  
775 Um die erforderliche Steifigkeit von Kunststofffenstern zu erreichen, enthalten diese i. d. R. Verstärkungen aus Stahl oder Aluminium. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 540-542.  
776 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 518.  
777 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 284.  
780 Vgl. ebenda, S. 537.  
781 Rahmenprofile für Aluminiumfenster werden fast ausschließlich als über Kunststoffstege oder Hartschaumkerne (Kunststoffvergussmasse) verbundene Aluminiumschalen hergestellt, um eine thermische Trennung zwischen Innen- und Außenseite des Profils zu erzeugen. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 533.  
785 Vgl. ebenda, S. 537.  
786 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 146.  
787 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 530.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Fensterbänke innen aus Kunststein o. beschichtetem Holz<sup>778</sup>, außen aus Aluminium o. anderen Metallen o. Kunststoff<sup>779</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Holz-Alu<sup>782</sup>, Kunststoff-Alu<sup>783</sup>, Beschläge aus Metall</li> <li>· *Fensterbänke innen aus Naturstein<sup>784</sup>, außen aus Aluminium o. anderen Metallen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kerngedämmte Rahmen o.ä.<sup>788</sup>, Beschläge wie mittlerer Standard</li> <li>· *Fensterbänke (sofern vorhanden) wie mittlerer Standard</li> </ul>
Sonnenschutz und Blendschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Senkrechtmarkise mit Kurbelantrieb<sup>789</sup></li> <li>· *Stoffrollo (mit unterer Ausstellvorrichtung)<sup>790</sup>, Markise (Acrylgewebe<sup>791</sup>)</li> <li>· *Stoffvorhang, innenliegend<sup>792</sup></li> <li>· *feststehende, starre Sonnenschutzanlage<sup>793</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sonnenschutzglas</li> <li>· *Außenjalousie/ Raffstore (z.B. Aluminium)<sup>794</sup></li> <li>· *Schiebe- oder Klappläden<sup>795</sup></li> <li>· *Jalousie/ Raffstore, innenliegend<sup>796</sup></li> <li>· Sonnenschutzsteuerung *raumweise elektrisch steuerbar<sup>797</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sonnenschutzglas</li> <li>· *bewegliche Lamellenkonstruktion (Vertikal- oder Horizontal-Lamellen)<sup>798</sup></li> <li>· *Jalousie/ Raffstore, innenliegend<sup>799</sup></li> <li>· *Sonnenschutz ggf. im Scheibenzwischenraum (SZR)<sup>800</sup></li> <li>· *Sonnenschutzsteuerung im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation</li> </ul>
Einbruchschutz, Widerstandsklasse (Fenster, Türen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *keine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *ggf. erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627<sup>801</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627</li> </ul>
Türen außen <sup>802</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Drehflügeltüren<sup>803</sup></li> <li>· *Rahmentüren (ähnlich zu bodentiefen Fenstern), mehrschalige (aufgedoppelte) Türblattkonstruktionen<sup>804</sup></li> <li>· *Materialien: Kunststoff (PCV-Hohlkammerprofile<sup>805</sup>), Holz/ Holzwerkstoff, ggf. mit Verglasungsanteil<sup>806</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Höherwertige Türanlagen</li> <li>· *Drehflügeltüren</li> <li>· *Karusselltüren<sup>807</sup></li> <li>· *Türen mit Rahmenprofilen aus Metall<sup>808</sup>, Türarten wie niedriger Standard</li> <li>· *Materialien: Aluminium, Stahl, Stahl-Alu, Verbundkonstruktion mit Kunststoff, Verglasungsanteil<sup>809</sup></li> <li>· *elektrische Türsteuerung<sup>810</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· hochwertige Materialien, *Ganzglastüren (Sicherheitsglas) ggf. mit Rahmenkonstruktion aus Metall<sup>811</sup></li> <li>· Automattüren *bspw. als Schiebetüren mit automatischem Türantrieb<sup>812</sup> o. automatisch drehende Karusselltür</li> </ul>

**Tabelle 7-1: Baukonstruktion Büro.**

778 Vgl. ebenda, S. 482.

779 Vgl. ebenda, S. 484.

782 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 530-532.

783 Vgl. ebenda, S. 545.

784 Vgl. ebenda, S. 482.

788 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 286.

789 Vgl. Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

790 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

791 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 557.

792 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

793 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 355.

794 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

795 Vgl. ebenda, S. 67.

796 Vgl. ebenda, S. 67.

797 Vgl. Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015, S. 36.

798 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

799 Vgl. Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

800 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 117.

801 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN EN 1627:2011-09 – Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung.

802 Die Außentür bzw. Gebäudeeingangstür stellt zusammen mit Vordach, Windfang, Klingel-, Sprech-, Briefkastenanlage, Schuhabstreifer, etc. eine Einheit dar. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 601.

803 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 310.

804 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 622-623.

805 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 634.

806 Vgl. ebenda, S. 614-616.

807 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 310.

808 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 630-631.

809 Vgl. ebenda, S. 628-636.

810 Vgl. Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

811 Vgl. ebenda, S. 636.

812 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 637.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Gebäude Büro – TGA				
	Ausstattungsniveau	Niedrig	Mittel	Hoch
<b>Sanitäreinrichtungen (Toilettenräume)</b>				
	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>· ausreichende Anzahl an Toilettenräumen<sup>813</sup> in Standard-Ausführung</li> <li>· *lichte Raumhöhe ggf. geringer als in Aufenthaltsräumen<sup>814</sup></li> <li>· *Fußboden und Wand-(Teil-)Oberflächen gefliest<sup>815</sup> Fliesen bis mindestens ca. 2 m Raumhöhe<sup>816</sup></li> <li>· *mind. 1 Steckdose je Raum, 1 Lichtauslass je 5 m<sup>2</sup><sup>817</sup></li> <li>· *Decken-/ Wandbeleuchtung u. ggf. Spiegelbeleuchtung<sup>818</sup></li> <li>· *maximal 10 Toiletten (und/ oder 10 Urinale) je Raum<sup>819</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *bei Trockenbauwänden: imprägnierter Gipskarton und doppelte Beplankung<sup>820</sup></li> <li>· *Fußboden und Wand-Oberflächen raumhoch<sup>821</sup> und hochwertiger gefliest</li> <li>· *Licht-Bewegungsmelder<sup>822</sup></li> <li>· *maximal 10 Toiletten (und/ oder 10 Urinale) je Raum<sup>823</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „großzügige“ Toilettenanlage</li> <li>· *durch weniger als 10 Toiletten (und/ oder 10 Urinale) je Raum<sup>824</sup></li> </ul>
	Sanitärobjekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette<sup>825</sup> als Tiefspülbecken, wandhängend<sup>826</sup> mit Aufputz-Spülkasten<sup>827</sup>; Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>828</sup></li> <li>· *Handwaschbecken<sup>829</sup>; Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>830</sup></li> <li>· *Urinal<sup>831</sup> mit Wasserspülung<sup>832</sup>; Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>833</sup></li> <li>· *Armaturen als Einhebelmischer o. mit Selbstschlussfunktion<sup>834</sup>; Messing</li> <li>· *Zubehör: Seifenspender, Händetrocknung mit Papierhandtuchspender, Spiegel, Abfallbehälter<sup>835</sup>, wandhängende</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette wie niedriger Standard, mit Wandeinbauspülkasten<sup>837</sup></li> <li>· *Handwaschbecken wie niedriger Standard</li> <li>· *Urinal wie niedriger Standard, mit Trennwand, ggf. wasserlos<sup>838</sup></li> <li>· *Armaturen wie niedriger Standard o. berührungslose Ausführung<sup>839</sup>; Messing o. Edelstahl</li> <li>· *Zubehör wie niedriger Standard, Händetrocknung mit Stoffhandtuchspender<sup>840</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette wie mittlerer Standard</li> <li>· *Handwaschbecken aus Naturstein<sup>841</sup></li> <li>· *Urinal wie mittlerer Standard, wasserlos</li> <li>· *Armaturen berührungslose Ausführung<sup>842</sup>; Messing o. Edelstahl</li> <li>· *Zubehör wie niedriger Standard, Händetrocknung mit automatischem Warmluft-Händetrockner<sup>843</sup></li> </ul>

813 Anzahl der Sanitärobjekte gem. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 1 und 3.

814 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 19.

815 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Ziff. 16.

816 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 66.

817 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 14.

818 Vgl. ebenda, Ziff. 14.2-14.3.

819 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Ziff. 15.

820 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 13.

821 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Ziff. 17.

822 Vgl. ebenda Ziff. 14.4.

823 Vgl. ebenda, Ziff. 15.

824 Vgl. ebenda, Ziff. 15.

825 Anzahl und Erforderlichkeit gem. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 1 und 3.

826 Vgl. ebenda, Ziff. 6.1.6.

827 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 54-55.

828 Vgl. ebenda, S. 52.

829 Anzahl und Erforderlichkeit gem. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 1 und 3.

830 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 48.

831 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 1 und 3.

832 Vgl. ebenda, Ziff. 6.1.8.

833 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 54.

834 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 11.

835 Vgl. ebenda, Ziff. 6.1.2.

837 Vgl. ebenda, S. 53.

838 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Ziff. 6.1.8.

839 Vgl. ebenda, Tab. 11.

840 Vgl. ebenda, Ziff. 8.2.1.

841 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 48.

842 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Ziff. 17.

843 Vgl. ebenda, Ziff. 8.2.1.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

		Toilettenbürstengarnitur und Papierrollenhalter <sup>836</sup>	
Wärmeversorgungsanlagen			
Heizung, Wärme-Erzeugung	· Elektronisch gesteuerte Fern- oder Zentralheizung · Niedertemperatur- oder Brennwertkessel	· *wie niedriger Standard für Solarkollektoren für Warmwassererzeugung	· Blockheizkraftwerk, *Kraft-Wärme-Kopplung · Wärmepumpe · Hybrid-Systeme · Klimaanlage · Solarkollektoren für Warmwassererzeugung und Heizung
Heizung, Wärme-Übertragung <sup>844</sup>	· *Flach-/ Plattenheizkörper o. Röhrenheizkörper aus Stahl und unterhalb von Fenstern <sup>845</sup>	· Fußbodenheizung *bzw. allgemein: Flächenheizsysteme <sup>846</sup> wie z.B. thermisch aktive Deckensysteme <sup>847</sup> (Heizdecke als Deckensegel <sup>848</sup> )	· Klimaanlage *ggf. in Verbindung mit Heizung über Flächenheizsysteme <sup>849</sup> (vollflächige/ geschlossene Heizdecke <sup>850</sup> ) · *Konvektoren <sup>851</sup> bspw. Unterflurkonvektoren <sup>852</sup> i. V. m. Flächen-/ Fußbodenheizung <sup>853</sup>
Raumluftechnische Anlagen (Lüftung, Klimatisierung, Kälteanlagen)			
Lüftung	· *natürliche Fensterlüftung <sup>854</sup> oder Schachtlüftung <sup>855</sup> · *mechanische Lüftung gem. Art. 42 BayBO für fensterlose Bäder (oder soweit anderweitig erforderlich) über zentrale o. dezentrale Abluftanlage in Bädern und Nachströmung über Außenluftdurchlässe (ALD) in Fassade <sup>856</sup>	· dezentrale [mechanische] Lüftung mit Wärmetauscher *(Wärmerückgewinnung aus Abluft und Temperierung der einströmenden Außenluft <sup>857</sup> ) · *dezentrale Lüftung (Fassadenlüftungsanlagen) kombiniert mit zentraler Abluftanlage <sup>858</sup> · *Luftschieferanlage an Zugängen mit kombiniertem Gerät für Luftauslass und Absaugung über Tür <sup>859</sup>	· zentrale [mechanische] Lüftung mit Wärmetauscher · *Luftschieferanlage an Zugängen mit Luftauslass über Tür, Absaugung im Fußbodenbereich <sup>860</sup>
Kühlung <sup>861</sup>	· *ggf. notwendig (Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gem. § 14 GEG i. V. m. DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8 <sup>862</sup> );	· *dezentrale Klimaanlage bzw. dezentrale Lüftung i. V. m. Kühlung über Flächenheiz-/kühlssysteme <sup>864</sup> bspw. thermisch aktive Deckensysteme	· Klimaanlage *(Zuluft-Kühlung <sup>868</sup> ) i. V. m. Kühlung über Flächenheiz-/kühlssysteme <sup>869</sup> (vollflächige/ geschlossene

836 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 66.

844 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 399.

845 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 299-301.

846 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 580.

847 Vgl. ebenda, S. 635-638.

848 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 312.

849 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 412.

850 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 312.

851 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 405.

852 Vgl. Merkt, Franz: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Büroimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015, S. 37.

853 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 304-305.

854 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 84-85.

855 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 341.

856 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 768-769.

857 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 348.

858 Vgl. ebenda, S. 414.

859 Vgl. ebenda, S. 419.

860 Vgl. ebenda, S. 419.

861 Durch bauliche und passive Maßnahmen soll die Notwendigkeit von Kälteanlagen im Allgemeinen und der Einsatz von Klimaanlage im Besonderen (durch Verwendung von Wasser-Kühlssystemen, Bauteilaktivierung o.ä.) möglichst vermieden werden. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 357 und S. 600.

862 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4108-2 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

864 Eine Kühlung allein durch das Medium Luft gilt bei hohen Kühllasten als unwirtschaftlich und ist deswegen bspw. durch Kühldeckensysteme zu ergänzen. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 633.

868 Raumlufanlagen in Kombination mit Flächenheiz-/kühlssystemen stellen für Nichtwohngebäude eine bessere Möglichkeit als eine alleinige Klimaanlage dar (höherer Raumkomfort und geringerer Energieverbrauch). Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 412.

869 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 635.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	bspw. niedriges, elektrisches Umluftkühlgerät <sup>863</sup>	(Kühldecke als Deckensegel <sup>865</sup> ), Bauteilaktivierung, o.ä. <sup>866</sup> · *alternativ: Kühlung über Split- bzw. Multisplitanlagen <sup>867</sup> · *Kälteerzeugung mit Kältemaschinen auf dem Dach	Kühldecke <sup>870</sup> , Bauteilaktivierung, o.ä. · *alternativ: (Multi-)Splitanlagen wie mittlerer Standard · *Kälteerzeugung wie mittlerer Standard
Regelung Raumklima	· *keine	· Temperatur und Feuchte regelbar	· *Temperatur und Feuchte regelbar im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation <sup>871</sup>
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen			
Elektrik, Beleuchtung	· „zeitgemäße“ Anzahl an Steckdosen und Lichtauslässen · *herkömmliche Schalter (Wippschalter) <sup>872</sup> · *Aufputz- o. Unterputz-Schalter und -Dosen <sup>873</sup> · Blitzschutz *(sofern gem. Art. 44 BayBO erforderlich); Fundamenterde <sup>874</sup> · Zählerschrank mit Unterverteilung und Kippsicherung · *Leuchtstofflampen <sup>875</sup> in Deckenanbauleuchten als Einzelleuchten <sup>876</sup>	· hochwertige Abdeckungen · hochwertige Beleuchtung · „zahlreiche“ Steckdosen und Lichtauslässe · *Sensorschalter (Berührung), Annäherungsschalter (Bewegungsmelder) <sup>877</sup> · *Unterputz-Schalter und -Dosen <sup>878</sup> · *Leuchtstofflampen in Deckeneinbauleuchten (bspw. Spiegelrasterleuchten aus Aluminium) als Lichtbänder <sup>879</sup>	· *drahtlose Infrarot-Fernschalter (Unterputz), Annäherungsschalter (Bewegungsmelder) <sup>880</sup> · *Leuchtstofflampen für Lichtdecken <sup>881</sup> o. wie mittlerer Standard
Leitungsführung	· Kabelkanäle *als Fensterbank-/Brüstungskanäle, Wandkanäle <sup>882</sup> (Alu/ Stahl/ Kunststoff <sup>883</sup> ) · *als Unterflurkanäle im Bodenaufbau integriert <sup>884</sup> · *als Fußleisteninstallation <sup>885</sup> (Sockelkanal) · *ansonsten Unterputz, untergeordnete Nebenräume ggf. Aufputz	· Doppelboden mit Bodentanks *(Auslässe als oberflächenbündige Kästen mit Klappdeckel <sup>886</sup> ), Aluminium, Edelstahl · *Hohlraumboden mit Bodentanks <sup>887</sup> (auch PVC) · *ansonsten: wie niedriger Standard	· *Doppelboden mit Bodentanks wie mittlerer Standard · *ansonsten: wie niedriger Standard
Telekommunikations-, Informations- & Sicherheits-Technik	· *auskömmliche Anzahl an Anschlüssen	· „ausreichende Anzahl“ LAN-Anschlüsse · elektronische Zugangskontrolle · *ggf. elektronische Schließsysteme (elektronische Türschlösser, Transpondertechnik) <sup>888</sup>	· Videoanlage · *elektronische Schließsysteme (elektronische Türschlösser, Transpondertechnik) <sup>889</sup>
Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	· *Brandmelder mit akustischem Signalgeber <sup>890</sup>	· *wie niedriger Standard und ggf. Personenrufanlage	· zentrale Alarmanlage; *(nicht vorgeschriebene) automatische

863 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 322.

865 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 312.

866 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 713.

867 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 322.

870 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 312.

871 Vgl. ebenda, S. 320.

872 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 453.

873 Vgl. ebenda, S. 453-454.

874 Vgl. ebenda, S. 467.

875 Vgl. ebenda, S. 512.

876 Vgl. ebenda, S. 496-498.

877 Vgl. ebenda, S. 453.

878 Vgl. ebenda.

879 Vgl. ebenda, S. 496-498.

880 Vgl. ebenda, S. 453.

881 Vgl. ebenda, S. 499.

882 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 593.

883 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 477.

884 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 72.

885 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 451.

886 Vgl. ebenda, S. 475.

887 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 72.

888 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 739-742.

889 Vgl. ebenda, S. 739-742.

890 Vgl. ASR A2.2 – Maßnahmen gegen Brände, Ziff. 5.1.



## Anhang A: Ausstattungsstandards

			Brandmeldeanlage (BMA) <sup>891</sup> i. V. m. der Alarmierungsanlage, gem. Ziff. 2 & 3 TR TGA (BayTB) <sup>892</sup>
			· *(nicht vorgeschriebene) Brandfallsteuerung von Aufzügen gem. Ziff. A.2.1.15.3 BayTB
			· *Einbruchmeldeanlage <sup>893</sup>
			· *wie mittlerer Standard mit Personenrufanlage
Gebäudeautomation <sup>894</sup> , Mess-Steuer-Regelungstechnik, Gebäudeleitsystem <sup>895</sup>			
GA, MSR	· *keine	· *keine	· Bus-System *in KNX-/ BACnet-/ OPC-Standard <sup>896</sup>
Förderanlagen			
Aufzüge	· *Personenaufzugsanlagen (gem. Art. 37 Abs. 4 BayBO) mit Fahrkorb aus Stahlrahmengerüst und Verkleidung aus nicht brennbarem Material <sup>897</sup>	· Personenaufzugsanlagen · *Kabineninnengestaltung höherwertige Materialien · *Tür wie niedriger Standard	· aufwendige Personenaufzugsanlagen · *Kabineninnengestaltung hochwertige Materialien · *Tür wie niedriger Standard
	· *Kabineninnengestaltung vielfältig bspw. mit Spiegelflächen <sup>898</sup>		
	· *automatische, zentral öffnende o. einseitig öffnende (Teleskop-) Schiebetüren <sup>899</sup>		
Nutzungsspezifische Anlagen <sup>900</sup>			
Feuerlöschanlagen, Sprinkler <sup>901</sup>	· *Handfeuerlöscher <sup>902</sup>	· *(nicht vorgeschriebene) nichtselbsttätige Feuerlöschanlagen in Form von Feuerlösch-Steigleitungen mit Wandhydranten <sup>903</sup> gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	· *wie mittlerer Standard u. (nicht vorgeschriebene) automatische (selbsttätige) Feuerlöschanlagen bspw. als Sprinkleranlage <sup>904</sup> gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)

**Tabelle 7-2: Technische Gebäudeausrüstung Büro.**

891 Vgl. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (Hrsg.): VdS 2000 – Richtlinien für den Brandschutz im Betrieb. Verlag: VdS Schadenverhütung. Köln 2010, Ziff. 5.1.2.

892 Technische Regel Technische Gebäudeausrüstung (TR TGA) – Anhang 14 BayTB (Ausgabe April 2021).

893 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 714.

894 Gemäß Kostengruppe 480 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen): Einrichtungen zur automatischen Durchführung von technischen Funktionsabläufen.

895 Die Verbindung mehrerer Automations-Einzelgeräte zu einem übergeordneten, zentralen System über ein Datenübertragungsnetz wird als Gebäudeleitsystem bezeichnet und besteht aus Bediengeräten, Serverstationen und Ausgabegeräten. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 562-563.

896 Europäische Datenübertragungsstandards der Haus- und Gebäudesystemtechnik. Vgl. ebenda, S. 562.

897 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 571.

898 Vgl. ebenda, S. 573.

899 Vgl. ebenda, S. 578

900 Gemäß Kostengruppe 470 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen).

901 Auch wenn behördlich nicht vorgeschrieben, können Feuerlöschanlagen eingeplant werden, um einen wesentlichen Prämienabschlag bei Versicherungen zu erzielen. Als Grundlage dienen die Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS). Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 181.

902 Vgl. ASR A2.2 – Maßnahmen gegen Brände, Ziff. 5.2.

903 Vgl. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (Hrsg.): VdS 2000 – Richtlinien für den Brandschutz im Betrieb. Verlag: VdS Schadenverhütung. Köln 2010, Ziff. 5.3.2.

904 Vgl. ebenda, Ziff. 5.2.

## Ausstattungsstandards Hotel

In diesem Abschnitt werden die Ausstattungsstandards für Hotelgebäude der Gebäudeklasse 5 auf Basis der Sachwertrichtlinie und weiterer Literatur mit (\*) beschrieben, angelehnt an MAIR<sup>905</sup>. Es wird dabei Baukonstruktion und technische Gebäudeausrüstung (TGA) unterschieden.

Gebäude Hotel – Baukonstruktion				
Ausstattungsniveau	Niedrig	Mittel	Hoch	
Wände, Stützen, Decken				
Außenwände	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ein-/zweischalige Konstruktion (Mauerwerk) *bspw. Porenbeton, Kalksandstein<sup>906</sup></li> <li>*Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verblendmauerwerk, zweischalige Konstruktion *Vorsatzschale aus Klinker oder Naturstein (hinterlüftet oder mit Kerndämmung)<sup>907</sup></li> <li>*Stahlbeton</li> <li>*Mauerwerk</li> <li>*Elemente zur Ausfachung der Skelettwischenräume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*in Abhängigkeit der Fassade, ggf. wie mittlerer Standard</li> </ul>	
Bauweise/ Tragwerk	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massivbauweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massivbauweise</li> <li>*Skelettbauweise (mit aussteifendem Kern)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*wie mittlerer Standard</li> </ul>	
Decken/ Stützen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>„große Spannweiten“</li> <li>*Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>„größere Spannweiten“</li> <li>*Stahlbeton</li> </ul>	
Innenwände nichttragend	<ul style="list-style-type: none"> <li>Massive Wände *(i.d.R. Mauerwerk)<sup>908</sup></li> <li>gedämmte Ständerkonstruktionen (Trockenbau)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sichtmauerwerk</li> <li>*Trockenbauwände (GK oder Faserzement)<sup>909</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wandabläufe z.B. Pfeilervorlagen</li> <li>*Trockenbauwand wie mittlerer Standard mit gleitendem Deckenanschluss<sup>910</sup></li> </ul>	
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren				
Oberflächen (Putzoberfl. Decke, Wände <sup>911</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2<sup>912</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Qualitätsstufe Q 3 - Q 4 gem. DIN 18550-2</li> </ul>	
Decke	<ul style="list-style-type: none"> <li>niedriger Putz/ *Verspachtelung, Anstrich</li> <li>Deckenverkleidung *-bekleidung<sup>913</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*abgehängte Decken (Anschluss als Schattenfuge o.ä.<sup>914</sup>) im Flur und Eingangsbereich der Zimmer</li> <li>*Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Deckenvertäfelung (Edelholz, Metall)<sup>915</sup></li> <li>*wie mittlerer Standard</li> </ul>	
Wände	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> <li>*Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich<sup>916</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Akustikputz *bzw. übl. Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> <li>*höherwertige Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich</li> </ul>	
Bodenbelag	<ul style="list-style-type: none"> <li>Linoleum, *PVC, Polyolefin, Quarzvinyl<sup>917</sup></li> <li>PVC</li> <li>Fliesen</li> <li>Kunststeinplatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Natursteinplatten</li> <li>hochwertige Fliesen</li> <li>Terrazzo</li> <li>hochwertige Massivholzböden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hochwertiges Parkett</li> <li>hochwertige Natursteinplatten</li> <li>hochwertige Edelholzböden</li> </ul>	

905 Mair, T.: Graue Energie im Lebenszyklus in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. Masterarbeit. Technische Universität München, 2021, S. 178-185.

906 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 47.

907 Vgl. ebenda, S. 48.

908 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 673.

909 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 105.

910 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 675.

911 Putze (und Anstriche bzw. Beschichtungen) übernehmen je nach Dicke bestimmte bauphysikalische Funktionen und dienen außerdem der Oberflächengestaltung von Bauteilen. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 769.

912 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 18550-2 – Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze, Ziff. 6.10.2.

913 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 199.

914 Vgl. ebenda, S. 217-219.

915 Vgl. Sachwertrichtlinie, Anlage 2, Tab. 2.

916 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 857.

917 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 533-537.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	· *Laminat <sup>918</sup>		
Bodenaufbau (zw. Decke und Belag)	· *schwimmender Estrich, Dämmung	· *wie niedriger Standard	· *wie niedriger Standard
Treppen	· *Stahlbetontreppe mit Stabgeländer	· *wie niedriger Standard	· hochwertige breite Stahlbeton-Metalltreppenanlage mit hochwertigem Geländer
Türen innen <sup>919</sup>	· Schwere Türen · *Materialien: Kunststoff, Holz, ggf. Stahl o. Aluminium <sup>920</sup> · *Türdrückergarnituren aus Kunststoff mit Schlüsselrosette <sup>921</sup>	· Automatik-Flurzwischentüren, rollstuhlgerichte Bedienung · *ggf. Schallschutztüren <sup>922</sup> · *Materialien: Aluminium, Stahl, kunststoffbeschichtetes Holz · *Türdrückergarnituren aus Metall (Aluminium, Edelstahl, ...) mit Kurz- oder Langschild <sup>923</sup>	· Raumhohe aufwendige Türelemente · *zum Foyer: großflächige Ganzglas-Türanlagen mit fest eingebauten, raumhohen Seitenteilen und Oberlichtern aus Glas <sup>924</sup> · *Schallschutztüren <sup>925</sup> · *Türdrückergarnituren wie mittlerer Standard
Barrierefreiheit	· *gem. Art. 48 Abs. 2 BayBO für öffentlich zugängliche Gebäude: Barrierefreiheit für die dem allgemeinen Besucher- und Benutzerverkehr dienenden Teile nach DIN 18040-1:2010-10 und Anlage A 4.2/2 BayTB; Türschwellen (soweit technisch unabdingbar) ≤ 20 mm <sup>926</sup> · *Mind. 1% der Zimmer bzw. mind. 1 Zimmer rollstuhlgerichtet <sup>927</sup>		
<b>Bauphysik</b>			
Schallschutz	· *Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 <sup>928</sup>	· *ggf. erhöhte Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-5:2020-08 · *Fenster ggf. erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719 <sup>929</sup>	· *erhöhte Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-5:2020-08 · *Fenster erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719
Wärmeschutz	· *Mindestanforderungen nach GEG	· *ggf. erhöhte Wärmeschutzanforderungen	· *erhöhte Wärmeschutzanforderungen bspw. Passivhausstandard <sup>930</sup>
<b>Dach, Fassade, Außentüren</b>			
Dach	· *Flachdach als Warmdach	· *Flachdach als Warmdach, begehbar <sup>931</sup> , evtl. Dachbegrünung, extensiv <sup>932</sup>	· befahrbares Flachdach, Dachbegrünung *extensiv oder intensiv <sup>933</sup>
Fassade	· Wärmedämmverbundsystem (WDVS) *EPS, MW, etc. <sup>934</sup> , Klebefestigung o.ä. <sup>935</sup> · *Putzfassade <sup>936</sup> · *allgemein: Lochfassade (Fensterflächenanteil ca. 30%) <sup>937</sup>	· Verblendmauerwerk, zweischalig, hinterlüftet · Vorhangfassade, hinterlüftet (z.B. Naturschiefer) · *allgemein: Bandfassade (Fensterflächenanteil ca. 60%) <sup>938</sup>	· Natursteinfassade · Sichtbeton-Fertigteile · Elemente aus Kupfer-/Eloxablech · Mehrgeschossige Glasfassade · *allgemein: Elementfassade mit Fensterflächenanteil bis ca. 90% <sup>939</sup>
Fenster-Glas	· Zweifachverglasung, *Zwei-Scheiben-Isolierverglasung <sup>940</sup>	· Dreifachverglasung, Sonnenschutzglas, *Drei-	· Große feststehende Fensterflächen,

918 Vgl. ebenda, S. 529-531.

919 Feuer- und Rauchschutzabschlüsse etc. als selbstschließende Türen nach den gesetzlichen Anforderungen (Art. 27-34 BayBO, Abschnitt A 2 BayTB) werden hier nicht betrachtet.

920 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 181.

921 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 725-727.

922 Vgl. ebenda, S. 707.

923 Vgl. ebenda, S. 727.

924 Vgl. ebenda, S. 679-680.

925 Vgl. ebenda, S. 707.

926 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 607.

927 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 218.

928 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4109-1 – Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.

929 VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.

930 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 703.

931 Vgl. Brenk, W.; Döckmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 134-136.

932 Vgl. ebenda, S. 148.

933 Vgl. ebenda, S. 148-150.

934 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 47.

935 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 838.

936 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 595.

937 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 81-82.

938 Vgl. ebenda, S. 81-82.

939 Vgl. ebenda, S. 81-82.

940 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 116.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	bzw. Wärmeschutzverglasung <sup>941</sup>	Scheiben-Wärmeschutzverglasung <sup>942</sup> · *ggf. hochwertige Zweifachverglasung bspw. als Vakuumverglasung <sup>943</sup>	Spezialverglasung (Schall- und Sonnenschutz, *Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung o. hochwertige Zweifachverglasung wie mittlerer Standard) · *Einscheiben- (ESG) o. Verbund-Sicherheitsgläser (VSG) <sup>944</sup>
Fenster-Rahmen etc.	· *Einfachfenster <sup>945</sup> · *Rahmen aus Kunststoff (PVC) <sup>946</sup> , Holz <sup>947</sup> ; Beschläge aus Kunststoff o. Metall <sup>948</sup> · *Fensterbänke innen aus Kunststein o. beschichtetem Holz <sup>949</sup> , außen aus Aluminium o. anderen Metallen o. Kunststoff <sup>950</sup>	· *ggf. Verbundfenster <sup>951</sup> · Aufwendigere Rahmen, *Rahmen aus Aluminium <sup>952</sup> , Holz-Alu <sup>953</sup> , Kunststoff-Alu <sup>954</sup> , Beschläge aus Metall · *Fensterbänke innen aus Naturstein <sup>955</sup> , außen aus Aluminium o. anderen Metallen	· *ggf. Kastenfenster <sup>956</sup> · *Rahmen aus Aluminium o. Stahl <sup>957</sup> , Holz-Alu <sup>958</sup> , ggf. kerngedämmte Rahmen o.ä. <sup>959</sup> , Beschläge wie mittlerer Standard · *Fensterbänke (sofern vorhanden) wie mittlerer Standard
Sonnenschutz und Blendschutz	· *Stoffrollo (mit unterer Ausstellvorrichtung) <sup>960</sup> , Markise (Acrylgewebe <sup>961</sup> ) · *Stoffvorhang, innenliegend <sup>962</sup> · *feststehende, starre Sonnenschutzanlage <sup>963</sup>	· Sonnenschutzglas · *Außenjalousie/ Raffstore (z.B. Aluminium) <sup>964</sup> · *Sonnenschutzsteuerung	· Sonnenschutzglas · *bewegliche Lamellenkonstruktion (Vertikal- oder Horizontal-Lamellen) <sup>965</sup> · *Sonnenschutzsteuerung im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation, ggf. raumweise steuerbar
Einbruchschutz, Widerstandsklasse (Fenster, Türen)	· *keine	· *ggf. erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627 <sup>966</sup>	· *erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627
Türen außen <sup>967</sup>	· *Drehflügeltüren <sup>968</sup> · *Rahmentüren (ähnlich zu bodentiefen Fenstern), mehrschalige (aufgedoppelte) Türblattkonstruktionen <sup>969</sup>	· Automatik-Eingangstüren · *bspw. als Schiebetüren mit automatischem Türantrieb <sup>972</sup> o. automatisch drehende Karusselltür	· *wie mittlerer Standard; ggf. Ganzglastüren (Sicherheitsglas) bspw. mit Rahmenkonstruktion aus Metall <sup>975</sup>

941 Herkömmliche Isolierverglasungen aus zwei Scheiben mit eingeschlossener Luft im Scheibenzwischenraum (SZR) wurden durch die Wärmedämmverglasung (auch Wärmedämmglas) mit gering wärmeleitfähigem Gas (meist Argon) im SZR verdrängt. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 614.

942 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 771.

943 Vgl. ebenda, S. 714.

944 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 115.

945 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 537.

946 Um die erforderliche Steifigkeit von Kunststofffenstern zu erreichen, enthalten diese i. d. R. Verstärkungen aus Stahl oder Aluminium. Vgl. ebenda, S. 540-542.

947 Vgl. ebenda, S. 518.

948 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 284.

949 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 482.

950 Vgl. ebenda, S. 484.

951 Vgl. ebenda, S. 537.

952 Rahmenprofile für Aluminiumfenster werden fast ausschließlich als über Kunststoffstege oder Hartschaumkerne (Kunststoffvergussmasse) verbundene Aluminiumschalen hergestellt, um eine thermische Trennung zwischen Innen- und Außenseite des Profils zu erzeugen. Vgl. ebenda, S. 533.

953 Vgl. ebenda, S. 530-532.

954 Vgl. ebenda, S. 545.

955 Vgl. ebenda, S. 482.

956 Vgl. ebenda, S. 537.

957 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 146.

958 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 530.

959 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 286.

960 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

961 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 557.

962 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

963 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 355.

964 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

965 Vgl. ebenda.

966 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN EN 1627:2011-09 – Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung.

967 Inkl. Vordach, Windfang, Klingel-, Sprech-, Briefkastenanlage, Schuhabstreifer. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 601.

968 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 310.

969 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 622-623.

972 Vgl. ebenda, S. 637.

975 Vgl. ebenda, S. 636.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Materialien: Kunststoff (PCV-Hohlkammerprofile<sup>970</sup>), Holz/Holzwerkstoff, ggf. mit Verglasungsanteil<sup>971</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Rahmenprofil aus Metall<sup>973</sup> o. Materialien: Aluminium, Stahl, Stahl-Alu, Verbundkonstruktion mit Kunststoff, Verglasungsanteil<sup>974</sup></li> </ul>
--	--	---

**Tabelle 7-3: Baukonstruktion Hotel.**

Gebäude Hotel – TGA				
	Ausstattungsniveau	Niedrig	Mittel	Hoch
Sanitäreinrichtungen				
	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>· mehrere WCs und Duschbäder je Geschoss *je Zimmer ein Duschbad mit WC<sup>976</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· je Raum ein Duschbad mit WC *oder Wannenbad mit WC<sup>977</sup></li> <li>· *ggf. Bad im Zimmer integriert, nur WC separater Raum<sup>978</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· je Raum ein Duschbad mit WC *und Badewanne<sup>979</sup></li> <li>· *Bad im Zimmer integriert, nur WC separater Raum<sup>980</sup></li> </ul>
	Sanitärobjekte Hotelzimmer <sup>981</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette als Tiefspülbecken, bodenstehend, Aufputz-Spülkasten<sup>982</sup>; Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>983</sup></li> <li>· *Dusche mit Duschvorhang<sup>984</sup>; Sanitäracryl, emaillierter Stahl, Mineralguss<sup>985</sup></li> <li>· *Handwaschbecken aus Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>986</sup></li> <li>· *Armaturen als Einhebelmischer<sup>987</sup>; Messing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette als Tiefspülbecken, wandhängend, Wandeinbauspülkasten<sup>988</sup></li> <li>· *Dusche, bodengleich, mit Duschwand aus Kunststoff<sup>989</sup>; flache Duschtassen, Wannenmaterial wie niedriger Standard</li> <li>· *(oder) Badewanne aus Sanitäracryl, emaillierter Stahl, Mineralguss<sup>990</sup></li> <li>· *Handwaschbecken wie niedriger Standard</li> <li>· *Armaturen als Einhebelmischer; Messing o. Edelstahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· in „guter Ausstattung“</li> <li>· *Toilette wie mittlerer Standard</li> <li>· *Dusche, bodengleich, mit Duschwand aus Sicherheitsglas, ggf. feststehende Kopfbrause (bspw. Rainshower)<sup>991</sup>; Boden der Dusche als abgedichteter Fußboden (Platten)</li> <li>· *Badewanne ggf. größer; Material wie niedriger Standard o. Naturstein- o. Holz- o. Betonwanne<sup>992</sup></li> <li>· *Handwaschbecken aus Naturstein<sup>993</sup></li> <li>· *Armaturen als Einhebelmischer o. Thermostat-Armatur<sup>994</sup></li> </ul>
	Sanitärobjekte Arbeitsstätte bzw. öffentlicher Gästebereich	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette<sup>995</sup> als Tiefspülbecken, wandhängend<sup>996</sup> mit Aufputz-Spülkasten<sup>997</sup>; Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>998</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette wie niedriger Standard, mit Wandeinbauspülkasten<sup>1007</sup></li> <li>· *Handwaschbecken wie niedriger Standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette wie mittlerer Standard</li> <li>· *Handwaschbecken aus Naturstein<sup>1011</sup></li> <li>· *Urinal wie mittlerer Standard, wasserlos</li> </ul>

970 Vgl. ebenda, S. 634.

971 Vgl. ebenda, S. 614-616.

973 Vgl. ebenda, S. 630-631.

974 Vgl. ebenda, S. 628-636.

976 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 134.

977 Vgl. ebenda.

978 Vgl. ebenda, S. 260.

979 Vgl. ebenda.

980 Vgl. ebenda.

981 Zubehör wie Spiegel, Haartrockner, Seife etc. wird in der Kostengruppe 600 nach DIN 276 „Ausstattung und Kunstwerke“ bzw. FF&E (Furniture, Fixtures and Equipment) erfasst und wird deshalb hier nicht aufgeführt.

982 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 52-55.

983 Vgl. ebenda, S. 52.

984 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 133.

985 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 50-51.

986 Vgl. ebenda, S. 48.

987 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-4 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Hotelzimmer, Tab. 3.

988 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 52-55.

989 Vgl. ebenda, S. 52.

990 Vgl. ebenda, S. 50-51.

991 Vgl. ebenda, S. 52-53.

992 Vgl. ebenda, S. 50.

993 Vgl. ebenda, S. 48.

994 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-4 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Hotelzimmer, Tab. 3.

995 Anzahl und Erforderlichkeit gem. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 1 und 3.

996 Vgl. ebenda, Ziff. 6.1.6.

997 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 54-55.

998 Vgl. ebenda, S. 52.

1007 Vgl. ebenda, S. 53.

1011 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 48.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Handwaschbecken<sup>999</sup>, Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1000</sup></li> <li>· *Urinal<sup>1001</sup> mit Wasserspülung<sup>1002</sup>, Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1003</sup></li> <li>· *Armaturen als Einhebelmischer o. mit Selbstschlussfunktion<sup>1004</sup>; Messing</li> <li>· *Zubehör: Seifenspender, Händetrocknung mit Papierhandtuchspender, Spiegel, Abfallbehälter<sup>1005</sup>, wandhängende Toilettenbürstengarnitur und Papierrollenhalter<sup>1006</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Urinal wie niedriger Standard, mit Trennwand, ggf. wasserlos<sup>1008</sup></li> <li>· *Armaturen wie niedriger Standard o. berührungslose Ausführung<sup>1009</sup>; Messing o. Edelstahl</li> <li>· *Zubehör wie niedriger Standard, Händetrocknung mit Stoffhandtuchspender<sup>1010</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Armaturen berührungslose Ausführung<sup>1012</sup>; Messing o. Edelstahl</li> <li>· *Zubehör wie niedriger Standard, Händetrocknung mit automatischem Warmluft-Händetrockner<sup>1013</sup></li> </ul>
Wärmeversorgungsanlagen			
Heizung, Wärme-Erzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Elektronisch gesteuerte Fern- oder Zentralheizung</li> <li>· Niedertemperatur- oder Brennwertkessel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *wie niedriger Standard</li> <li>· Solarkollektoren für Warmwassererzeugung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Blockheizkraftwerk, *Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>· Wärmepumpe</li> <li>· Hybrid-Systeme</li> <li>· Klimaanlage</li> <li>· Solarkollektoren für Warmwassererzeugung und Heizung</li> <li>· *offener Kamin im Foyer (vorrangig als gestalterisches Mittel)<sup>1014</sup></li> </ul>
Heizung, Wärme-Übertragung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Flach-/ Plattenheizkörper o. Röhrenheizkörper aus Stahl und unterhalb von Fenstern<sup>1015</sup> und in Bädern<sup>1016</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Heizkörper in Bädern wie niedriger Standard</li> <li>· *dezentrale Klimaanlage<sup>1017</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Klimaanlage *ggf. in Verbindung mit Bauteilaktivierung<sup>1018</sup></li> <li>· *Heizkörper in Bädern wie niedriger Standard</li> </ul>
Raumlufttechnische Anlagen (Lüftung, Klimatisierung, Kälteanlagen)			
Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Fensterlüftung</li> <li>· *mechanische Lüftung gem. Art. 42 BayBO für fensterlose Bäder (oder soweit anderweitig erforderlich) über zentrale o. dezentrale Abluftanlage in Bädern und Nachströmung über Außenluftdurchlässe (ALD) in Fassade<sup>1019</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· dezentrale Lüftung mit Wärmetauscher</li> <li>· *(Wärmerückgewinnung aus Abluft und Temperierung der einströmenden Außenluft<sup>1020</sup>)</li> <li>· *dezentrale Lüftung (Fassadenlüftungsanlagen) kombiniert mit zentraler Abluftanlage<sup>1021</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· zentrale Lüftung mit Wärmetauscher</li> </ul>

999 Anzahl und Erforderlichkeit gem. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 1 und 3.

1000 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 48.

1001 Anzahl und Erforderlichkeit gem. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 1 und 3.

1002 Vgl. ebenda, Ziff. 6.1.8.

1003 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 54.

1004 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Tab. 11.

1005 Vgl. ebenda, Ziff. 6.1.2.

1006 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 66.

1008 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Ziff. 6.1.8.

1009 Vgl. ebenda, Tab. 11.

1010 Vgl. ebenda, Ziff. 8.2.1.

1012 Vgl. Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 6000-2, Ausstattung von Sanitärräumen, Arbeitsstätten und Arbeitsplätze, Ziff. 17.

1013 Vgl. ebenda, Ziff. 8.2.1.

1014 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 330.

1015 Vgl. ebenda, S. 299-301.

1016 Vgl. Kroll, Stefanie: Vergleich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten im Lebenszyklus von Hotel- und Büroimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 81.

1017 Vgl. ebenda, S. 83.

1018 Raumlufteinrichtungen in Kombination mit Flächenheiz-/kühlensystemen stellen für Nichtwohngebäude eine bessere Möglichkeit als eine alleinige Klimaanlage dar (höherer Raumkomfort und geringerer Energieverbrauch). Vgl. Brenk, W.; Döckmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 412.

1019 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 768-769.

1020 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 348.

1021 Vgl. ebenda, S. 414.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Kühlung <sup>1022</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *ggf. notwendig (Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gem. § 14 GEG i. V. m. DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8 <sup>1023</sup>); bspw. einfaches, elektrisches Umluftkühlgerät<sup>1024</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *dezentrale Klimaanlage als Split- bzw. Multisplitanlagen<sup>1025</sup> ggf. i. V. m. Bauteilaktivierung<sup>1026</sup></li> <li>· *Kälteerzeugung mit Kältemaschinen auf dem Dach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· zentrale Klimaanlage *(Zuluft-Kühlung<sup>1027</sup>) ggf. i. V. m. Bauteilaktivierung<sup>1028</sup></li> <li>· *alternativ: (Multi-)Splitanlagen wie mittlerer Standard</li> <li>· *Kälteerzeugung wie mittlerer Standard</li> </ul>
Regelung Raumklima	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *keine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Temperatur und Feuchte regelbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Temperatur und Feuchte regelbar im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation<sup>1029, 1030</sup></li> </ul>
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen			
Elektrik, Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „zeitgemäße“ Anzahl an Steckdosen und Lichtauslässen</li> <li>· *herkömmliche Schalter (Wippschalter)<sup>1031</sup></li> <li>· *Aufputz- o. Unterputz-Schalter und -Dosen<sup>1032</sup></li> <li>· Blitzschutz *(sofern gem. Art. 44 BayBO erforderlich); Fundamenterder<sup>1033</sup></li> <li>· Zählerschrank mit Unterverteilung und Kippsicherung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· hochwertige Abdeckungen</li> <li>· „zahlreiche“ Steckdosen und Lichtauslässe</li> <li>· *Unterputz-Schalter und -Dosen<sup>1034</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *drahtlose Infrarot-Fernschalter (Unterputz)</li> </ul>
Leitungsführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *in Hotelzimmern Unterputz, untergeordnete Nebenräume ggf. Aufputz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *wie niedriger Standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *wie niedriger Standard</li> </ul>
Telekommunikations-, Informations- & Sicherheits- Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *auskömmliche Anzahl an Anschlüssen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „mehrere“ LAN- und Fernsehanschlüsse</li> <li>· elektronische Zugangskontrolle</li> <li>· *ggf. elektronische Schließsysteme (elektronische Türschlösser, Transpondertechnik im Scheckkartenformat)<sup>1035</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Videoanlage</li> <li>· *elektronische Schließsysteme (elektronische Türschlösser, Transpondertechnik im Scheckkartenformat)<sup>1036</sup></li> </ul>
Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *automatische Brandmeldeanlage (BMA) und zus. Handmelder nach § 9 BStättV und gem. Ziff. 2 &amp; 3 TR TGA (BayTB)<sup>1037</sup></li> <li>· *Brandfallsteuerung von Aufzügen gem. § 9 BStättV und gem. Ziff. A.2.1.15.3 BayTB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *wie niedriger Standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· zentrale Alarmanlage *wie niedriger Standard</li> <li>· *Einbruchmeldeanlage<sup>1038</sup></li> </ul>

1022 Durch bauliche und passive Maßnahmen soll die Notwendigkeit von Kälteanlagen im Allgemeinen und der Einsatz von Klimaanlage im Besonderen (durch Verwendung von Wasser-Kühlsystemen, Bauteilaktivierung o.ä.) möglichst vermieden werden. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 357 und S. 600.

1023 DIN Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4108-2 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

1024 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 322.

1025 Vgl. ebenda.

1026 Vgl. ebenda, S. 426.

1027 Raumluftanlagen in Kombination mit Flächenheiz-/kühlsystemen stellen für Nichtwohngebäude eine bessere Möglichkeit als eine alleinige Klimaanlage dar (höherer Raumkomfort und geringerer Energieverbrauch). Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 412.

1028 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 426.

1029 Vgl. ebenda, S. 320.

1030 Dabei ist darauf zu achten, dass die Möglichkeit der Beeinflussung durch den Nutzer gegeben sein soll. Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-4 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Hotelzimmer, Ziff. 6.

1031 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 453.

1032 Vgl. ebenda, S. 453-454.

1033 Vgl. ebenda, S. 467.

1034 Vgl. ebenda, S. 453.

1035 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 539.

1036 Vgl. ebenda.

1037 Technische Regel Technische Gebäudeausrüstung (TR TGA) – Anhang 14 BayTB (Ausgabe April 2021).

1038 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 714.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Gebäudeautomation <sup>1039</sup> , Mess-Steuer-Regelungstechnik, Gebäudeleitsystem <sup>1040</sup>				
GA, MSR	· keine	· *ggf. Bus-System <sup>1041</sup>	· Bus-System *in KNX-/ BACnet-/ OPC-Standard <sup>1042</sup>	
Förderanlagen				
Aufzüge	· Personenaufzugsanlagen *mit Fahrkorb aus Stahlrahmengerüst und Verkleidung aus nicht brennbarem Material <sup>1043</sup> · *Kabineninnengestaltung vielfältig bspw. mit Spiegelflächen <sup>1044</sup> · *automatische, zentral öffnende o. einseitig öffnende (Teleskop-) Schiebetüren <sup>1045</sup>	· *Personenaufzugsanlagen · *Kabineninnengestaltung höherwertige Materialien · *Tür wie niedriger Standard · *ggf. Lastenaufzugsanlagen <sup>1046</sup>	· aufwendige Personenaufzugsanlagen · *Kabineninnengestaltung höherwertige Materialien · *Tür wie niedriger Standard · *Lastenaufzugsanlagen	
Nutzungsspezifische Anlagen <sup>1047</sup>				
Feuerlöschanlagen, Sprinkler <sup>1048</sup>	· *Handfeuerlöscher <sup>1049</sup>	· *(nicht vorgeschriebene) nichtselbsttätige Feuerlöschanlagen in Form von Feuerlösch-Steigleitungen mit Wandhydranten <sup>1050</sup> gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	· *wie mittlerer Standard u. zus. (nicht vorgeschriebene) automatische (selbsttätige) Feuerlöschanlagen bspw. als Sprinkleranlage <sup>1051</sup> gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	

**Tabelle 7-4: Technische Gebäudeausrüstung Hotel.**

## Ausstattungsstandards Wohnen

In diesem Abschnitt werden die Ausstattungsstandards für Wohngebäude der Gebäudeklasse 5 auf Basis der Sachwerttrichtlinie und weiterer Literatur mit (\*) beschrieben, angelehnt an MAIR<sup>1052</sup>. Es wird dabei Baukonstruktion und technische Gebäudeausrüstung (TGA) unterschieden.

Gebäude Wohnen – Baukonstruktion			
Ausstattungsniveau	Niedrig	Mittel	Hoch
Wände, Stützen, Decken			
Außenwände	· Ein-/zweischaliges Mauerwerk, Leichtziegel, Kalksandstein, Gasbetonstein · *Stahlbeton	· Verblendmauerwerk, zweischalige Konstruktion · *Vorsatzschale aus Klinker oder Naturstein (hinterlüftet oder mit Kerndämmung) <sup>1053</sup>	· *in Abhängigkeit der Fassade, ggf. wie mittlerer Standard

1039 Gemäß Kostengruppe 480 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen): Einrichtungen zur automatischen Durchführung von technischen Funktionsabläufen.

1040 Die Verbindung mehrerer Automations-Einzelgeräte zu einem übergeordneten, zentralen System über ein Datenübertragungsnetz wird als Gebäudeleitsystem bezeichnet und besteht aus Bediengeräten, Serverstationen und Ausgabegeräten. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 562-563.

1041 Vgl. Kroll, Stefanie: Vergleich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten im Lebenszyklus von Hotel- und Büroimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017, S. 91-93.

1042 Europäische Datenübertragungsstandards der Haus- und Gebäudesystemtechnik. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 562.

1043 Vgl. ebenda, S. 571.

1044 Vgl. ebenda, S. 573.

1045 Vgl. ebenda, S. 578.

1046 Vor allem für den internen Transport von Waren. Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 352.

1047 Gemäß Kostengruppe 470 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen).

1048 Auch wenn behördlich nicht vorgeschrieben, können Feuerlöschanlagen eingeplant werden, um einen wesentlichen Prämienabschlag bei Versicherungen zu erzielen. Als Grundlage dienen die Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS). Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 181.

1049 Vgl. ASR A2.2 – Maßnahmen gegen Brände, Ziff. 5.2.

1050 Vgl. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (Hrsg.): VdS 2000 – Richtlinien für den Brandschutz im Betrieb. Verlag: VdS Schadenverhütung. Köln 2010, Ziff. 5.3.2.

1051 Vgl. ebenda, Ziff. 5.2.

1052 Mair, T.: Graue Energie im Lebenszyklus in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. Masterarbeit. Technische Universität München, 2021, S. 178-185.

1053 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 48.



## Anhang A: Ausstattungsstandards

		<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Stahlbeton</li> <li>· *Mauerwerk</li> <li>· *Elemente zur Ausfachung der Skelettwischenräume</li> </ul>	
Bauweise/ Tragwerk	· Massivbauweise	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Massivbauweise</li> <li>· *Schottenbauweise<sup>1054</sup></li> <li>· *Skelettbauweise (mit aussteifendem Kern)</li> </ul>	· *wie mittlerer Standard
Decken/ Stützen und Balkone/ Terrassen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Stahlbeton</li> <li>· *kein Balkon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Stahlbeton</li> <li>· *Balkon/ Terrasse, bspw. freitragender Balkon<sup>1055</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Stahlbeton</li> <li>· *Balkon/ Terrasse, bspw. wind- und sichtgeschützter Eckbalkon o. Loggia<sup>1056</sup></li> </ul>
Innenwände nichttragend	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Massive Wände *(i.d.R. Mauerwerk)<sup>1057</sup></li> <li>· gedämmte Ständerkonstruktion (Trockenbau)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sichtmauerwerk</li> <li>· *Trockenbauwände (GK oder Faserzement)<sup>1058</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Wandabläufe z.B. Pfeilervorlagen</li> <li>· *Trockenbauwand wie mittlerer Standard mit gleitendem Deckenanschluss<sup>1059</sup></li> <li>· *Verschiebbare Trennwände<sup>1060</sup></li> </ul>
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren			
Oberflächen (Putzoberfl. Decke, Wände <sup>1061</sup> )	· *Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2 <sup>1062</sup>	· *Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2	· *Qualitätsstufe Q 3 - Q 4 gem. DIN 18550-2
Decke	<ul style="list-style-type: none"> <li>· einfacher Putz/ *Verspachtelung, Anstrich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „zusätzlich“ Deckenverkleidung *bekleidung<sup>1063</sup></li> <li>· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Deckenvertäfelung (Edelholz, Metall)</li> <li>· *Deckenbekleidung mit Anschluss als Schattenfuge o.ä.<sup>1064</sup></li> </ul>
Wände	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> <li>· *Sockelleisten aus Kunststoff, Holz o. keramischen Fliesen<sup>1065</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> <li>· *Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich<sup>1066</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Brandschutzverkleidung</li> <li>· *höherwertige Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich</li> </ul>
Bodenbelag	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Linoleum, *PVC, Polyolefin, Quarzvinyl<sup>1067</sup></li> <li>· Teppich</li> <li>· Laminat</li> <li>· PVC</li> <li>· Fliesen</li> <li>· Kunststeinplatten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Natursteinplatten</li> <li>· Fertigparkett</li> <li>· hochwertige Fliesen</li> <li>· Terrazzo</li> <li>· hochwertige Massivholzböden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· hochwertiges Parkett</li> <li>· hochwertige Natursteinplatten</li> <li>· hochwertige Edelholzböden</li> </ul>
Bodenaufbau (zw. Decke und Belag)	· *schwimmender Estrich, Dämmung <sup>1068</sup>	· *Heizestrich, bspw. als schwimmender Estrich <sup>1069</sup>	· *wie mittlerer Standard
Türen innen <sup>1070</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Schwere Türen</li> <li>· *Materialien: Kunststoff, Holz, ggf. Stahl o. Aluminium<sup>1071</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Massivholztüren</li> <li>· Schiebetürelemente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· raumhohe aufwendige Türelemente</li> </ul>

1054 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 58.

1055 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 320.

1056 Vgl. ebenda.

1057 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 673.

1058 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 115.

1059 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 675.

1060 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 116.

1061 Putze (und Anstriche bzw. Beschichtungen) übernehmen je nach Dicke bestimmte bauphysikalische Funktionen und dienen außerdem der Oberflächengestaltung von Bauteilen. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 769.

1062 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 18550-2 – Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze, Ziff. 6.10.2.

1063 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 199.

1064 Vgl. ebenda, S. 217-219.

1065 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 472.

1066 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 857.

1067 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 533-537.

1068 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 179.

1069 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 334.

1070 Feuer- und Rauchschutzabschlüsse etc. als selbstschließende Türen nach den gesetzlichen Anforderungen (Art. 27-34 BayBO, Abschnitt A 2 BayTB) werden hier nicht betrachtet. Wohnungseingangstüren (Wohnungseingangstüren unterscheiden sich ebenfalls von üblichen Innentüren, weil weitergehende Anforderungen hinsichtlich Schallschutz, Brandschutz/ Rauchschutz, Einbruchhemmung usw. relevant sind. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 712-714.

1071 Vgl. Beinbauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 181.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Türrückergarnituren aus Kunststoff mit Schlüsselrosette<sup>1072</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glastüren *als ESG-Scheibe<sup>1073</sup>, sonst. Materialien: Aluminium, Stahl, kunststoffbeschichtetes Holz</li> <li>strukturierte Türblätter</li> <li>*Türrückergarnituren aus Metall (Aluminium, Edelstahl, ...) mit Kurz- oder Langschild<sup>1074</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Türrückergarnituren wie mittlerer Standard</li> </ul>
Barrierefreiheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Barrierefreiheit gem. Art. 48 Abs. 1 BayBO für ein Drittel der Wohnungen (Erreichbarkeit, Wohn- u. Schlafräume, Bad, Küche) nach DIN 18040-2:2011-09 und Anlage A 4.2/3 BayTB; Türschwellen (soweit technisch unabdingbar) ≤ 20 mm<sup>1075</sup></li> </ul>		
Bauphysik			
Schallschutz <sup>1076</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mindestanforderungen nach DIN 4109-1<sup>1077</sup> (entspricht Schallschutzstufe I nach VDI 4100<sup>1078</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*erhöhte Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-5:2020-08 oder Schallschutzstufe II nach VDI 4100<sup>1079</sup></li> <li>*Fenster ggf. erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719<sup>1080</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*erhöhte Schallschutzanforderungen nach DIN 4109-5:2020-08 oder Schallschutzstufe III nach VDI 4100<sup>1081</sup></li> <li>*Fenster erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719</li> </ul>
Wärmeschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mindestanforderungen nach GEG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*ggf. erhöhte Wärmeschutzanforderungen (bspw. KfW 55)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*erhöhte Wärmeschutzanforderungen (bspw. KfW 40<sup>1082</sup> o. Passivhausstandard<sup>1083</sup>)</li> </ul>
Dach, Fassade, Außentüren			
Dach	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Flachdach als Warmdach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schweres Massivflachdach, *begehbar<sup>1084</sup>, evtl. Dachbegrünung, extensiv<sup>1085</sup></li> <li>Flachdach tlw. als Dachterrasse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>befahrbares Flachdach, Dachbegrünung *extensiv oder intensiv<sup>1086</sup></li> </ul>
Fassade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmedämmverbundsystem (WDVS) *EPS, MW, etc.<sup>1087</sup>, Klebefestigung o.ä.<sup>1088</sup></li> <li>*Putzfassade<sup>1089</sup></li> <li>*allgemein: Lochfassade (Fensterflächenanteil ca. 30%)<sup>1090</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verblendmauerwerk, zweischalig, hinterlüftet</li> <li>Vorhangfassade, hinterlüftet (z.B. Naturschiefer)</li> <li>*allgemein: Bandfassade (Fensterflächenanteil ca. 60%)<sup>1091</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Natursteinfassade</li> <li>Sichtbeton-Fertigteile</li> <li>Elemente aus Kupfer-/Eloxalblech</li> <li>Mehrgeschossige Glasfassade</li> <li>*allgemein: Elementfassade mit Fensterflächenanteil bis ca. 90%<sup>1092</sup></li> </ul>
Fenster-Glas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zweifachverglasung *Zwei-Scheiben-Isolierverglasung<sup>1093</sup> bzw. -Wärmeschutzverglasung<sup>1094</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dreifachverglasung, Sonnenschutzglas, *Drei-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Große feststehende Fensterflächen, Spezialverglasung (Schall- und Sonnenschutz, *Drei-Scheiben-</li> </ul>

1072 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 725-727.

1073 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 119.

1074 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 727.

1075 Vgl. ebenda, S. 607.

1076 Der Schallschutz trägt zum Schutz der Privatsphäre und zur Ungestörtheit bei; durch Erhöhung des Schallschutzniveaus wird der Wohnkomfort und der Ausstattungsstandard erhöht. Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 179.

1077 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4109-1 – Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.

1078 VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 4100 – Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz.

1079 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 6-7.

1080 VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.

1081 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 6-7.

1082 Siehe ebenda.

1083 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 703.

1084 Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 134-136.

1085 Vgl. ebenda, S. 148.

1086 Vgl. ebenda, S. 148-150.

1087 Vgl. Beinbauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 47.

1088 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 838.

1089 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 595.

1090 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 81-82.

1091 Vgl. ebenda, S. 81-82.

1092 Vgl. ebenda, S. 81-82.

1093 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 116.

1094 Herkömmliche Isolierverglasungen aus zwei Scheiben mit eingeschlossener Luft im Scheibenzwischenraum (SZR) wurden durch die Wärmedämmverglasung (auch Wärmedämmglas) mit gering wärmeleitfähigem Gas (meist Argon) im SZR verdrängt. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 614.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

		Scheiben- Wärmeschutzverglasung <sup>1095</sup> · ggf. hochwertige Zweifachverglasung bspw. als Vakuumverglasung <sup>1096</sup>	Wärmeschutzverglasung o. hochwertige Zweifachverglasung wie mittlerer Standard) · *Einscheiben- (ESG) o. Verbund-Sicherheitsgläser (VSG) <sup>1097</sup>
Fenster-Rahmen etc.	· *Einfachfenster <sup>1098</sup> · *Rahmen aus Kunststoff (PVC) <sup>1099</sup> , Holz <sup>1100</sup> , Beschläge aus Kunststoff o. Metall <sup>1101</sup> · *Fensterbänke innen aus Kunststein o. beschichtetem Holz <sup>1102</sup> , außen aus Aluminium o. anderen Metallen o. Kunststoff <sup>1103</sup>	· *ggf. Verbundfenster <sup>1104</sup> · Aufwendigere Rahmen, *Rahmen aus Aluminium <sup>1105</sup> , Holz-Alu <sup>1106</sup> , Kunststoff-Alu <sup>1107</sup> , Beschläge aus Metall · *Fensterbänke innen aus Naturstein <sup>1108</sup> , außen aus Aluminium o. anderen Metallen	· *ggf. Kastenfenster <sup>1109</sup> · *Rahmen aus Aluminium o. Stahl <sup>1110</sup> , Holz-Alu <sup>1111</sup> , ggf. kerngedämmte Rahmen o.ä. <sup>1112</sup> , Beschläge wie mittlerer Standard · *Fensterbänke (sofern vorhanden) wie mittlerer Standard
Sonnenschutz und Blendschutz	· Rollläden manuell *aus Kunststoff, Alu, ggf. Holz <sup>1113</sup> · *Stoffrolle (mit unterer Ausstellvorrichtung), Markise <sup>1114</sup> · *Stoffvorhang, innenliegend <sup>1115</sup>	· Rollläden elektrisch *aus Alu, ggf. Kunststoff · Sonnenschutzglas · *Sonnenschutz durch Balkone <sup>1116</sup> · *Außenjalousie/ Raffstore (z.B. Aluminium) <sup>1117</sup> · *Schiebe- oder Klappläden <sup>1118</sup> · *elektrische Sonnenschutz- bzw. Rollladensteuerung	· Sonnenschutzglas · *Außenjalousie/ Raffstore (z.B. Aluminium) (z.B. Aluminium) mit Möglichkeit der Vollverdunklung <sup>1119</sup> · *Sonnenschutz ggf. im Scheibenzwischenraum (SZR) <sup>1120</sup> · *Sonnenschutzsteuerung im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation
Einbruchschutz, Widerstandsklasse (Fenster, Türen)	· *keine	· *ggf. erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627 <sup>1121</sup>	· *erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627
Türen außen <sup>1122</sup>	· *Drehflügeltüren <sup>1123</sup> · *Rahmentüren (ähnlich zu bodentiefen Fenstern),	· Höherwertige Türanlagen z.B. mit Seitenteil, besonderer Einbruchschutz · *Drehflügeltüren	· hochwertige Materialien, *Ganzglastüren (Sicherheitsglas) ggf. mit Rahmenkonstruktion aus Metall <sup>1129</sup>

1095 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 771.

1096 Vgl. ebenda, S. 714.

1097 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 115.

1098 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 537.

1099 Um die erforderliche Steifigkeit von Kunststofffenstern zu erreichen, enthalten diese i. d. R. Verstärkungen aus Stahl oder Aluminium. Vgl. ebenda, S. 540-542.

1100 Vgl. ebenda, S. 518.

1101 Vgl. Brenk, W.; Dökmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 284.

1102 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 482.

1103 Vgl. ebenda, S. 484.

1104 Vgl. ebenda, S. 537.

1105 Rahmenprofile für Aluminiumfenster werden fast ausschließlich als über Kunststoffstege oder Hartschaumkerne (Kunststoffvergussmasse) verbundene Aluminiumschalen hergestellt, um eine thermische Trennung zwischen Innen- und Außenseite des Profils zu erzeugen. Vgl. ebenda, S. 533.

1106 Vgl. ebenda, S. 530-532.

1107 Vgl. ebenda, S. 545.

1108 Vgl. ebenda, S. 482.

1109 Vgl. ebenda, S. 537.

1110 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 146.

1111 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 530.

1112 Vgl. Brenk, W.; Dökmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 286.

1113 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 549-550.

1114 Vgl. ebenda, S. 559.

1115 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

1116 Balkone haben hinsichtlich des Sonnenschutzes eine Wirkung als feststehender Sonnenschutz für das darunterliegende Geschoss. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 354.

1117 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.

1118 Vgl. ebenda.

1119 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 556.

1120 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 117.

1121 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN EN 1627:2011-09 – Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung.

1122 Inkl. Vordach, Windfang, Klingel-, Sprech-, Briefkastenanlage, Schuhabstreifer. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 601.

1123 Vgl. Brenk, W.; Dökmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 310.

1129 Vgl. ebenda, S. 636.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	mehrschalige (aufgedoppelte) Türblattkonstruktionen <sup>1124</sup> · *Materialien: Kunststoff (PCV-Hohlkammerprofile <sup>1125</sup> ), Holz/Holzwerkstoff, ggf. mit Verglasungsanteil <sup>1126</sup>	· *Türen mit Rahmenprofilen aus Metall <sup>1127</sup> , Türarten wie niedriger Standard · *Materialien: Aluminium, Stahl, Stahl-Alu, Verbundkonstruktion mit Kunststoff, Verglasungsanteil <sup>1128</sup>	
--	--	--	--

**Tabelle 7-5: Baukonstruktion Wohnen.**

Gebäude Wohnen – TGA				
		Niedrig	Mittel	Hoch
Sanitäreinrichtungen (Bäder)				
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1 Bad mit WC je WE</li> <li>· Dusche und Badewanne *Dusche oder Badewanne<sup>1130</sup></li> <li>· Wand- und Bodenfliesen, raumhoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 1-2 Bäder je WE</li> <li>· tlw. mit 2 Waschbecken</li> <li>· tlw. Bidet/Urinal<sup>1131</sup></li> <li>· Gäste-WC</li> <li>· bodengleiche Dusche</li> <li>· Wand- und Bodenfliesen höherwertig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 2 und mehr Bäder je WE<sup>1132</sup></li> <li>· hochwertige Wand- und Bodenplatten (oberflächenstrukturiert, Einzel- und Flächendekors)</li> <li>· *Wandplatten ggf. aus Ästhetik-Gründen nur in spritzwasserbelasteten Bereichen<sup>1133</sup></li> </ul>	
Sanitärobjekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Toilette *als Tiefspülbecken, bodenstehend, Aufputz-Spülkasten<sup>1134</sup>; Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1135</sup></li> <li>· Badewanne o. Dusche, *mit Duschvorhang<sup>1136</sup>; Sanitäracryl, emailierter Stahl, Mineralguss<sup>1137</sup></li> <li>· *Handwaschbecken aus Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1138</sup></li> <li>· *Armaturen als Zweigriffarmatur<sup>1139</sup> bzw. Einhebelmischer für barrierefreie Wohnungen<sup>1140</sup>; Badewanne: Wannenfüll- und Brausebatterie); Messing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Toilette *als Tiefspülbecken, wandhängend, Wandeinbauspülkasten<sup>1142</sup></li> <li>· Badewanne* Material wie niedriger Standard</li> <li>· Dusche, bodengleich, *mit Duschwand aus Kunststoff<sup>1143</sup>; flache Duschtassen, Wannenmaterial wie niedriger Standard</li> <li>· *Handwaschbecken wie niedriger Standard</li> <li>· *Armaturen als Einhebelmischer<sup>1144</sup>; Messing o. Edelstahl</li> <li>· *Zubehör wie niedriger Standard, zus. Handtuchhalter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Toilette *wie mittlerer Standard</li> <li>· Badewanne *ggf. größer; Material wie niedriger Standard o. Naturstein- o. Holz- o. Betonwanne<sup>1146</sup></li> <li>· Dusche, bodengleich, *mit Duschwand aus Sicherheitsglas, ggf. feststehende Kopfbrause (bspw. Rainshower)<sup>1147</sup>; Boden der Dusche als abgedichteter Fußboden (Platten)</li> <li>· *Handwaschbecken aus Naturstein<sup>1148</sup></li> <li>· Bidet *(Sitzwaschbecken) aus Sanitärporzellan<sup>1149</sup></li> <li>· Urinal *Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1150</sup></li> </ul>	

1124 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 622-623.

1125 Vgl. ebenda, S. 634.

1126 Vgl. ebenda, S. 614-616.

1127 Vgl. ebenda, S. 630-631.

1128 Vgl. ebenda, S. 628-636.

1130 Gemäß Art. 46 BayBO benötigt ein Bad eine Toilette sowie eine Badewanne oder eine Dusche (nicht beides); die Sachwertrichtlinie sieht jedoch im niedrigen Standard sowohl Badewanne als auch Dusche für jede Wohneinheit vor. Vollbäder (mit Dusche und Badewanne) stellen einen höheren Standard als die Mindestausstattung dar. Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 324-325.

1131 Da für Wohnungen der Einbau von Bidets immer seltener wird und der Einbau von Urinalen eher unüblich ist, wird dies beim mittleren Standard gestrichen. Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 131.

1132 Die Zahl der Bäder ist von der Wohnungsgröße abhängig. Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 58.

1133 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 58.

1134 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 52-55.

1135 Vgl. ebenda, S. 52.

1136 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 133.

1137 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 50-51.

1138 Vgl. ebenda, S. 48.

1139 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-1 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Wohnungen, Tab. 4.

1140 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 217.

1142 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 52-55.

1143 Vgl. ebenda, S. 52.

1144 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-1 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Wohnungen, Tab. 4.

1146 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 50.

1147 Vgl. ebenda, S. 52-53.

1148 Vgl. ebenda, S. 48.

1149 Vgl. ebenda, S. 49.

1150 Vgl. ebenda, S. 54.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Zubehör: Spiegel, Papierrollenhalter, Haltegriff (Badewanne/ Dusche)<sup>1141</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>und Toilettenbürstengarnitur wandhängend<sup>1145</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Armaturen als Einhebelmischer o. Thermostat-Armatur<sup>1151</sup> (v. a. Dusche<sup>1152</sup>); Messing o. Edelstahl</li> <li>*Zubehör wie mittlerer Standard, zus. ggf. Dusch-Klappsitz, Mundgläser mit Halterung am Waschbecken, größerer Spiegel<sup>1153</sup></li> </ul>
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>			
Heizung, Wärme-Erzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektronisch gesteuerte Fern- oder Zentralheizung</li> <li>Niedertemperatur- oder Brennwertkessel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*wie niedriger Standard für Warmwassererzeugung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blockheizkraftwerk, *Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>Wärmepumpe</li> <li>Hybrid-Systeme</li> <li>Solarkollektoren für Warmwassererzeugung und Heizung</li> </ul>
Heizung, Wärme-Übertragung	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Flach-/ Plattenheizkörper o. Röhrenheizkörper aus Stahl und unterhalb von Fenstern<sup>1154</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fußbodenheizung *bzw. allgemein: Flächenheizsysteme<sup>1155</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Fußbodenheizung wie mittlerer Standard</li> <li>*Konvektoren<sup>1156</sup> bspw. Unterflurkonvektoren i. V. m. Flächen-/ Fußbodenheizung<sup>1157</sup></li> </ul>
<b>Raumlufttechnische Anlagen (Lüftung, Klimatisierung, Kälteanlagen)</b>			
Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>*natürliche Fensterlüftung<sup>1158</sup> oder Schachtlüftung<sup>1159</sup></li> <li>*mechanische Lüftung gem. Art. 42 BayBO für fensterlose Bäder und gem. Art. 46 BayBO fensterlose Küchen (oder soweit anderweitig erforderlich) über zentrale o. dezentrale Abluftanlage i. d. R. in Bädern (mit Wärmerückgewinnung<sup>1160</sup>) und Nachströmung über Außenluftdurchlässe (ALD) in der Fassade<sup>1161</sup> (s. auch DIN 18017-3<sup>1162</sup> u. DIN 1946-6<sup>1163</sup>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dezentrale Lüftung mit Wärmetauscher *(Wärmerückgewinnung aus Abluft und Temperierung der einströmenden Außenluft<sup>1164</sup>)</li> <li>*dezentrale Lüftung (Fassadenlüftungsanlagen) kombiniert mit zentraler Abluftanlage<sup>1165</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zentrale Lüftung mit Wärmetauscher</li> </ul>
Kühlung <sup>1166</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*ggf. notwendig (Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Kühlung über wassergeführte Kühlsysteme wie bspw. Bauteilaktivierung<sup>1168</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klimaanlage * ggf. i. V. m. Bauteilaktivierung wie mittlerer Standard</li> </ul>

1141 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-1 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Wohnungen, Tab. 2.

1145 Vgl. ebenda, Tab. 2.

1151 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-1 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Wohnungen, Tab. 4.

1152 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 56.

1153 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-1 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Wohnungen, Tab. 2.

1154 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 299-301.

1155 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 580.

1156 Durch Konvektoren können kurze Aufheizzeiten erreicht werden und große Fensterflächen durch eine sog. Wärmebank abgeschirmt werden. Vgl. Brenk, W.; Döckmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 405.

1157 Fußbodenheizungen erzeugen ein behaglicheres Raumklima, reagieren jedoch träge bei der Inbetriebnahme. Deswegen bildet die Kombination aus (Unterflur-)Konvektoren für kurzfristige Aufheizzeiten zusammen mit einer Fußbodenheizung ein optimiertes Heizungssystem für die Übergangszeiten im Frühjahr und Herbst. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 304-305.

1158 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 84-85.

1159 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 341.

1160 Vgl. ebenda, S. 349.

1161 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 768-769.

1162 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 18017-3 – Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster – Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren.

1163 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 1946-6 – Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen an die Auslegung, Ausführung, Inbetriebnahme und Übergabe sowie Instandhaltung.

1164 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 348.

1165 Vgl. ebenda, S. 414.

1166 Durch bauliche und passive Maßnahmen soll die Notwendigkeit von Kälteanlagen im Allgemeinen und der Einsatz von Klimaanlagen im Besonderen (durch Verwendung von Wasser-Kühlsystemen, Bauteilaktivierung o.ä.) möglichst vermieden werden. Vgl. ebenda, S. 357 und S. 600.

1168 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 357.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	gem. § 14 GEG i. V. m. DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8 <sup>1167)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *alternativ: dezentrale Klimaanlage bzw. dezentrale Lüftung ggf. i. V. m. Bauteilaktivierung<sup>1169</sup></li> <li>· *Kälteerzeugung mit Kältemaschinen auf dem Dach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Bauteilaktivierung o.ä. wie mittlerer Standard</li> <li>· *Kälteerzeugung wie mittlerer Standard</li> </ul>
Regelung Raumklima	· *keine	· *Temperatur und Feuchte regelbar	· *Temperatur und Feuchte regelbar im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation <sup>1170</sup>
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen			
Elektrik, Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „zeitgemäße“ Anzahl an Steckdosen und Lichtauslässen;</li> <li>· *Mindestanzahl nach DIN 18015-2 <sup>1171</sup></li> <li>· *herkömmliche Schalter (Wippschalter)<sup>1172</sup></li> <li>· *Aufputz- o. Unterputz-Schalter und -Dosen<sup>1173</sup></li> <li>· *Blitzschutz (sofern gem. Art. 44 BayBO erforderlich); Fundamenterder<sup>1174</sup></li> <li>· Zählerschrank mit Unterverteilung und Kippsicherung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· hochwertige Abdeckungen</li> <li>· „zahlreiche“ Steckdosen und Lichtauslässe; *Anzahl nach „Ausstattenswert 2“ gem. RAL-RG 678 <sup>1175</sup></li> <li>· *Unterputz-Schalter und -Dosen<sup>1176</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Anzahl Steckdosen und Lichtauslässe nach „Ausstattenswert 3“ gem. RAL-RG 678</li> <li>· *drahtlose Infrarot-Fernschalter (Unterputz)</li> <li>· *ggf. Kinderschutz-Steckdosen<sup>1177</sup> (Unterputz)</li> </ul>
Leitungsführung	· *in Wohnräumen (in oder) unter Putz; in Nichtwohnräumen auf Putz <sup>1178</sup>	· *unter Putz	· *unter Putz
Telekommunikations-, Informations- & Sicherheits-Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Mindestanzahl Anschlüsse nach DIN 18015-2</li> <li>· *Klingel, Türöffner und Gegensprechanlage<sup>1179</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „mehrere“ LAN- und Fernsehanschlüsse *Anzahl nach „Ausstattenswert 2“ gem. RAL-RG 678</li> <li>· *Klingel, Türöffner und Gegensprechanlage<sup>1180</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Anzahl Anschlüsse nach „Ausstattenswert 3“ gem. RAL-RG 678</li> <li>· Videoanlage *Klingel, Türöffner, Video-Türstation<sup>1181</sup></li> <li>· *elektronische Schließsysteme (elektronische Türschlösser, Transpondertechnik oder Fingerabdruck-Erkennung)<sup>1182</sup></li> </ul>
Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	· *Rauchwarnmelder gem. Art. 46 Abs. 4 BayBO in Schlaf- u. Kinderzimmern sowie in Fluren zu Aufenthaltsräumen	· *wie niedriger Standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>· zentrale Alarmanlage; *ggf. (nicht vorgeschriebene) automatische Brandmeldeanlage (BMA) i. V. m. der Alarmierungsanlage, gem. Ziff. 2 &amp; 3 TR TGA (BayTB)<sup>1183</sup></li> <li>· *ggf. (nicht vorgeschriebene) Brandfallsteuerung von</li> </ul>

1167 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4108-2 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

1169 Eine Kühlung allein durch das Medium Luft gilt bei hohen Kühllasten als unwirtschaftlich und ist deswegen bspw. durch Kühlsysteme wie Bauteilaktivierung zu ergänzen. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 633.

1170 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 320.

1171 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 18015-2 – Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 2: Art und Umfang der Mindestausstattung.

1172 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 453.

1173 Vgl. ebenda, S. 453-454.

1174 Vgl. ebenda, S. 467.

1175 RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (Hrsg.): RAL-RG 678, Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Anforderungen. Beuth Verlag, 2010. Zugang über: HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e. V. (Hrsg.): Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Neufassung der RAL-RG 678. Berlin 2011.

1176 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 453.

1177 Vgl. ebenda, S. 455.

1178 Vgl. ebenda, S. 444.

1179 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 18015-2 – Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 2: Art und Umfang der Mindestausstattung, Ziff. 5.1.

1180 Vgl. HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e. V. (Hrsg.): Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Neufassung der RAL-RG 678. Berlin 2011, S. 3.

1181 Vgl. ebenda.

1182 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 539.

1183 Technische Regel Technische Gebäudeausrüstung (TR TGA) – Anhang 14 BayTB (Ausgabe April 2021).

## Anhang A: Ausstattungsstandards

			Aufzügen gem. Ziff. A.2.1.15.3 BayTB · *Einbruchmeldeanlage <sup>1184</sup> · *ansonsten wie niedriger Standard
Gebäudeautomation <sup>1185</sup> , Mess-Steuer-Regelungstechnik, Gebäudeleitsystem <sup>1186</sup>			
GA, MSR	· keine	· *ggf. einzelne Automations-Funktionsbereiche <sup>1187</sup>	· Bus-System *in KNX-/ BACnet-/ OPC-Standard <sup>1188</sup> · *Smart Home System <sup>1189</sup>
Förderanlagen			
Aufzüge	· *Personenaufzugsanlagen gem. Art. 37 Abs. 4 BayBO mit Fahrkorb aus Stahlrahmengerüst und Verkleidung aus nicht brennbarem Material <sup>1190</sup> · *Kabineninnengestaltung vielfältig bspw. mit Spiegelflächen <sup>1191</sup> · *automatische, zentral öffnende o. einseitig öffnende (Teleskop-) Schiebetüren <sup>1192</sup>	· Personenaufzugsanlagen · *Kabineninnengestaltung höherwertige Materialien · *Tür wie niedriger Standard	· aufwendige Personenaufzugsanlagen · *Kabineninnengestaltung hochwertige Materialien · *Tür wie niedriger Standard
Nutzungsspezifische Anlagen <sup>1193</sup>			
Feuerlöschanlagen, Sprinkler	· *ggf. Handfeuerlöscher	· *(nicht vorgeschriebene) nichtselbsttätige Feuerlöschanlagen in Form von Feuerlösch-Steigleitungen mit Wandhydranten gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)	· *wie mittlerer Standard u. zus. (nicht vorgeschriebene) automatische (selbsttätige) Feuerlöschanlagen bspw. als Sprinkleranlage gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)

**Tabelle 7-6: Technische Gebäudeausrüstung Wohnen.**

## Ausstattungsstandards Shopping-Center

In diesem Abschnitt werden die Ausstattungsstandards für Shopping-Center der Gebäudeklasse 5 auf Basis der Sachwertrichtlinie und weiterer Literatur mit (\*) beschrieben, angelehnt an MAIR<sup>1194</sup>. Es wird dabei Baukonstruktion und technische Gebäudeausrüstung (TGA) unterschieden.

Gebäude Shopping-Center – Baukonstruktion			
Ausstattungsniveau	Niedrig	Mittel	Hoch
Wände, Stützen, Decken			

1184 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 714.

1185 Gemäß Kostengruppe 480 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen): Einrichtungen zur automatischen Durchführung von technischen Funktionsabläufen.

1186 Die Verbindung mehrerer Automations-Einzelgeräte zu einem übergeordneten, zentralen System über ein Datenübertragungsnetz wird als Gebäudeleitsystem bezeichnet und besteht aus Bediengeräten, Serverstationen und Ausgabegeräten. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 562-563.

1187 Vgl. HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e. V. (Hrsg.): Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Neufassung der RAL-RG 678. Berlin 2011, S. 2.

1188 Europäische Datenübertragungsstandards der Haus- und Gebäudesystemtechnik. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 562.

1189 Intelligente Vernetzung der TGA innerhalb einer Wohneinheit zur Steuerung des Energieverbrauchs, der Heizung, des Sonnenschutzes bzw. der Jalousien und ggf. der Lüftung durch den Nutzer oder durch automatische Prozesse; auch zur Steuerung des Lichts, von Haushalts- oder von Multimediageräten. Vgl. ebenda, S. 614-615.

1190 Vgl. ebenda, S. 571.

1191 Vgl. ebenda, S. 573.

1192 Vgl. ebenda, S. 578

1193 Gemäß Kostengruppe 470 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen).

1194 Mair, T.: Graue Energie im Lebenszyklus in Abhängigkeit des Ausstattungsstandards. Masterarbeit. Technische Universität München, 2021, S. 178-185.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Außenwände	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ein-/zweischalige Konstruktion (Mauerwerk) *bspw. Porenbeton, Kalksandstein<sup>1195</sup></li> <li>· *Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Verblendmauerwerk, zweischalige Konstruktion *Vorsatzschale aus Klinker oder Naturstein (hinterlüftet oder mit Kerndämmung)<sup>1196</sup></li> <li>· *Stahlbeton</li> <li>· *Mauerwerk</li> <li>· *Elemente zur Ausfachung der Skelettwischenräume</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *in Abhängigkeit der Fassade, ggf. wie mittlerer Standard</li> </ul>
Bauweise/ Tragwerk	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Massivbauweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Massivbauweise</li> <li>· *Skelettbauweise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Skelettbauweise</li> </ul>
Decken/ Stützen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „große Spannweiten“</li> <li>· *Stahlbeton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „größere Spannweiten“</li> </ul>
Innenwände nichttragend	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Massive Wände *(i.d.R. Mauerwerk)<sup>1197</sup></li> <li>· gedämmte Ständerkonstruktion (Trockenbau)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sichtmauerwerk</li> <li>· *Trockenbauwände (GK oder Faserzement)<sup>1198</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Wandabläufe z.B. Pfeilervorlagen</li> <li>· *wie mittlerer Standard</li> </ul>
Innenausbau: Boden, Decke, Wände, Innentüren			
Oberflächen (Putzoberfl. Decke, Wände <sup>1199</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Qualitätsstufe Q 2 gem. DIN 18550-2<sup>1200</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Qualitätsstufe Q 3 gem. DIN 18550-2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Qualitätsstufe Q 3 - Q 4 gem. DIN 18550-2</li> </ul>
Decke	<ul style="list-style-type: none"> <li>· einfacher Putz/ *Verspachtelung, Anstrich</li> <li>· Deckenverkleidung *-bekleidung<sup>1201</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *abgehängte Decken (ggf. Anschluss als Schattenfuge o.ä.<sup>1202</sup>, ggf. raumakustische Wirksamkeit<sup>1203</sup>) o. partiell abgehängte Decken (Deckensegel)<sup>1204</sup></li> <li>· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Deckenvertäfelung (Edelholz, Metall)</li> <li>· *wie mittlerer Standard</li> <li>· *ggf. Dämmstoff im Zwischendeckenbereich (Schalldämmung)<sup>1205</sup></li> </ul>
Wände	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> <li>· *Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich<sup>1206</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Akustikputz *bzw. übl. Putz/ Verspachtelung, Anstrich</li> <li>· *höherwertige Wandbekleidungen/ Tapeten (ggf. auf Putzoberflächen), ggf. Anstrich</li> </ul>
Bodenbelag	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Linoleum</li> <li>· Fliesen</li> <li>· Kunststeinplatten</li> <li>· *PVC<sup>1207</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Natursteinplatten</li> <li>· Fertigparkett</li> <li>· hochwertige Fliesen</li> <li>· Terrazzo</li> <li>· hochwertige Massivholzböden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· hochwertiges Parkett</li> <li>· hochwertige Natursteinplatten</li> <li>· hochwertige Edelholzböden</li> </ul>
Bodenaufbau (zw. Decke und Belag)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *schwimmender Estrich, Dämmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Doppelboden, *Konstruktion mit Holzwerkstoff-/ Gipsfaser-/ Calciumsulfat-Rasterplatten auf höhenverstellbaren Stützen<sup>1208</sup></li> <li>· *Hohlraumboden<sup>1209</sup>, Konstruktion mit Estrich auf PVC-Schalungselementen (Miniatur-Kreuzgewölbe) oder auf Formplatten mit Tragsäulen<sup>1210</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Doppelboden *(wie mittlerer Standard)</li> </ul>

1195 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 47.

1196 Vgl. ebenda, S. 48.

1197 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 673.

1198 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 105.

1199 Putze (und Anstriche bzw. Beschichtungen) übernehmen je nach Dicke bestimmte bauphysikalische Funktionen und dienen außerdem der Oberflächengestaltung von Bauteilen. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 769.

1200 Vgl. Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 18550-2 – Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze, Ziff. 6.10.2.

1201 Vgl. Brenk, W.; Döckmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 199.

1202 Vgl. ebenda, S. 217-219.

1203 Vgl. ebenda, S. 222.

1204 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 617.

1205 Vgl. ebenda, S. 622-623.

1206 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 857.

1207 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 533-534.

1208 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 476.

1209 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 72.

1210 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 476.



## Anhang A: Ausstattungsstandards

		· *ggf. Heizestrich, bspw. als schwimmender Estrich <sup>1211</sup>	
Türen innen <sup>1212</sup>	· Schwere Türen · *Materialien: Kunststoff, Holz, ggf. Stahl o. Aluminium <sup>1213</sup> · *Türdrückergarnituren aus Kunststoff mit Schlüsselrosette <sup>1214</sup>	· *Materialien: Aluminium, Stahl, kunststoffbeschichtetes Holz · *Türdrückergarnituren aus Metall (Aluminium, Edelstahl, ...) mit Kurz- oder Langschild <sup>1215</sup>	· raumhohe aufwendige Türelemente · Automatiktüren, rollstuhlgerichte Bedienung · *wie mittlerer Standard o. großflächige Ganzglas-Türanlagen mit fest eingebauten, raumhohen Seitenteilen und Oberlichtern aus Glas <sup>1216</sup> · *Türdrückergarnituren wie mittlerer Standard
Barrierefreiheit	· *gem. Art. 48 Abs. 2 BayBO für öffentlich zugängliche Gebäude: Barrierefreiheit für die dem allgemeinen Besucher- und Benutzerverkehr dienenden Teile nach DIN 18040-1:2010-10 und Anlage A 4.2/2 BayTB; Türschwellen (soweit technisch unabdingbar) ≤ 20 mm <sup>1217</sup>		
<b>Bauphysik</b>			
Schallschutz	· *Mindestanforderungen nach DIN 4109-1 <sup>1218</sup>	· *Fenster ggf. erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719 <sup>1219</sup>	· *Fenster erhöhte Schallschutzklasse nach VDI 2719
Wärmeschutz	· *Mindestanforderungen nach GEG	· *ggf. erhöhte Wärmeschutzanforderungen	· *erhöhte Wärmeschutzanforderungen bspw. Passivhausstandard <sup>1220</sup>
<b>Dach, Fassade, Außentüren</b>			
Dach	· *Flachdach als Warmdach · Rinnen und Fallrohre aus Zinkblech	· *Flachdach als Warmdach, begehrbar <sup>1221</sup> , evtl. Dachbegrünung, extensiv <sup>1222</sup>	· *Flachdach als Warmdach · Dachbegrünung *extensiv oder intensiv <sup>1223</sup>
Fassade	· Wärmedämmverbundsystem (WDVS) *EPS, MW, etc. <sup>1224</sup> , Klebefestigung o.ä. <sup>1225</sup> · *Putzfassade <sup>1226</sup>	· Verblendmauerwerk, zweischalig, hinterlüftet · Vorhangfassade, hinterlüftet (z.B. Naturschiefer)	· Natursteinfassade · Sichtbeton-Fertigteile · Elemente aus Kupfer-/Eloxablech · Mehrgeschossige Glasfassade
Fenster-Glas	· Zweifachverglasung, *Zwei-Scheiben-Isolierverglasung <sup>1227</sup> bzw. - Wärmeschutzverglasung <sup>1228</sup>	· Dreifachverglasung, Sonnenschutzglas, *Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung <sup>1229</sup> · *ggf. hochwertige Zweifachverglasung bspw. als Vakuumverglasung <sup>1230</sup>	· Große feststehende Fensterflächen, Spezialverglasung (Schall- und Sonnenschutz, *Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung o. hochwertige Zweifachverglasung wie mittlerer Standard) · *Einscheiben- (ESG) o. Verbund-Sicherheitsgläser (VSG) <sup>1231</sup>

1211 Vgl. Brenk, W.; Dökmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 334.

1212 Feuer- und Rauchschutzabschlüsse etc. als selbstschließende Türen nach den gesetzlichen Anforderungen (Art. 27-34 BayBO, Abschnitt A 2 BayTB) werden hier nicht betrachtet.

1213 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 181.

1214 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 725-727.

1215 Vgl. ebenda, S. 727.

1216 Vgl. ebenda, S. 679-680.

1217 Vgl. ebenda, S. 607.

1218 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4109-1 – Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.

1219 VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 2719 – Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.

1220 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 703.

1221 Vgl. Brenk, W.; Dökmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 134-136.

1222 Vgl. ebenda, S. 148.

1223 Vgl. ebenda, S. 148-150.

1224 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 47.

1225 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 838.

1226 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 595.

1227 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 116.

1228 Herkömmliche Isolierverglasungen aus zwei Scheiben mit eingeschlossener Luft im Scheibenzwischenraum (SZR) wurden durch die Wärmedämmverglasung (auch Wärmedämmglas) mit gering wärmeleitfähigem Gas (meist Argon) im SZR verdrängt. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 614.

1229 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 771.

1230 Vgl. ebenda, S. 714.

1231 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 115.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Fenster-Rahmen etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Einfachfenster<sup>1232</sup></li> <li>· *Rahmen aus Kunststoff (PVC)<sup>1233</sup>, Holz<sup>1234</sup>, Beschläge aus Kunststoff o. Metall<sup>1235</sup></li> <li>· *Fensterbänke innen aus Kunststein o. beschichtetem Holz<sup>1236</sup>, außen aus Aluminium o. anderen Metallen o. Kunststoff<sup>1237</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *ggf. Verbundfenster<sup>1238</sup></li> <li>· Aufwendigere Rahmen, *Rahmen aus Aluminium<sup>1239</sup>, Holz-Alu<sup>1240</sup>, Kunststoff-Alu<sup>1241</sup>; Beschläge aus Metall</li> <li>· *Fensterbänke innen aus Naturstein<sup>1242</sup>, außen aus Aluminium o. anderen Metallen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *ggf. Kastenfenster<sup>1243</sup></li> <li>· *Rahmen aus Aluminium o. Stahl<sup>1244</sup>, Holz-Alu<sup>1245</sup>, ggf. kerngedämmte Rahmen o.ä.<sup>1246</sup>, Beschläge wie mittlerer Standard</li> <li>· *Fensterbänke (sofern vorhanden) wie mittlerer Standard</li> </ul>
Sonnenschutz und Blendschutz	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Stoffrollo (mit unterer Ausstellvorrichtung), Markise<sup>1247</sup></li> <li>· *feststehende, starre Sonnenschutzanlage<sup>1248</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sonnenschutzglas</li> <li>· *Außenjalousie/ Raffstore (z.B. Aluminium)<sup>1249</sup></li> <li>· *Schiebe- oder Klappläden<sup>1250</sup></li> <li>· Sonnenschutzsteuerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sonnenschutzglas</li> <li>· *bewegliche Lamellenkonstruktion (Vertikal- oder Horizontal-Lamellen)<sup>1251</sup></li> <li>· *Sonnenschutz ggf. im Scheibenzwischenraum (SZR)<sup>1252</sup></li> <li>· *Sonnenschutzsteuerung im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation</li> </ul>
Einbruchschutz, Widerstandsklasse (Fenster, Türen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *keine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *ggf. erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627<sup>1253</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *erhöhte Einbruchhemmung bzw. Widerstandsklasse (RC) nach DIN EN 1627</li> </ul>
Türen außen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Drehflügeltüren<sup>1254</sup></li> <li>· *Rahmentüren (ähnlich zu bodentiefen Fenstern), mehrschalige (aufgedoppelte) Türblattkonstruktionen<sup>1255</sup></li> <li>· *Materialien: Kunststoff (PCV-Hohlkammerprofile<sup>1256</sup>), Holz/ Holzwerkstoff, ggf. mit Verglasungsanteil<sup>1257</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· höherwertige Türanlagen</li> <li>· *Automatiktüren bspw. als Schiebetüren mit automatischem Türantrieb<sup>1258</sup> o. automatisch drehende Karusselltür</li> <li>· *Rahmenprofil aus Metall<sup>1259</sup> o. Materialien: Aluminium, Stahl, Stahl-Alu, Verbundkonstruktion mit Kunststoff, Verglasungsanteil<sup>1260</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· hochwertige Materialien, *Ganzglastüren (Sicherheitsglas) ggf. mit Rahmenkonstruktion aus Metall<sup>1261</sup>, ansonsten wie mittlerer Standard</li> </ul>

**Tabelle 7-7: Baukonstruktion Shopping-Center.**

- 1232 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 537.
- 1233 Um die erforderliche Steifigkeit von Kunststofffenstern zu erreichen, enthalten diese i. d. R. Verstärkungen aus Stahl oder Aluminium. Vgl. ebenda, S. 540-542.
- 1234 Vgl. ebenda, S. 518.
- 1235 Vgl. Brenk, W.; Döckmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 284.
- 1236 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 482.
- 1237 Vgl. ebenda, S. 484.
- 1238 Vgl. ebenda, S. 537.
- 1239 Rahmenprofile für Aluminiumfenster werden fast ausschließlich als über Kunststoffstege oder Hartschaumkerne (Kunststoffvergussmasse) verbundene Aluminiumschalen hergestellt, um eine thermische Trennung zwischen Innen- und Außenseite des Profils zu erzeugen. Vgl. ebenda, S. 533.
- 1240 Vgl. ebenda, S. 530-532.
- 1241 Vgl. ebenda, S. 545.
- 1242 Vgl. ebenda, S. 482.
- 1243 Vgl. ebenda, S. 537.
- 1244 Vgl. Beinhauer, P.: Standard-Detail-Sammlung Neubau. 4. Aufl. Köln 2014, S. 146.
- 1245 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 530.
- 1246 Vgl. Brenk, W.; Döckmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 286.
- 1247 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 559.
- 1248 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 355.
- 1249 Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 67.
- 1250 Vgl. ebenda, S. 67.
- 1251 Vgl. ebenda, S. 67.
- 1252 Vgl. Kister, J.: Neufert Bauentwurfslehre. 42. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 117.
- 1253 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN EN 1627:2011-09 – Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung.
- 1254 Vgl. Brenk, W.; Döckmetas, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 310.
- 1255 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 622-623.
- 1256 Vgl. ebenda, S. 634.
- 1257 Vgl. ebenda, S. 614-616.
- 1258 Vgl. ebenda, S. 637.
- 1259 Vgl. ebenda, S. 630-631.
- 1260 Vgl. ebenda, S. 628-636.
- 1261 Vgl. ebenda, S. 636.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Gebäude Shopping-Center – TGA				
Ausstattungsniveau	Niedrig	Mittel	Hoch	
Sanitäreinrichtungen (Toilettenräume)				
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Toilettenräume<sup>1262</sup></li> <li>· *Fußboden und Wand-(Teil-)Oberflächen gefliest, Fliesen bis ca. 2 m Raumhöhe<sup>1263</sup></li> <li>· *1 Steckdose je Raum, 1 Lichtauslass je 5 m<sup>2</sup> (Vorraum 2 je 5 m<sup>2</sup>)<sup>1264</sup></li> <li>· *Decken-/ Wandbeleuchtung u. Spiegelbeleuchtung<sup>1265</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „ausreichende Anzahl“ von<sup>1266</sup> Toilettenräumen</li> <li>· *Licht-Bewegungsmelder<sup>1267</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *wie mittlerer Standard</li> <li>· „großzügige“ Toilettenanlagen</li> </ul>	
Sanitärobjekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette<sup>1268</sup> als Tiefspülbecken, bodenstehend, Wandeinbauspülkasten<sup>1269</sup>, Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1270</sup></li> <li>· *Handwaschbecken<sup>1271</sup>, Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1272</sup></li> <li>· *Urinal<sup>1273</sup> mit Wasserspülung; Sanitärporzellan o. -Keramik<sup>1274</sup></li> <li>· *Armaturen als Einhebelmischer<sup>1275</sup>; Messing</li> <li>· *Zubehör: Seifenspender, Händetrocknung mit Papierhandtuchspender, Spiegel, Abfallbehälter<sup>1276</sup>, wandhängende Toilettenbürstengarnitur und Papierrollenhalter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette wie niedriger Standard, wandhängend<sup>1277</sup></li> <li>· *Handwaschbecken wie niedriger Standard</li> <li>· *Urinal wie niedriger Standard, mit Trennwand, selbsttätige Spülung<sup>1278</sup></li> <li>· *Armaturen mit Selbstschlussfunktion<sup>1279</sup>; Messing o. Edelstahl</li> <li>· *Zubehör wie niedriger Standard, Händetrocknung mit Automatik-Stoffhandtuchspender<sup>1280</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Toilette wie mittlerer Standard, selbsttätige Spülung<sup>1281</sup>, selbstreinigender Toilettensitz (Brille)<sup>1282</sup></li> <li>· *Handwaschbecken aus Naturstein<sup>1283</sup></li> <li>· *Urinal wie mittlerer Standard, wasserlos</li> <li>· *Armaturen berührungslose Ausführung<sup>1284</sup>; Messing o. Edelstahl</li> <li>· *Zubehör wie niedriger Standard, Händetrocknung mit automatischem Warmluft-Händetrockner<sup>1285</sup></li> </ul>	
Wärmeversorgungsanlagen				
Heizung, Wärme-Erzeugung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Elektronisch gesteuerte Fern- oder Zentralheizung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *wie niedriger Standard</li> <li>· Solarkollektoren für Warmwassererzeugung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Blockheizkraftwerk, *Kraft-Wärme-Kopplung</li> <li>· Wärmepumpe</li> </ul>	

- 1262 Die Anzahl der Toiletten kann nach den Maßgaben für Versammlungsstätten über § 12 VStättV bzw. über VDI 6000-3 (VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume) bemessen werden. Außerdem sind Vorgaben für Arbeitsstätten relevant.
- 1263 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume, Ziff. 14.
- 1264 Vgl. ebenda, Tab. 7 und Tab. 9.
- 1265 Vgl. ebenda, Ziff. 12.
- 1266 Die Anzahl von Toilettenräumen muss auch im niedrigen Standard für den zu erwartenden Kundenverkehr „ausreichend“ sein, dementsprechend entfällt diese Formulierung aus der Sachwertrichtlinie im mittleren Standard.
- 1267 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume, Ziff. 12.4.
- 1268 Erforderlichkeit gem. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume, Tab. 2.
- 1269 Vgl. ebenda, Ziff. 7.2.
- 1270 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 52.
- 1271 Erforderlichkeit gem. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume, Tab. 2.
- 1272 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 48.
- 1273 Erforderlichkeit gem. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume, Tab. 2.
- 1274 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 54.
- 1275 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume, Tab. 4.
- 1276 Vgl. ebenda, Ziff. 4.4.1.
- 1277 Vgl. ebenda, Ziff. 5.1.2.
- 1278 Vgl. ebenda, Tab. 4.
- 1279 Vgl. ebenda, Tab. 4.
- 1280 Vgl. ebenda, Ziff. 4.4.1.
- 1281 Vgl. ebenda, Tab. 4.
- 1282 Vgl. ebenda, Ziff. 11.2.
- 1283 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 48.
- 1284 Vgl. VDI Verein Deutscher Ingenieure: VDI 6000-3 – Ausstattung von und mit Sanitärräumen – Versammlungsstätten und Versammlungsräume, Tab. 4.
- 1285 Vgl. ebenda, Ziff. 4.4.1.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

	· Niedertemperatur- oder Brennwertkessel		· Hybrid-Systeme · Klimaanlage · Solarkollektoren für Warmwassererzeugung und Heizung
Heizung, Wärme-Übertragung	· *Flach-/ Plattenheizkörper o. Röhrenheizkörper aus Stahl und unterhalb von Fenstern <sup>1286</sup>	· Fußbodenheizung *bzw. allgemein: Flächenheizsysteme <sup>1287</sup> wie z.B. thermisch aktive Deckensysteme	· Klimaanlage *in Verbindung mit Heizung über Flächenheizsysteme <sup>1288</sup> (bspw. Heizdecke/ -Deckensegel o. Bauteilaktivierung)
Raumlufttechnische Anlagen (Lüftung, Klimatisierung, Kälteanlagen)			
Lüftung	· *natürliche Fensterlüftung <sup>1289</sup> oder Schächtlüftung <sup>1290</sup> · *Luftschieieranlage an Zugängen <sup>1291</sup> mit Luftauslass über Tür, ohne Absaugung <sup>1292</sup> · *mechanische Lüftung gem. Art. 42 BayBO für fensterlose Bäder (oder soweit anderweitig erforderlich) über zentrale o. dezentrale Abluftanlage in Bädern und Nachströmung über Außenluftdurchlässe (ALD) in Fassade <sup>1293</sup> · *automatische Rauchabzugsanlagen gem. § 16 BayVfV sofern Verkaufsräume ohne Fenster	· dezentrale Lüftung mit Wärmetauscher *(Wärmerückgewinnung aus Abluft und Temperierung der einströmenden Außenluft <sup>1294</sup> ) · *dezentrale Lüftung (Fassadenlüftungsanlagen) kombiniert mit zentraler Abluftanlage <sup>1295</sup> · *Luftschieieranlage an Zugängen mit kombiniertem Gerät für Luftauslass und Absaugung über Tür <sup>1296</sup>	· zentrale Lüftung mit Wärmetauscher · *Luftschieieranlage an Zugängen mit Luftauslass über Tür, Absaugung im Fußbodenbereich <sup>1297</sup>
Kühlung <sup>1298</sup>	· *ggf. notwendig (Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes gem. § 14 GEG i. V. m. DIN 4108-2:2013-02 Abschnitt 8 <sup>1299</sup> ); bspw. einfaches, elektrisches Umluftkühlgerät <sup>1300</sup>	· *dezentrale Klimaanlage ggf. i. V. m. Bauteilaktivierung <sup>1301</sup> o. thermisch aktiven Deckensystemen (Kühldecke) <sup>1302</sup> · *Kühlung über wassergeführte Kühlsysteme wie bspw. Bauteilaktivierung <sup>1303</sup> · *ggf. zusätzliche elektrische Umluftkühlgeräte <sup>1304</sup> · *Kälteerzeugung mit Kältemaschinen auf dem Dach	· Klimaanlage *(Zuluft-Kühlung <sup>1305</sup> ) ggf. i. V. m. Bauteilaktivierung o. thermisch aktiven Deckensystemen (Kühldecke) · *Kälteerzeugung wie mittlerer Standard

1286 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 299-301.

1287 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 580.

1288 Raumlufthanlagen in Kombination mit Flächenheiz-/kühlssystemen stellen für Nichtwohngebäude eine bessere Möglichkeit als eine alleinige Klimaanlage dar (höherer Raumkomfort und geringerer Energieverbrauch). Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 412.

1289 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden 2020, S. 84-85.

1290 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 341.

1291 Vgl. ebenda, S. 414-417.

1292 Vgl. ebenda, S. 419.

1293 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 768-769.

1294 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 348.

1295 Vgl. ebenda, S. 414.

1296 Vgl. ebenda, S. 419.

1297 Vgl. ebenda.

1298 Durch bauliche und passive Maßnahmen soll die Notwendigkeit von Kälteanlagen im Allgemeinen und der Einsatz von Klimaanlage im Besonderen (durch Verwendung von Wasser-Kühlsystemen, Bauteilaktivierung o.ä.) möglichst vermieden werden. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 357 und S. 600.

1299 Deutsches Institut für Normung e. V., DIN 4108-2 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

1300 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 322.

1301 Eine Kühlung allein durch das Medium Luft gilt bei hohen Kühllasten als unwirtschaftlich und ist deswegen bspw. durch Kühlsysteme wie Bauteilaktivierung zu ergänzen. Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 633.

1302 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 425.

1303 Vgl. ebenda, S. 357.

1304 Vgl. ebenda, S. 427.

1305 Raumlufthanlagen in Kombination mit Flächenheiz-/kühlssystemen stellen für Nichtwohngebäude eine bessere Möglichkeit als eine alleinige Klimaanlage dar (höherer Raumkomfort und geringerer Energieverbrauch). Vgl. Brenk, W.; Dökmets, S.; Ercan, I.; Koch, O.: Schlüsselfertigbau. München 2020, S. 412.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

Regelung Raumklima	· *keine	· Temperatur und Feuchte regelbar (Einzelraumregelung)	· *Temperatur und Feuchte regelbar im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation <sup>1306</sup>
Elektrische sowie Kommunikations-, sicherheits- und informationstechnische Anlagen			
Elektrik, Beleuchtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „zeitgemäße“ Anzahl an Steckdosen und Lichtauslässen</li> <li>· *herkömmliche Schalter (Wippschalter)<sup>1307</sup></li> <li>· *Aufputz- o. Unterputz-Schalter und -Dosen<sup>1308</sup></li> <li>· Blitzschutz *(gem. § 17 BayVkkV); Fundamenterder<sup>1309</sup></li> <li>· Zählerschrank mit Unterverteilung und Kippsicherung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· hochwertige Abdeckungen</li> <li>· hochwertige Beleuchtung</li> <li>· „zahlreiche“ Steckdosen und Lichtauslässe</li> <li>· *Sensorschalter (Berührung), Annäherungsschalter (Bewegungsmelder)<sup>1310</sup></li> <li>· *Unterputz-Schalter und -Dosen<sup>1311</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *drahtlose Infrarot-Fernschalter (Unterputz), Annäherungsschalter (Bewegungsmelder)<sup>1312</sup></li> </ul>
Leitungsführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Kabelkanäle *als Fensterbank-/Brüstungskanäle, Wandkanäle<sup>1313</sup> (Alu/ Stahl/ Kunststoff<sup>1314</sup>)</li> <li>· *als Unterflurkanäle im Bodenaufbau integriert<sup>1315</sup></li> <li>· *als Fußleisteninstallation<sup>1316</sup> (Sockelkanal)</li> <li>· *ansonsten Unterputz, untergeordnete Nebenräume ggf. Aufputz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Doppelboden mit Bodentanks *(Auslässe als oberflächenbündige Kästen mit Klappdeckel<sup>1317</sup>), Aluminium, Edelstahl, ggf. PVC</li> <li>· *Hohlboden mit Bodentanks</li> <li>· *ansonsten: wie niedriger Standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Doppelboden mit Bodentanks wie mittlerer Standard</li> <li>· *ansonsten: wie niedriger Standard</li> </ul>
Telekommunikations-, Informations- & Sicherheits-Technik	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *auskömmliche Anzahl an Anschlüssen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· „ausreichende Anzahl“ LAN-Anschlüsse</li> <li>· elektronische Zugangskontrolle</li> <li>· *ggf. elektronische Schließsysteme (elektronische Türschlösser, Transpondertechnik)<sup>1318</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Videoanlage</li> <li>· *elektronische Schließsysteme (elektronische Türschlösser, Transpondertechnik)<sup>1319</sup></li> </ul>
Gefahrenmelde- und Alarmanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *automatische Brandmeldeanlage (BMA) gem. § 20 Abs. 2 BayVkkV i. V. m. Alarmierungsanlage, gem. Ziff. 2 &amp; 3 TR TGA (BayTB)<sup>1320</sup></li> <li>· *Brandfallsteuerung von Aufzügen gem. § 20 Abs. 4 VStättV<sup>1321</sup> und gem. Ziff. A.2.1.15.3 BayTB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *wie niedriger Standard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· zentrale Alarmanlage *wie niedriger Standard</li> <li>· *Einbruchmeldeanlage<sup>1322</sup></li> </ul>
Gebäudeautomation <sup>1323</sup> , Mess-Steuer-Regelungstechnik, Gebäudeleitsystem <sup>1324</sup>			

1306 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 320.

1307 Vgl. ebenda, S. 453.

1308 Vgl. ebenda, S. 453-454.

1309 Vgl. ebenda, S. 467.

1310 Vgl. ebenda, S. 453.

1311 Vgl. ebenda.

1312 Vgl. ebenda.

1313 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1. 36. Aufl. Wiesbaden 2015, S. 593.

1314 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 477.

1315 Vgl. Eisele, J.; Harzdorf, A.; Hüttig, L.; et al.: Multifunktionale Büro- und Geschäftshäuser. Wiesbaden. 2020, S. 72.

1316 Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 451.

1317 Vgl. ebenda, S. 475.

1318 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 739-742.

1319 Vgl. ebenda.

1320 Technische Regel Technische Gebäudeausrüstung (TR TGA) – Anhang 14 BayTB (Ausgabe April 2021).

1321 Unter der Annahme, dass es sich bei Shopping-Centern schon aufgrund der verschiedenen Restaurants/ Cafés und des damit zu erwartenden Besucherverkehrs entlang der Ladenstraße um eine Versammlungsstätte nach Versammlungsstättenverordnung mit mehr als 200 Besuchern handelt.

1322 Vgl. Hestermann, U.; Rongen, L.: Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 2. 35. Aufl. Wiesbaden 2018, S. 714.

1323 Gemäß Kostengruppe 480 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen): Einrichtungen zur automatischen Durchführung von technischen Funktionsabläufen.

1324 Die Verbindung mehrerer Automations-Einzelgeräte zu einem übergeordneten, zentralen System über ein Datenübertragungsnetz wird als Gebäudeleitsystem bezeichnet und besteht aus Bediengeräten, Serverstationen und Ausgabegeräten. Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 562-563.

## Anhang A: Ausstattungsstandards

GA, MSR	· *keine	· *ggf. Bus-System	· Bus-System *in KNX-/ BACnet/ OPC-Standard <sup>1325</sup>
<b>Förderanlagen</b>			
Aufzüge, Fahrtreppen	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Personenaufzugsanlagen</li> <li>· *Kabineninnengestaltung vielfältig bspw. mit Spiegelflächen<sup>1326</sup></li> <li>· *automatische, zentral öffnende o. einseitig öffnende (Teleskop-) Schiebetüren<sup>1327</sup></li> <li>· *Lastenaufzugsanlagen<sup>1328</sup></li> <li>· *Fahrtreppen, ggf. Fahrsteige<sup>1329</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Personenaufzugsanlagen</li> <li>· *Kabineninnengestaltung höherwertige Materialien</li> <li>· *Tür wie niedriger Standard</li> <li>· *Lastenaufzugsanlagen</li> <li>· *Fahrtreppen, ggf. Fahrsteige</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· aufwendigere Personenaufzugsanlagen</li> <li>· *Kabineninnengestaltung hochwertige Materialien</li> <li>· *Tür wie niedriger Standard</li> <li>· *Lastenaufzugsanlagen</li> <li>· *Fahrtreppen, ggf. Fahrsteige</li> </ul>
<b>Nutzungsspezifische Anlagen<sup>1330</sup></b>			
Feuerlöschanlagen, Sprinkler	<ul style="list-style-type: none"> <li>· *Sprinkleranlagen gem. § 20 Abs. 1 BayVkB und gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)</li> <li>· *Handfeuerlöscher und nichtselbsttätige Feuerlöschanlagen in Form von Feuerlösch-Steigleitungen mit Wandhydranten gem. § 20 Abs. 2 BayVkB und gem. Ziff. 10 TR TGA (BayTB)</li> </ul>	· *wie niedriger Standard	· *wie niedriger Standard

**Tabelle 7-8: Technische Gebäudeausrüstung Shopping-Center.**

<sup>1325</sup> Europäische Datenübertragungsstandards der Haus- und Gebäudesystemtechnik. Vgl. ebenda, S. 562.

<sup>1326</sup> Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 573.

<sup>1327</sup> Vgl. ebenda, S. 578

<sup>1328</sup> Vor allem für den internen Transport von Waren und Mitarbeitern. Vgl. Heisel, J.: Planungsatlas – Praxishandbuch Bauentwurf. 5. Aufl. Berlin 2019, S. 352.

<sup>1329</sup> Vgl. Bohne, D.: Technischer Ausbau von Gebäuden. 11. Aufl. Wiesbaden 2019, S. 585-586.

<sup>1330</sup> Gemäß Kostengruppe 470 der DIN 276:2018-12 (Kosten im Bauwesen).

## Anhang B Standardräume

### Übergeordnete Standardräume

Für die übergeordneten Standardräume werden im Folgenden die Räume Flachdach, Stütze und Elektroschacht als Datenblatt dargestellt. Für die übrigen übergeordneten Standardräume, welche in Kapitel 5.1 und 4.2.4 aufgeführt sind, wird auf die Arbeit von KORNBLUM<sup>1331</sup> verwiesen.

Standardraum	00.56.01	Flachdach							
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>									
<p><b>Beschreibung Standardraum</b></p> <p>Das Dach wird standardmäßig als als Warmdach ausgeführt.</p>									
<p><b>Geometrie Standardraum</b></p> <p>Länge 72,40 m Breite 72,40 m Höhe 0,50 m</p> <p>Grundfläche 5241,76 m<sup>2</sup> Umfang 289,60 m Wandfläche 144,80 m<sup>2</sup> Rauminhalt 2620,88 m<sup>3</sup></p>									
<p><b>Grundriss</b></p>									
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
363.21.105220	Dampfsperre, Schweißbahn, V60 S4	5.241,76	m <sup>2</sup>	9,36	363	21	11,86	26,95	40,00
363.21.115240	Wärmedämmung, Flachdach, EPS 160-240 mm, lose, WLG 035	5.241,76	m <sup>2</sup>	32,00	363	21	41,00	276,00	40,00
363.21.125150	Dachabdichtung, Polymerbitumenbahn PYE-G200, kaltselbstklebend	5.241,76	m <sup>2</sup>	13,86	363	21	19,21	562,74	40,00
363.21.125157	Dachabdichtung Polymerbitumen, kaltselbstklebend, KSP 3,5 mm, obere Lage	5.241,76	m <sup>2</sup>	14,80	363	21	20,15	304,02	50,00
363.21.130210	Dachabdichtungsanschluss, Bitumenbahnen, auf Attika, 2-lagig	289,60	m	26,23	363	21	31,58	14,33	50,00
363.21.150310	Attikaabdeckung, Aluminium-Profil, Abwicklung 500 mm	289,60	m	61,74	363	21	66,74	353,85	40,00
363.21.150930	Attikaabdeckung, Eckausbildung	4,00	Stk.	49,32	363	21	54,32	283,08	40,00
363.21.160110	Dachablauf, 2-teilig, vertikaler Abgang, nicht heizbar, DN 100	42,00	Stk.	154,72	363	21	169,42	19,62	20,00
363.21.162320	Attika-Notablauf, DN 100, Wasserspeicher	27,00	Stk.	318,18	363	21	323,18	19,62	20,00
363.21.160910	Abdichtungsanschluss, Dachablauf	42,00	Stk.	33,58	363	21	38,93	5,73	20,00
446.50.009025	Runddraht, Stahl verzinkt, 8 mm, Anschlussleitung	1.193,15	m	14,25	446	50	14,95	1,53	40,00
446.50.005180	Anschluss- und Verbindungsklemmen, Stahl verzinkt	4,00	Stk.	5,36	446	50	7,76	11,84	40,00
363.21.0001	Kiesschüttung, 6 cm	5.238,86	m <sup>2</sup>	12,80	363	21	17,40	60,22	40,00

Tabelle 7-9: Standardraum Flachdach.

Standardraum	00.53.09	Stützen							
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>									
<p><b>Beschreibung Standardraum</b></p> <p>Die Stützen bestehen aus Beton und Betonstahl</p>									
<p><b>Geometrie Standardraum</b></p> <p>Länge 0,40 m Breite 0,40 m Höhe 3,50 m</p> <p>Grundfläche 0,16 m<sup>2</sup> Umfang 1,60 m Wandfläche 5,60 m<sup>2</sup> Rauminhalt 0,56 m<sup>3</sup></p>									
<p><b>Grundriss</b></p>									
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
343.13.018040	Betonstabstahl und Betonstahlmatten	0,06	t	1585,88	343	13	-	14.034,00	100,00
343.13.023010	Schalung, glatt, Stützen, bis 1000 cm <sup>2</sup>	3,12	m <sup>2</sup>	59,6	343	13	-	-	100,00
343.13.010003	Stützen C 30/35, Stahlbeton, glatt, eckig	0,56	m <sup>3</sup>	163,7	343	13	-	865,00	100,00

Tabelle 7-10: Standardraum Stützen.

<sup>1331</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	00.60.01	Installationsschacht Elektro
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>		
<b>Beschreibung Standardraum</b>		
Im Installationsschacht Elektro sind alle elektrischen Leitungen zur vertikalen Versorgung des Gebäudes enthalten.		
<b>Geometrie Standardraum</b>		
Länge	0,50 m	
Breite	0,50 m	
Höhe	3,50 m	
Grundfläche	0,25 m <sup>2</sup>	
Umfang	2,00 m	
Wandfläche	7,00 m <sup>2</sup>	
Rauminhalt	0,88 m <sup>3</sup>	
<b>Grundriss</b>		

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
444.54.002235	Verteiler mit Türe, 2-feldig, h=650 mm	1,00	Stk.	232,89	444	54	236,19	7,25	13,00
444.53.128066	Mantelleitung, NYM-J, 5x10 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/PritschenWannen	7,00	m	8,81	444	53	9,32	48,34	25,00
393.39.286156	Kabelschott, Gehäuse, S90	1,00	Stk.	197,70	393	39	200,10	8,03	25,00
444.53.192280	Kabel / Leitung, einführen, anschließen, 5x10 mm <sup>2</sup>	1,00	Stk.	17,31	444	53	19,81	7,25	25,00
444.54.006085	Leistungsschutzschalter, 20 A, B, 2-polig	20,00	Stk.	51,94	444	54	54,14	580,65	25,00
444.54.006275	Fehlerstromschutzschalter, 25 / 0,03 A, 2-polig	1,00	Stk.	58,63	444	54	59,98	580,65	25,00
Femmeldeanlagen									
457.61.010034	Kabel, JE-Y(ST)Y, 20x2x0,8 mm <sup>2</sup> , mit Rohr	7,00	m	9,72	457	61	16,17	37,72	25,00
451.61.020200	Anschlussleiste, LSA, 30x180 mm	1,00	Stk.	32,16	451	61	35,06	8,03	25,00
451.61.020150	Verteilergehäuse, Aufputz, 220x330 mm	1,00	Stk.	130,69	451	61	142,79	5,92	13,00
Rundfunk/Sat									
455.61.052045	Koaxialkabel, 75 Ohm, 75 dB, mit Rohr	7,00	m	3,52	455	61	10,57	7,25	25,00
455.61.054075	Verteiler, 3-fach, mit F-Connectoren	1,00	Stk.	23,46	455	61	26,76	7,25	13,00
Such- und Signalanlagen									
457.61.010030	Kabel, JE-Y(ST)Y, 4x2x0,8 mm <sup>2</sup> , mit Rohr	7,00	m	5,92	457	61	12,37	96,47	25,00
451.61.020135	Verteilerdose, Aufputz, 120x140 mm	1,00	Stk.	32,28	451	61	44,38	5,92	13,00
Brandmeldeanlagen									
456.61.014036	Kabel, J-H(ST)H rot, 10x2x0,8 mm <sup>2</sup> , mit Rohr	7,00	m	7,09	456	61	13,54	9,43	25,00
451.61.020135	Verteilerdose, Unterputz, 120x140 mm	1,00	Stk.	32,28	451	61	44,80	5,92	13,00

Tabelle 7-11: Standardraum Installationsschacht Elektro.



## Nutzungsspezifische Standardräume Büro

Für die Standardräume von Büroimmobilien werden im Folgenden die Räume Büro, Büro-Geschäftsführer, Großraumbüro, Doppelbüro, Besprechungsraum, Eingangsbereich und Flur als Datenblatt für den Standard Mittel dargestellt. Für die übrigen übergeordneten und nutzungsspezifischen Standardräume, welche in Kapitel 5.1 und 4.2.4 aufgeführt wurden, wird auf die Arbeit von KORNBLUM<sup>1332</sup> verwiesen.

Standardraum	02.02.04	Büro - Geschäftsführer
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>		
<b>Beschreibung Standardraum</b>		
Einzelbüro für einen Arbeitsplatz. Die Ausstattung ist an den Ausstattungsstandard anzupassen.		
<b>Geometrie Standardraum</b>		<b>Grundriss</b>
Länge	4,30 m	
Breite	4,05 m	
Höhe	3,50 m	
Grundfläche	17,42 m²	
Umfang	16,70 m	
Wandfläche	58,45 m²	
Rauminhalt	60,95 m³	

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Bodenaufbau</b>									
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	17	m²	1,64	352	25	2,21	26,95	40
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	17	m²	1,87	352	25	2,44	26,95	40
352.25.112123	Wärmedämmung, EPS 60 mm, Estrich	17	m²	6,88	352	25	36,00	324,32	35
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	17	m²	4,04	352	25	5,59	56,88	50
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	17	m²	1,17	352	25	1,74	13,48	40
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	17	m	0,79	352	25	1,36	3,40	40
352.25.125320	Heizestrich schwimmend, F4, 50 mm	17	m²	15,49	352	25	29,99	170,99	40
<b>Option Parkett</b>									
352.28.012420	Fertigparkett, 2-schichtig, Eiche, roh, 15 mm, schwimmend	17	m²	60,71	352	28	74,61	90,71	40
352.28.042309	Sockelleiste, Eiche, lasiert, 60/20 mm	17	m	13,58	352	28	14,83	2,04	40
<b>Türe</b>									
344.27.214580	Innentür, komplett, Furnier Eiche, 875/2000 mm	1	Stk.	342,50	344	27	231,00	665,00	50
<b>Wand</b>									
335.23.101030	Untergrund reinigen, Verschmutzung	58	m²	1,87	335	23	1,87	0,00	50
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	58	m²	15,64	345	23	26,64	21,41	40
345.34.001200	Innenfläche vorbereiten	58	m²	0,93	345	34	0,93	0,00	50
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	58	m²	5,24	345	34	16,24	2,16	8
<b>Abgehängte Decke</b>									
353.39.242105	Gipskarton-Unterdecke, abgehängt, 1x15 mm	17	m²	41,01	353	39	55,21	33,69	50
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	17	m²	3,12	353	39	8,42	33,69	40
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	17	m²	18,13	353	23	29,13	21,41	50
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	17	m²	3,68	345	34	14,68	9,34	8

Tabelle 7-12: Standardraum Büro Geschäftsführer Teil 1 von 2.

<sup>1332</sup> Vgl. Kornblum, F.: Bestimmung von Herstellungs- und Instandsetzungskosten sowie dem Verbrauch von Grauer Energie bei der Realisierung und dem Betrieb von Immobilien. Dissertation am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2017.

## Anhang B: Standardräume

<b>Strom / Steckdosen</b>									
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	25	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	25	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	2	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm²	0	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25
<b>Licht</b>									
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	9	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	9	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	1	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	1	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	2	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	2	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20
<b>Brandmeldeanlagen</b>									
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wann	6	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	1	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20
456.63.012005	Warttongeber, rot, IP 65	1	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20
<b>Telefon</b>									
451.53.192325	Fernmeldekabel, einführen, anschließen, 2x2x0,8 mm²	2	Stk.	5,92	451	53	10,27	17,76	50
456.61.014001	Kabel, J-H(ST)H rot, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	19	m	1,84	456	61	6,04	9,43	50
451.61.020010	Anschlussdose, Aufputz, TAE 6, NFN	2	Stk.	14,86	451	61	21,81	7,07	25
<b>Netzwerk</b>									
451.53.192295	Fernmeldekabel, einfach, anschließen, 2x2x0,6 mm	2	Stk.	6,14	451	53	10,49	8,39	50
457.61.030001	Leitung, J-2Y(ST)H, 2x2x0,6 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	19	m	2,01	457	61	6,21	18,86	50
457.61.039005	Datenanschlussdose, Aufputz, Kategorie (Cat) 6A, 2x8	2	Stk.	22,70	457	61	27,40	94,29	25
<b>Medien</b>									
444.53.192470	Aderleitung, anklennen, 6 mm²	1	Stk.	3,21	444	53	7,41	365,13	50
455.61.052005	Koaxialkabel, 75 Ohm, 75 dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	10	m	1,73	455	61	8,78	7,25	50
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	1	Stk.	30,58	455	61	38,03	7,25	25
<b>Lüftung</b>									
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	4	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	4	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25
<b>Wärme</b>									
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	8	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	1	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	8	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	1	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45
423.41.003655	Flachheizkörper, plan, Stahl, Ventileinsatz, Typ 11, h=400 mm, l=1200 mm	1	Stk.	346,27	423	41	374,67	1.621,39	50

**Tabelle 7-13: Standardraum Büro Geschäftsführer Teil 2 von 2.**

Standardraum 02.02.05 Großraumbüro									
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>									
Beschreibung Standardraum		Geometrie Standardraum		Grundriss					
Großraumbüro für eine Vielzahl von Arbeitsplätzen. Technische Anlagen werden über abgehängte Deck und Doppelboden verlegt. Die Ausstattung ist an den Ausstattungsstandard anzupassen.		Länge Breite Höhe	9,50 m 10,90 m 3,50 m						
		Grundfläche Umlang Wandfläche Rauminhalt	103,55 m² 40,80 m 142,80 m² 362,43 m³						
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Bodenaufbau ohne Fußbodenheizung</b>									
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	103,55	m²	1,64	352	25	2,21	26,95	40,00
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	103,55	m²	1,87	352	25	2,44	26,95	40,00
352.25.112123	Wärmedämmung, EPS 60 mm, Estrich	103,55	m²	6,88	352	25	29,99	124,00	40,00
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	103,55	m²	4,04	352	25	5,59	56,88	50,00
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	103,55	m²	1,17	352	25	1,74	13,48	40,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	40,80	m	0,79	352	25	1,36	3,40	40,00
352.25.125320	Zementestrich schwimmend, F4, 50 mm	103,55	m²	15,49	352	25	29,99	170,99	50,00
352.36.001810	Untergrund vorbereiten, komplett, Belag	103,55	m²	5,14	352	36	5,14	2,30	50,00
352.36.021170	Fertigparkett, 2-schichtig, Eiche, roh, 15 mm, schwimmend	103,55	m²	60,71	352	36	74,61	90,71	40,00
352.36.031510	Sockelleiste, Eiche, lasiert, 60/20 mm	40,80	m	13,58	352	36	14,83	2,04	40,00
352.39.615010	Doppelboden, Mineralplatten, 36 mm, 600/600 mm	103,55	m²	107,03	352	39	117,13	98,88	50,00
352.39.663660	Bodenelektranten, Einbau, Doppelboden	11,00	Stk.	7,38	352	39	7,95	57,01	25,00
<b>Türe</b>									
344.27.214580	Innentür, komplett, Furnier Eiche, 875/2000 mm	2,00	Stk.	342,50	344	27	402,00	743,00	50,00
<b>Wand</b>									
335.23.101030	Untergrund reinigen, Verschmutzung	142,80	m²	1,87	335	23	1,87	-	50,00
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	142,80	m²	15,64	345	23	26,64	21,41	40,00
345.34.001200	Innenfläche vorbereiten	142,80	m²	0,93	345	34	0,93	-	50,00
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	142,80	m²	5,24	345	34	16,24	2,16	8,00

**Tabelle 7-14: Standardraum Großraumbüro Teil 1 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

<b>Abgehängte Decke</b>									
353.39.242105	Gipskarton-Unterdecke, abgehängt, 1x15 mm	103,55	m²	41,01	353	39	55,21	33,69	50,00
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	103,55	m²	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	103,55	m²	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	103,55	m²	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00
<b>Strom / Steckdosen</b>									
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	52,84	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50,00
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	52,84	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	2,00	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25,00
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm²	20,00	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00
<b>Licht</b>									
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	31,80	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50,00
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	31,80	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00
444.53.164005	Aus-/ Wechselschalter, Unterputz, weiß	4,00	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25,00
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	4,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	4,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	4,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20,00
<b>Brandmeldeanlagen</b>									
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	11,50	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	11,50	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	2,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00
456.63.012005	Warttongeber, rot, IP 65	2,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00
<b>Telefon</b>									
451.53.192325	Fernmeldekabel, einführen, anschließen, 2x2x0,8 mm²	8,00	Stk.	5,92	451	53	10,27	17,76	50,00
456.61.014001	Kabel, J-H(ST)H rot, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	124,27	m	1,84	456	61	6,04	9,43	50,00
451.61.020010	Anschlussdose, Aufputz, TAE 6, NFN	8,00	Stk.	14,86	451	61	21,81	7,07	25,00
<b>Netzwerk</b>									
451.53.192295	Fernmeldekabel, einfach, anschließen, 2x2x0,6 mm	8,00	Stk.	6,14	451	53	10,49	8,39	50,00
457.61.030001	Leitung, J-2Y(ST)H, 2x2x0,6 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	124,27	m	2,01	457	61	6,21	18,86	50,00
457.61.039005	Datenanschlussdose, Aufputz, Kategorie (Cat) 6A, 2x8	8,00	Stk.	22,70	457	61	27,40	94,29	25,00
<b>Medien</b>									
444.53.192470	Aderleitung, anklennen, 6 mm²	1,00	Stk.	3,21	444	53	7,41	365,13	50,00
455.61.052005	Koaxialkabel, 75 Ohm, 75 dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	17,28	m	1,73	455	61	8,78	7,25	50,00
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	1,00	Stk.	30,58	455	61	38,03	7,25	25,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	7,10	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	7,10	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00
<b>Wärme</b>									
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	16,95	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	16,95	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	4,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	16,95	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	16,95	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	4,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00
423.41.003655	Flachheizkörper, plan, Stahl, Ventileinsatz, Typ 11, h=400 mm, l=1200 mm	4,00	Stk.	346,27	423	41	374,67	1.621,39	50,00

**Tabelle 7-15: Standardraum Großraumbüro Teil 2 von 2.**

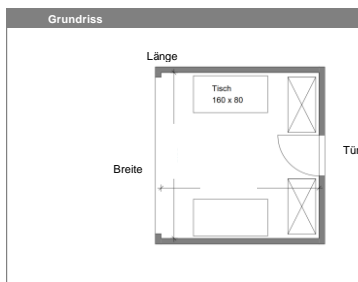
## Anhang B: Standardräume

Standardraum	02.02.11	Besprechungsraum																
<a href="#">Zurück zur Einseite</a>																		
<b>Beschreibung Standardraum</b> Der Besprechungsraum beinhaltet eine Vielzahl von Arbeitsplätzen. Die Ausstattung ist an den Ausstattungsstandard anzupassen.	<b>Geometrie Standardraum</b>  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">Länge</td><td style="text-align: left;">4,30 m</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Breite</td><td style="text-align: left;">5,40 m</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Höhe</td><td style="text-align: left;">3,50 m</td></tr> <tr><td colspan="2"> </td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Grundfläche</td><td style="text-align: left;">23,22 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Umfang</td><td style="text-align: left;">19,40 m</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Wandfläche</td><td style="text-align: left;">67,90 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Rauminhalt</td><td style="text-align: left;">81,27 m<sup>3</sup></td></tr> </table>	Länge	4,30 m	Breite	5,40 m	Höhe	3,50 m			Grundfläche	23,22 m <sup>2</sup>	Umfang	19,40 m	Wandfläche	67,90 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	81,27 m <sup>3</sup>	<b>Grundriss</b>  
Länge	4,30 m																	
Breite	5,40 m																	
Höhe	3,50 m																	
Grundfläche	23,22 m <sup>2</sup>																	
Umfang	19,40 m																	
Wandfläche	67,90 m <sup>2</sup>																	
Rauminhalt	81,27 m <sup>3</sup>																	

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Boden</b>									
352.39.660210	Fenigparkett, 2-schichtig, Eiche, roh, 15 mm, schwimmend	23,22	m <sup>2</sup>	60,71	352	39	74,61	90,71	40,00
352.39.661510	Sockelleiste, Eiche, lasiert, 60/20 mm	19,40	m	13,58	352	39	14,83	2,04	40,00
352.39.663660	Bodenelektranten, Einbau, Doppelboden	3,00	Stk.	7,38	352	39	7,95	57,01	25,00
<b>Wand</b>									
335.23.101030	Untergrund reinigen, Verschmutzung	67,90	m <sup>2</sup>	1,87	335	23	1,87	-	50,00
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	67,90	m <sup>2</sup>	15,64	345	23	26,64	21,41	40,00
345.34.001200	Innenfläche vorbereiten	67,90	m <sup>2</sup>	0,93	345	34	0,93	-	50,00
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	67,90	m <sup>2</sup>	5,24	345	34	16,24	2,16	8,00
<b>Türe</b>									
344.27.214580	Innentür, komplett, Furnier Eiche, 875/2000 mm	1,00	Stk.	342,50	344	27	367,00	676,00	50,00
<b>Decke</b>									
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	23,22	m <sup>2</sup>	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	23,22	m <sup>2</sup>	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	23,22	m <sup>2</sup>	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00
<b>Strom / Steckdosen</b>									
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	28,02	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50,00
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	28,02	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	2,00	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25,00
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm <sup>2</sup>	0,00	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00
<b>Licht</b>									
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	9,92	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50,00
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	9,92	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	1,00	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25,00
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm <sup>2</sup>	1,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm <sup>2</sup>	2,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	2,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20,00
<b>Brandmeldeanlagen</b>									
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	6,30	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	1,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00
456.63.012005	Warntongebler, rot, IP 65	1,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00
<b>Telefon</b>									
451.53.192325	Femmeldekabel, einführen, anschließen, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup>	2,00	Stk.	5,92	451	53	10,27	17,76	50,00
456.61.014001	Kabel, J-H(ST)H rot, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	20,13	m	1,84	456	61	6,04	9,43	50,00
451.61.020010	Anschlussdose, Aufputz, TAE 6, NFN	2,00	Stk.	14,86	451	61	21,81	7,07	25,00
<b>Netzwerk</b>									
451.53.192295	Femmeldekabel, einfach, anschließen, 2x2x0,6 mm	2,00	Stk.	6,14	451	53	10,49	8,39	50,00
457.61.030001	Leitung, J-2Y(ST)H 2x2x0,6 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	20,13	m	2,01	457	61	6,21	18,86	50,00
457.61.039005	Datenanschlussdose, Aufputz, Kategorie (Cat) 6A, 2x8	2,00	Stk.	22,70	457	61	27,40	94,29	25,00
<b>Medien</b>									
444.53.192470	Aderleitung, anklennen, 6 mm <sup>2</sup>	1,00	Stk.	3,21	444	53	7,41	365,13	50,00
455.61.052005	Koaxialkabel, 75 Ohm, 75 dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	11,07	m	1,73	455	61	8,78	7,25	50,00
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	1,00	Stk.	30,58	455	61	38,03	7,25	25,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	4,43	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	4,43	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00
<b>Wärme</b>									
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	9,00	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	2,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	9,00	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	1,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00
423.41.003655	Flachheizkörper, plan, Stahl, Ventilinsatz, Typ 11, h=400 mm, l=1200 mm	1,00	Stk.	346,27	423	41	374,67	1.621,39	50,00
<b>Abgehängte Decke</b>									
353.39.242105	Gipskarton-Unterdecke, abgehängt, 1x15 mm	23,22	m <sup>2</sup>	41,01	353	39	55,21	33,69	50,00
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	23,22	m <sup>2</sup>	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	23,22	m <sup>2</sup>	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	23,22	m <sup>2</sup>	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00

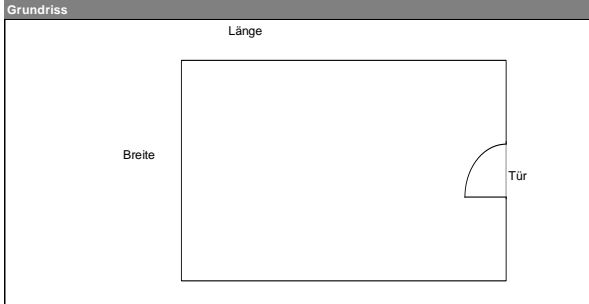
**Tabelle 7-16: Standardraum Besprechungsraum.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum		02.02.10	Doppelbüro abgehängte Decke															
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																		
<b>Beschreibung Standardraum</b> Der Besprechungsraum beinhaltet zwei Arbeitsplätze. Die Ausstattung ist an den Ausstattungsstandard anzupassen.		<b>Geometrie Standardraum</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: right;">Länge</td><td style="text-align: left;">4,30 m</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Breite</td><td style="text-align: left;">4,05 m</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Höhe</td><td style="text-align: left;">3,50 m</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Grundfläche</td><td style="text-align: left;">17,42 m²</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Umfang</td><td style="text-align: left;">16,70 m</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Wandfläche</td><td style="text-align: left;">58,45 m²</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">Rauminhalt</td><td style="text-align: left;">60,95 m³</td></tr> </table>		Länge	4,30 m	Breite	4,05 m	Höhe	3,50 m	Grundfläche	17,42 m²	Umfang	16,70 m	Wandfläche	58,45 m²	Rauminhalt	60,95 m³	<b>Grundriss</b> 
Länge	4,30 m																	
Breite	4,05 m																	
Höhe	3,50 m																	
Grundfläche	17,42 m²																	
Umfang	16,70 m																	
Wandfläche	58,45 m²																	
Rauminhalt	60,95 m³																	
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [M.J./Einheit]	Lebensdauer [Jahre]									
<b>Bodenaufbau</b>																		
352.25.101010	Untergrund reinigen, grobe Verschmutzung	17,42	m²	0,84	352	25	1,39	-	50,00									
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	17,42	m²	1,64	352	25	2,21	26,95	40,00									
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	17,42	m²	1,87	352	25	2,44	26,95	40,00									
352.25.112123	Wärmedämmung, EPS 60 mm, Estrich	17,42	m²	6,88	352	25												
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	17,42	m²	4,04	352	25	5,59	56,88	50,00									
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	17,42	m²	1,17	352	25	1,74	13,48	40,00									
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	16,70	m	0,79	352	25	1,36	3,40	40,00									
352.25.125320	Heizestrich schwimmend, F4, 50 mm	17,42	m²	45,00	352	25	76,00	212,00	40,00									
352.36.001810	Untergrund vorbereiten, komplett, Belag	17,42	m²	5,14	352	36	5,14	2,30	50,00									
352.36.021170	Fertigparkett, 2-schichtig, Eiche, roh, 15 mm, schwimmend	17,42	m²	60,71	352	36	74,61	90,71	40,00									
352.39.661510	Sockelleiste, Eiche, lasiert, 60/20 mm	16,70	m	13,58	352	39	14,83	2,04	40,00									
344.27.214580	<b>Türe</b> Innentür, komplett, Furnier Eiche, 875/2000 mm	1,00	Stk.	342,50	344	27	367,00	676,00	50,00									
<b>Wand</b>																		
335.23.101030	Untergrund reinigen, Verschmutzung	58,45	m²	1,87	335	23	1,87	-	50,00									
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	58,45	m²	15,64	345	23	26,64	21,41	40,00									
345.34.001200	Innenfläche vorbereiten	58,45	m²	0,93	345	34	0,93	-	50,00									
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	58,45	m²	5,24	345	34	16,24	2,16	8,00									
<b>Abgehängte Decke</b>																		
353.39.242105	Gipskarton-Unterdecke, abgehängt, 1x15 mm	17,42	m²	41,01	353	39	55,21	33,69	50,00									
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	17,42	m²	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00									
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	17,42	m²	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00									
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	17,42	m²	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00									
<b>Strom / Steckdosen</b>																		
444.53.102028	Kabel, NYJ-J, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	25,32	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50,00									
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	25,32	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00									
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	2,00	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25,00									
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm²	0,00	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00									
<b>Licht</b>																		
444.53.102002	Kabel, NYJ-J, 1x4 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	9,24	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50,00									
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	9,24	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00									
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	1,00	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25,00									
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	1,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00									
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	2,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00									
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	2,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20,00									
<b>Brandmeldeanlagen</b>																		
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	6,30	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00									
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	1,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00									
456.63.012005	Warntongebler, rot, IP 65	1,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00									
<b>Telefon</b>																		
451.53.192325	Femmeldekabel, einführen, anschließen, 2x2x0,8 mm²	2,00	Stk.	5,92	451	53	10,27	17,76	50,00									
456.61.014001	Kabel, J-H(ST)H rot, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	18,78	m	1,84	456	61	6,04	9,43	50,00									
451.61.020010	Anschlussdose, Aufputz, TAE 6, NFN	2,00	Stk.	14,86	451	61	21,81	7,07	25,00									
<b>Netzwerk</b>																		
451.53.192295	Femmeldekabel, einfach, anschließen, 2x2x0,6 mm	2,00	Stk.	6,14	451	53	10,49	8,39	50,00									
457.61.030001	Leitung, J-2Y(ST)H, 2x2x0,6 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	18,78	m	2,01	457	61	6,21	18,86	50,00									
457.61.039005	Datenanschlussdose, Aufputz, Kategorie (Cat) 6A, 2x8	2,00	Stk.	22,70	457	61	27,40	94,29	25,00									
<b>Medien</b>																		
444.53.192470	Aderleitung, anklennen, 6 mm²	1,00	Stk.	3,21	444	53	7,41	365,13	50,00									
455.61.052005	Koaxialkabel, 75 Ohm, 75 dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	10,39	m	1,73	455	61	8,78	7,25	50,00									
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	1,00	Stk.	30,58	455	61	38,03	7,25	25,00									
<b>Lüftung</b>																		
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	4,09	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00									
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00									
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	4,09	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00									
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00									
<b>Wärme</b>																		
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	8,33	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00									
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	1,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00									
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	8,33	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00									
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	1,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00									
423.41.003655	Flachheizkörper, plan, Stahl, Ventileinsatz, Typ 11, h=400 mm, l=1200 mm	1,00	Stk.	346,27	423	41	374,67	1.621,39	50,00									

**Tabelle 7-17: Standardraum Doppelbüro.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum 02.02.03 Büro abgehängte Decke																								
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																								
<b>Beschreibung Standardraum</b> Im Standardraum Büro, als Einzelbüro, mit abgehängter Decke befindet sich ein Arbeitsplatz. Die Art der Ausstattung für den Boden, Wand, Tür und technische Anlagen wird u.a. durch den Ausstattungsstandard vorgegeben.	<b>Geometrie Standardraum</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Länge</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Eingabe 4,30 m</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Breite</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2,70 m</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Höhe</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,50 m</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Grundfläche</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11,61 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Umfang</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">14,00 m</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Wandfläche</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">49,00 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Rauminhalt</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">40,64 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>			Länge	Eingabe 4,30 m	Breite	2,70 m	Höhe	3,50 m	Grundfläche	11,61 m <sup>2</sup>	Umfang	14,00 m	Wandfläche	49,00 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	40,64 m <sup>3</sup>	<b>Grundriss</b> 						
Länge	Eingabe 4,30 m																							
Breite	2,70 m																							
Höhe	3,50 m																							
Grundfläche	11,61 m <sup>2</sup>																							
Umfang	14,00 m																							
Wandfläche	49,00 m <sup>2</sup>																							
Rauminhalt	40,64 m <sup>3</sup>																							
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]															
<b>Bodenaufbau</b>																								
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	11,61	m <sup>2</sup>	1,64	352	25	2,21	26,95	40,00															
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	11,61	m <sup>2</sup>	1,87	352	25	2,44	26,95	40,00															
352.25.112123	Wärmedämmung, EPS 60 mm, Estrich	11,61	m <sup>2</sup>	6,88	352	25	6,80	78,00	35,00															
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	11,61	m <sup>2</sup>	4,04	352	25	5,59	56,88	35,00															
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	11,61	m <sup>2</sup>	1,17	352	25	1,74	13,48	40,00															
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	14,00	m	0,79	352	25	1,36	3,40	40,00															
352.25.125320	Heizestrich schwimmend, F4, 50 mm	11,61	m <sup>2</sup>	45,00	352	25	76,00	212,00	50,00															
352.36.001810	Untergrund vorbereiten, komplett, Belag	11,61	m <sup>2</sup>	5,14	352	36	5,14	2,30	50,00															
352.36.021170	Fertigparkett, 2-schichtig, Eiche, roh, 15 mm, schwimmend	11,61	m <sup>2</sup>	60,71	352	36	74,61	90,71	40,00															
352.36.031510	Sockelleiste, Eiche, lasiert, 60/20 mm	14,00	m	13,58	352	36	14,83	2,04	40,00															
<b>Türe</b>																								
344.27.214580	Innentür, komplett, Furnier Eiche, 875/2000 mm	1,00	Stk.	342,50	344	27	445,25	667,00	50,00															
<b>Wand</b>																								
335.23.101030	Untergrund reinigen, Verschmutzung	49,00	m <sup>2</sup>	1,87	335	23	1,87	0,00	50,00															
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	49,00	m <sup>2</sup>	15,64	345	23	26,64	21,41	40,00															
345.34.001200	Innenfläche vorbereiten	49,00	m <sup>2</sup>	0,93	345	34	0,93	0,00	50,00															
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	49,00	m <sup>2</sup>	5,24	345	34	16,24	2,16	8,00															
<b>Abgehängte Decke</b>																								
353.39.242105	Gipskarton-Unterdecke, abgehängt, 1x15 mm	11,61	m <sup>2</sup>	41,01	353	39	55,21	33,69	50,00															
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	11,61	m <sup>2</sup>	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00															
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	11,61	m <sup>2</sup>	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00															
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	11,61	m <sup>2</sup>	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00															
<b>Strom / Steckdosen</b>																								
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	22,62	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50,00															
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	22,62	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00															
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	2,00	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25,00															
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm <sup>2</sup>	0,00	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00															
<b>Licht</b>																								
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	8,57	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50,00															
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	8,57	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00															
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	1,00	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25,00															
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm <sup>2</sup>	1,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00															
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm <sup>2</sup>	2,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00															
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	2,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20,00															
<b>Brandmeldeanlagen</b>																								
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritscher	6,30	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00															
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	1,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00															
456.63.012005	Wamtongeber, rot, IP 65	1,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00															
<b>Telefon</b>																								
451.53.192325	Fernmeldekabel, einführen, anschließen, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup>	2,00	Stk.	5,92	451	53	10,27	17,76	50,00															
456.61.014001	Kabel, J-H(ST)H rot, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	17,43	m	1,84	456	61	6,04	9,43	50,00															
451.61.020010	Anschlussdose, Aufputz, TAE 6, NFN Netzwerk	2,00	Stk.	14,86	451	61	21,81	7,07	25,00															
451.53.192295	Fernmeldekabel, einfach, anschließen, 2x2x0,6 mm	2,00	Stk.	6,14	451	53	10,49	8,39	50,00															
457.61.030001	Leitung, J-2Y(ST)H, 2x2x0,6 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	17,43	m	2,01	457	61	6,21	18,86	50,00															
457.61.039005	Datenanschlussdose, Aufputz, Kategorie (Cat) 6A, 2x8	2,00	Stk.	22,70	457	61	27,40	94,29	25,00															
<b>Medien</b>																								
444.53.192470	Aderleitung, anklennen, 6 mm <sup>2</sup>	1,00	Stk.	3,21	444	53	7,41	365,13	50,00															
455.61.052005	Koaxialkabel, 75 Ohm, 75 dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	9,72	m	1,73	455	61	8,78	7,25	50,00															
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	1,00	Stk.	30,58	455	61	38,03	7,25	25,00															
<b>Lüftung</b>																								
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	3,75	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00															
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00															
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	3,75	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00															
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00															
<b>Wärme</b>																								
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	7,65	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00															
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	1,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00															
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	7,65	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00															
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	1,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00															
423.41.003655	Flachheizkörper, plan, Stahl, Ventileinsatz, Typ 11, h=400 mm, l=1200	1,00	Stk.	346,27	423	41	374,67	1.621,39	50,00															

**Tabelle 7-18: Standardraum Büro.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	02.09.03	Flur - abgehängte Decke																
<p><a href="#">Zurück zur Einbaue</a></p> <p><b>Beschreibung Standardraum</b> Der Flur mit abgehängter Decke beinhaltet eine Vielzahl von abgehenden Zimmern. Die Ausstattung ist an den Ausstattungsstandard anzupassen.</p>																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometrie Standardraum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Länge</b></td> <td><b>30,00 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Breite</b></td> <td><b>2,50 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Höhe</b></td> <td><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td>Grundfläche</td> <td>75,00 m²</td> </tr> <tr> <td>Umfang</td> <td>65,00 m</td> </tr> <tr> <td>Wandfläche</td> <td>227,50 m²</td> </tr> <tr> <td>Rauminhalt</td> <td>262,50 m³</td> </tr> </tbody> </table>			Geometrie Standardraum		<b>Länge</b>	<b>30,00 m</b>	<b>Breite</b>	<b>2,50 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	Grundfläche	75,00 m²	Umfang	65,00 m	Wandfläche	227,50 m²	Rauminhalt	262,50 m³
Geometrie Standardraum																		
<b>Länge</b>	<b>30,00 m</b>																	
<b>Breite</b>	<b>2,50 m</b>																	
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>																	
Grundfläche	75,00 m²																	
Umfang	65,00 m																	
Wandfläche	227,50 m²																	
Rauminhalt	262,50 m³																	
<p><b>Grundriss</b></p>																		

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Bodenaufbau</b>									
352.25.101010	Untergrund reinigen, grobe Verschmutzung	75,00	m²	0,84	352	25	1,39	-	50,00
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	75,00	m²	1,64	352	25	2,21	26,95	40,00
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	75,00	m²	1,87	352	25	2,44	26,95	40,00
352.25.112123	Wärmedämmung, EPS 60 mm, Estrich	75,00	m²	6,88	352	25	8,00	148,00	40,00
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	75,00	m²	4,04	352	25	5,59	56,88	50,00
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	75,00	m²	1,17	352	25	1,74	13,48	40,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	65,00	m	0,79	352	25	1,36	3,40	40,00
352.25.125320	Heizestrich schwimmend, F4, 50 mm	75,00	m²	53,00	352	25			
352.36.001810	Untergrund vorbereiten, komplett, Belag	75,00	m²	5,14	352	36	5,14	2,30	50,00
352.36.021170	Natursteinplatten, Granit 2 cm	75,00	m²	71,30	352	36	82,60	322,40	60,00
352.39.661510	Sockelleiste, Weich-PVC, 50 mm	65,00	m	5,36	352	39	7,11	8,47	20,00
<b>Wand</b>									
335.23.101030	Untergrund reinigen, Verschmutzung	227,50	m²	1,87	335	23	1,87	-	50,00
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	227,50	m²	15,64	345	23	26,64	21,41	40,00
345.34.001200	Innenfläche vorbereiten	227,50	m²	0,93	345	34	0,93	-	50,00
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	227,50	m²	5,24	345	34	16,24	2,16	8,00
<b>Abgehängte Decke</b>									
353.39.242105	Gipskarton-Unterdecke, abgehängt, 1x15 mm	75,00	m²	41,01	353	39	55,21	33,69	50,00
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	75,00	m²	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	75,00	m²	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	75,00	m²	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00
<b>Strom / Steckdosen</b>									
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	91,00	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50,00
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	91,00	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	8,00	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25,00
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm²	8,00	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00
<b>Licht</b>									
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	43,90	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50,00
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	43,90	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	4,00	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25,00
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	4,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	8,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	8,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20,00
<b>Brandmeldeanlagen</b>									
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	32,00	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	32,00	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	2,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00
456.63.012005	Wartongeräte, rot, IP 65	2,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	16,25	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	16,25	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	1,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00

Tabelle 7-19: Standardraum Flur.

## Anhang B: Standardräume

Standardraum 02.09.04 Eingangsbereich / Lobby																											
Zurück zur Eingabe																											
<p><b>Beschreibung Standardraum</b></p> <p>Der Eingangsbereich beinhaltet mehrere abgehende Räume. Die Ausstattung ist an den Ausstattungsstandard anzupassen.</p>		<p><b>Geometrie Standardraum</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Länge</td><td style="text-align: right;">8,95 m</td></tr> <tr><td>Breite</td><td style="text-align: right;">8,95 m</td></tr> <tr><td>Höhe</td><td style="text-align: right;">3,50 m</td></tr> <tr><td>Grundfläche</td><td style="text-align: right;">80,10 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Umfang</td><td style="text-align: right;">35,80 m</td></tr> <tr><td>Wandfläche</td><td style="text-align: right;">125,30 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Rauminhalt</td><td style="text-align: right;">280,36 m<sup>3</sup></td></tr> </table>		Länge	8,95 m	Breite	8,95 m	Höhe	3,50 m	Grundfläche	80,10 m <sup>2</sup>	Umfang	35,80 m	Wandfläche	125,30 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	280,36 m <sup>3</sup>	<p><b>Grundriss</b></p>									
Länge	8,95 m																										
Breite	8,95 m																										
Höhe	3,50 m																										
Grundfläche	80,10 m <sup>2</sup>																										
Umfang	35,80 m																										
Wandfläche	125,30 m <sup>2</sup>																										
Rauminhalt	280,36 m <sup>3</sup>																										
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]																		
<b>Bodenaufbau ohne Fußbodenheizung</b>																											
352.25.101010	Untergund reinigen, grobe Verschmutzung	80,10	m <sup>2</sup>	0,84	352	25	1,39	-	50,00																		
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	80,10	m <sup>2</sup>	1,64	352	25	2,21	26,95	40,00																		
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	80,10	m <sup>2</sup>	1,87	352	25	2,44	26,95	40,00																		
352.25.112123	Wärmedämmung, EPS 60 mm, Estrich	80,10	m <sup>2</sup>	6,88	352	25	8,00	34,00	50,00																		
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	80,10	m <sup>2</sup>	4,04	352	25	5,59	56,88	50,00																		
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	80,10	m <sup>2</sup>	1,17	352	25	1,74	13,48	40,00																		
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	35,80	m	0,79	352	25	1,36	3,40	40,00																		
352.25.125320	Heizestrich schwimmend, F4, 50 mm	80,10	m <sup>2</sup>	46,60	352	25	53,00	265,00	50,00																		
352.24.025115	Bodenbelag, Feinsteinzeug, eben, Dünnbett, 30/30 cm, innen	80,10	m <sup>2</sup>	66,43	352	24	78,43	98,78	50,00																		
352.24.029340	Sockelfliesen, unglasiert, Dünnbett, Höhe 6 cm, innen	35,80	m	13,84	352	24	25,84	5,93	50,00																		
<b>Eingangsbereich</b>																											
334.27.214810	Windfang/Übranlage Aluminium	1,00	Stk.	5.793,05	334	27	5.979,05	3.828,31	50,00																		
325.25.168745	Sauberlaufzone, Estrich	6,00	m <sup>2</sup>	189,23	325	25	189,80	147,37	50,00																		
<b>Wand</b>																											
335.23.101030	Untergund reinigen, Verschmutzung	125,30	m <sup>2</sup>	1,87	335	23	1,87	-	50,00																		
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	125,30	m <sup>2</sup>	15,64	345	23	26,64	21,41	40,00																		
345.34.001200	Innenfläche vorbereiten	125,30	m <sup>2</sup>	0,93	345	34	0,93	-	50,00																		
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	125,30	m <sup>2</sup>	5,24	345	34	16,24	2,16	8,00																		
<b>Decke</b>																											
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	80,10	m <sup>2</sup>	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00																		
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	80,10	m <sup>2</sup>	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00																		
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	80,10	m <sup>2</sup>	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00																		
<b>Strom / Steckdosen</b>																											
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	44,42	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50,00																		
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	44,42	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00																		
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	2,00	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25,00																		
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm <sup>2</sup>	4,00	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00																		
<b>Licht</b>																											
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	14,79	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50,00																		
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	14,79	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00																		
444.53.164005	Aus- / Wechselschalter, Unterputz, weiß	1,00	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25,00																		
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm <sup>2</sup>	1,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00																		
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm <sup>2</sup>	2,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00																		
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	2,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20,00																		
<b>Brandmeldeanlagen</b>																											
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(STY) rot, 1x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	10,95	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00																		
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	1,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00																		
456.63.012005	Wamtongeber, rot, IP 65	1,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00																		
<b>Wärme</b>																											
422.41.028040	Röhrlleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	15,43	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00																		
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	4,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00																		
422.41.028040	Röhrlleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	15,43	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00																		
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	4,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00																		
423.41.003655	Flachheizkörper, plan, Stahl, Ventilersatz, Typ 11, h=400 mm, l=1200 mm	4,00	Stk.	346,27	423	41	374,67	1.621,39	50,00																		
423.41.055858	Türlüftschleier	1,00	Stk.	8.377,50	423	41	8.392,00	1.022,00	30,00																		
<b>Lüftung</b>																											
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	6,48	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00																		
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	2,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00																		
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	6,48	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00																		
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	2,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00																		

**Tabelle 7-20: Standardraum Eingangsbereich.**



## Nutzungsspezifische Standardräume Wohnen

Für die Standardräume von Wohnimmobilien werden im Folgenden die Räume Badezimmer, Wohnzimmer, Schlafzimmer, Küche, Flur, Balkon, Terrasse als Datenblatt für den Standard Mittel dargestellt. Für die übrigen nutzungsspezifischen Standardräume, welche in Kapitel 5.1 und 4.2.4 aufgeführt wurden, wird auf den Anhang der Arbeit von ZIEGEL<sup>1333</sup> verwiesen.

Standardraum 20.01.01 Wohnen, Wohngebäude ab 8 Wohnungen, Mittel, Badezimmer																	
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																	
<b>Beschreibung Standardraum</b>  Wohnen, Wohngebäude ab 8 Wohnungen, Mittel, Badezimmer. Die Ausstattung ist an den erforderlichen Standard anzupassen.	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometrie Standardraum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Länge</td> <td>3,50 m</td> </tr> <tr> <td>Breite</td> <td>3,00 m</td> </tr> <tr> <td>Höhe</td> <td>3,50 m</td> </tr> <tr> <td>Grundfläche</td> <td>10,50 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Umfang</td> <td>13,00 m</td> </tr> <tr> <td>Wandfläche</td> <td>45,50 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Rauminhalt</td> <td>36,75 m<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>	Geometrie Standardraum		Länge	3,50 m	Breite	3,00 m	Höhe	3,50 m	Grundfläche	10,50 m <sup>2</sup>	Umfang	13,00 m	Wandfläche	45,50 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	36,75 m <sup>3</sup>
Geometrie Standardraum																	
Länge	3,50 m																
Breite	3,00 m																
Höhe	3,50 m																
Grundfläche	10,50 m <sup>2</sup>																
Umfang	13,00 m																
Wandfläche	45,50 m <sup>2</sup>																
Rauminhalt	36,75 m <sup>3</sup>																
	<b>Grundriss</b>  																

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Innenwände</b>									
<b>Innentüren und -fenster</b>									
344.27.214540	Innentür, komplett, Furnier Esche, 875/2000 mm	1,00	St	1.239,18	344	27	1.281,28	1.265,98	60,00
<b>Baukonstruktive Einbauten</b>									
<b>Allgemeine Einbauten</b>									
371.27.601815	Badezimmerschrank, Esche	1,00	St	78,98	371	27	98,98	78,98	30,00
<b>Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen</b>									
<b>Abwasseranlagen</b>									
411.44.000000	Anschlussstutzen, PE, Schrumpfmuffe, D=63/90 mm, Abwasser	2,00	St	37,48	411	44	42,48	37,48	50,00
<b>Wasseranlagen</b>									
412.45.115090	Waschtisch, Keramik, 550x450 mm, Schutzschicht, weiß	1,00	St	655,86	412	45	693,36	78,00	15,00
412.45.138110	Papierrollenhalter	1,00	St	12,84	412	45	16,29	12,88	50,00
412.45.138165	WC-Bürste mit Wandhalterung	1,00	St	25,13	412	45	29,03	25,20	50,00
412.45.116135	Tiefspül-WC, Keramik, stehend, Abgang waagrecht, Schutzschicht, farb	1,00	St	919,10	412	45	948,00	925,65	30,00
412.45.116405	Spülkasten, Kunststoff, 6 Liter, farbig	1,00	St	163,37	412	45	177,87	163,37	30,00
412.45.123155	Brausegarnitur, mit Handbrause, DN 15	1,00	St	38,54	412	45	47,04	38,54	30,00
412.45.138005	Handtuchhalter, 2-teilig, verchromt, 450 mm	2,00	St	114,21	412	45	117,66	114,55	30,00
412.42.040005	Wasserzähler, Unterputz, Kaltwasser, Außengewinde, DN 15/20	1,00	St	12,84	412	42	38,64	8,39	50,00
412.42.040010	Wasserzähler, Unterputz, Warmwasser, Außengewinde, DN 15/20	1,00	St	25,13	412	42	50,93	8,39	50,00
<b>sonstiges</b>									
412.42.040006	Duschkabine, ohne Boiler, 900x900 mm, weiß	1,00	St	112,00	419	42	130,00	2.790,00	15,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>									
<b>Raumheizflächen</b>									
423.41.011415	Röhrenradiator, 3-säulig, Stahl, l=1170 mm, h=600 mm	0,00	St	1.849,16	423	41	1.894,96	1.853,98	40,00
<b>Lufttechnische Anlagen</b>									
<b>Lüftungsanlagen</b>									
431.75.014010	Kleinraumwandlüfter, Unterputz, 60 m <sup>3</sup> /h, 75 mm	1,00	St	414,39	431	75	433,59	415,67	30,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.164010	Aus-/ Wechselschalter, Unterputz, weiß, 2-polig	2,00	St	8,00	444	53	11,30	8,03	25,00
444.53.166035	Steckdose mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	3,00	St	5,89	444	53	12,84	5,92	25,00
444.53.166035	Steckdose mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	3,00	St	5,89	444	53	12,84	5,92	25,00

Abbildung 7-1: Standardraum Badezimmer Teil 1 von 2.

<sup>1333</sup> Vgl. Ziegel, C.: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Wohnimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München. 2015.

## Anhang B: Standardräume

<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.36.031010	Sockelleiste, PVC-weich, 50 mm	13,00	m	8,47	352	36	9,72	8,47	20,00
	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen				410	56			
<b>Abwasseranlagen</b>									
	Rohrleitung, PE, D=90 mm, Abwasser, Dicke = 2 mm	7,00	m	41,39	411	52	68,00	378,00	35,00
	Rohrleitung, PE, D=63 mm, Abwasser, Dicke = 2 mm	6,90	m	28,11	411	52	68,00	378,00	35,00
<b>Wasseranlagen</b>									
	Rohrleitung, Edelstahl, D=18 mm, Dicke = 1 mm	28,10	m	19,19	412	52	25,00	467,00	25,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>									
<b>Wärmeverteilnetze</b>									
422.41.028035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 11,5 mm	13,00	m	14,78	422	41	23,18	14,79	45,00
<b>Lufttechnische Anlagen</b>									
<b>Lüftungsanlagen</b>									
431.75.064030	Lüftungsrohr, flexibel, Alu, 80 mm	2,50	m	49,04	431	75	52,44	49,05	50,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	22,00	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	18,75	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	21,50	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
<b>Innenwände</b>									
<b>Innenwandbekleidungen</b>									
	Kalkputz, 1-lagig, Wand, innen, Dicke = 10 mm	41,88	m <sup>2</sup>	21,41	345	34	24,80	87,00	40,00
345.34.025110	Beschichtung, glatt, innen, Kalkfarbe	41,88	m <sup>2</sup>	1,50	345	34	12,50	1,50	8,00
345.24.015115	Wandfliesen, weiß, Dünnbett, 10/10 cm, innen	3,63	m <sup>2</sup>	220,26	345	24	232,66	221,45	50,00
<b>Gründung</b>									
<b>Bodenbeläge</b>									
325.25.220210	Gussasphaltestrich, schwimmend, IC 10, 30 mm	10,50	m <sup>2</sup>	0,00	325	25	14,50	458,89	40,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.36.013010	PVC-Belag, homogen, 2 mm	9,69	m <sup>2</sup>	169,34	352	36	175,39	169,34	20,00
<b>Deckenbekleidungen</b>									
	Kalkputz, 1-lagig, Decke, innen, Dicke = 10 mm	10,50	m <sup>2</sup>	21,41	353	34	30,00	87,00	40,00
345.34.025110	Beschichtung, glatt, innen, Kalkfarbe	10,50	m <sup>2</sup>	1,50	345	34	12,50	1,50	8,00

**Abbildung 7-2: Standardraum Badezimmer Teil 2 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	20.01.02	Wohnen, Wohnhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Flur														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																
Beschreibung Standardraum	Geometrie Standardraum															
Wohnen, Wohnhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Flur. Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Länge</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>1,50 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Breite</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>4,00 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Höhe</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Grundfläche</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">6,00 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Umfang</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">11,00 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Wandfläche</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">38,50 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rauminhalt</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">21,00 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	<b>Länge</b>	<b>1,50 m</b>	<b>Breite</b>	<b>4,00 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	Grundfläche	6,00 m <sup>2</sup>	Umfang	11,00 m	Wandfläche	38,50 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	21,00 m <sup>3</sup>	
<b>Länge</b>	<b>1,50 m</b>															
<b>Breite</b>	<b>4,00 m</b>															
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>															
Grundfläche	6,00 m <sup>2</sup>															
Umfang	11,00 m															
Wandfläche	38,50 m <sup>2</sup>															
Rauminhalt	21,00 m <sup>3</sup>															

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Innenwände</b>									
<b>Innentüren und -fenster</b>									
344.27.214530	Innentür, komplett, Furnier Esche	0,00	St	75,00	344	27	117,10	1.085,13	50,00
395.27.210340	Wohnungseingangstür (27 dB), 1000/2000 mm	1,00	St	7.527,04	344	27	7.587,74	8.253,56	50,00
344.27.290220	Weitwinkelspion, Wohnungseingangstür	1,00	St	46,00	344	27	76,00	11,84	50,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.164010	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß, 2-polig	3,00	St	8,00	444	53	11,30	8,03	25,00
444.53.166035	Steckdose mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	1,00	St	5,89	444	53	12,84	5,92	25,00
444.53.164010	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß, 2-polig	3,00	St	8,00	444	53	11,30	8,03	25,00
444.53.166035	Steckdose mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	1,00	St	5,89	444	53	12,84	5,92	25,00
444.53.164010	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß, 2-polig	1,00	St	5,89	444	53	9,19	8,03	25,00
444.53.166035	Steckdose mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 45	1,00	St	5,47	444	53	9,24	8,03	25,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.36.031150	Sockelleiste, Hartholz, 14/40 mm	6,00	m	0,90	352	36	2,15	0,90	50,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	36,25	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
444.53.140100	Klingelleitung, KLD, 1x0,8 mm <sup>2</sup> , Rohre/Aufputz/Unterputz	5,50	m	2,25	444	53	4,75	2,42	50,00
444.53.152182	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	50,75	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
444.53.164264	Klingelleitung, KLD, 1x0,8 mm <sup>2</sup> , Rohre/Aufputz/Unterputz	3,50	m	2,25	444	53	4,75	2,42	50,00
444.53.176346	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	306,50	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
<b>Innenwände</b>									
<b>Innenwandbekleidungen</b>									
444.53.164010	Gipsputz, 1-lagig, abgezogen Q3, Wand, innen, Dicke = 10 mm	28,50	m <sup>2</sup>	17,67	345	27	12,00	87,00	40,00
444.53.152182	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	28,50	m <sup>2</sup>	2,16	345	36	13,16	87,00	40,00
<b>Bodenbeläge</b>									
444.53.166035	Heizestrich, schwimmend, IC 10, 30 mm	576,00	m <sup>2</sup>	6,37	325	36	20,87	458,89	40,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
395.27.210340	Parkett	6,00	m <sup>2</sup>	191,31	352	36	141,00	145,00	40,00
<b>Deckenbekleidungen</b>									
344.27.290220	Edel-Oberputz, mineralisch, Kellenputz, Decke, innen	6,00	m <sup>2</sup>	32,09	353	27	43,09	32,29	50,00

**Abbildung 7-3: Standardraum Flur.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	Wohnen, Mehrfamilienhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Schlafzimmer														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>															
Beschreibung Standardraum	Geometrie Standardraum														
Wohnen, Mehrfamilienhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Schlafzimmer. Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Länge</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Breite</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>4,50 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Höhe</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Grundfläche</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">15,75 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Umfang</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">16,00 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Wandfläche</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">56,00 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rauminhalt</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">55,13 m<sup>3</sup></td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> </div>	<b>Länge</b>	<b>3,50 m</b>	<b>Breite</b>	<b>4,50 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	Grundfläche	15,75 m <sup>2</sup>	Umfang	16,00 m	Wandfläche	56,00 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	55,13 m <sup>3</sup>
<b>Länge</b>	<b>3,50 m</b>														
<b>Breite</b>	<b>4,50 m</b>														
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>														
Grundfläche	15,75 m <sup>2</sup>														
Umfang	16,00 m														
Wandfläche	56,00 m <sup>2</sup>														
Rauminhalt	55,13 m <sup>3</sup>														

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Außenwände</b>									
<b>Außentüren und -fenster</b>									
334.12.073132	Außenfensterbank, Leichtbeton, Breite 200 mm, bis 1,80 m	1,00	St	7,07	334	12	18,27	7,07	100,00
334.22.165365	Fensterbankabdeckung, Edelstahlblech, Fensterbanklänge 1,80	1,00	St	137,61	334	22	146,28	137,61	45,00
334.26.113310	Fenster, 2-flügelig, mit Brüstung, Fichte, Ug 1,1, 1250/1760 mm	1,00	St	8.279,74	334	26	8.316,34	9.078,92	40,00
334.22.165363	Innenfensterbank, Gertelbacher Granit, Breite 200 mm, 1,00 - 1,2	1,00	St	137,61	334	22	146,28	137,61	45,00
<b>Sonnenschutz</b>									
338.12.056020	Rollladenkasten, Ziegel, Dicke 36,5 cm	1,76	m	139,86	338	12	163,36	148,18	100,00
338.12.056510	Gurtrollergehäuse, Ziegelfertigteil	1,00	St	10,73	338	12	22,53	10,73	100,00
338.12.000000	Kunststoffrollladen, 1250/2000 mm	1,00	St	1.022,30	338	12	1.046,40	574,94	40,00
<b>Innenwände</b>									
<b>Innentüren und -fenster</b>									
344.27.214540	Innentür, komplett, Furnier Esche, 875/2000 mm	1,00	St	1.239,18	344	27	1.281,28	1.265,98	60,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>									
<b>Raumheizflächen</b>									
325.25.220210	Heizestrich, schwimmend, IC 10, 30 mm	15,75	m <sup>2</sup>	458,89	325	25	473,39	458,89	40,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.164010	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß, 2-polig	1,00	St	8,00	444	53	11,30	8,03	25,00
444.53.166040	Steckdose 2-fach mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	1,00	St	11,79	444	53	18,74	0,00	25,00
444.53.166035	Steckdose mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	3,00	St	5,89	444	53	130,00	2.790,00	25,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.36.031150	Sockelleiste, Hartholz, 14/40 mm	16,00	m	0,90	352	36	2,15	0,90	50,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>									
<b>Wärmeverteiler</b>									
422.41.028035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 11,5 mm	16,00	m	14,78	422	41	23,18	14,79	45,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	23,00	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
<b>Außenwände</b>									
<b>Außenwandbekleidungen, innen</b>									
336.39.202010	Wandtrockenputz, Gipskartonplatten 9,5 mm	28,00	m <sup>2</sup>	8,30	336	39	19,30	8,30	50,00
<b>Innenwände</b>									
<b>Innenwandbekleidungen</b>									
	Gipsputz, 1-lagig, abgezogen Q3, Wand, innen, Dicke = 5 mm	0,28	m <sup>3</sup>	1.766,68	345	39	23,45	467,00	40,00
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	56,00	m <sup>2</sup>	2,16	345	34	25,00	12,00	8,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.39.660210	Parkett, Doppelboden	15,75	m <sup>2</sup>	191,31	352	39	197,86	191,31	40,00
<b>Deckenbekleidungen</b>									
353.23.145600	Edel-Oberputz, mineralisch, Kellenputz, Decke, innen	15,75	m <sup>2</sup>	32,09	353	23	43,09	32,29	50,00

**Abbildung 7-4: Standardraum Schlafzimmer.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum 20.01.04	Wohnen, Wohnhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Küche															
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																
Beschreibung Standardraum	Geometrie Standardraum															
Wohnen, Wohnhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Küche. Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Länge</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>3,60 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Breite</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>3,00 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Höhe</b></td> <td style="text-align: right; padding: 2px;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Grundfläche</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">10,80 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Umfang</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">13,20 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Wandfläche</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">46,20 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rauminhalt</td> <td style="text-align: right; padding: 2px;">37,80 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	<b>Länge</b>	<b>3,60 m</b>	<b>Breite</b>	<b>3,00 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	Grundfläche	10,80 m <sup>2</sup>	Umfang	13,20 m	Wandfläche	46,20 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	37,80 m <sup>3</sup>	
<b>Länge</b>	<b>3,60 m</b>															
<b>Breite</b>	<b>3,00 m</b>															
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>															
Grundfläche	10,80 m <sup>2</sup>															
Umfang	13,20 m															
Wandfläche	46,20 m <sup>2</sup>															
Rauminhalt	37,80 m <sup>3</sup>															

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Außenwände</b>									
<b>Außentüren und -fenster</b>									
334.12.073132	Außenfensterbank, Leichtbeton, Breite 200 mm, bis 1,80 m	3,00	St	7,07	334	12	18,27	7,07	100,00
334.22.165365	Fensterbankabdeckung, Edelstahlblech, Fensterbanklänge 1,80	3,00	St	137,61	334	22	146,28	137,61	45,00
334.26.113310	Fenster, 2-flügelig, mit Brüstung, Fichte, Ug 1,1, 1250/1760 mm	3,00	St	8.279,74	334	26	8.316,34	9.078,92	40,00
334.26.113311	Innerfensterbank, Gertelbacher Granit, Breite 200 mm, 1,00 - 1,2	3,00	St	84,03	334	26	68,00	197,00	70,00
<b>Sonnenschutz</b>									
338.12.056020	Rollladenkasten, Ziegel, Dicke 36,5 cm	5,28	m	139,86	338	12	163,36	148,18	100,00
338.12.056510	Gurtrollergehäuse, Ziegelfertigteil	3,00	St	10,73	338	12	22,53	10,73	100,00
338.12.000000	Kunststoffrollladen, 1250/2000 mm	3,00	St	1.022,30	338	12	1.046,40	574,94	40,00
<b>Innenwände</b>									
<b>Innentüren und -fenster</b>									
344.27.214550	Innentür, komplett, Furnier Esche, 1000/2000 mm	2,00	St	1.416,20	344	27	1.458,30	1.446,83	60,00
<b>Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen</b>									
<b>Abwasseranlagen</b>									
411.44.000000	Anschlussstutzen, PE, Schrumpfmuffe, D=63/90 mm, Abwasser	1,00	St	37,48	411	44	42,48	37,48	50,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>									
<b>Raumheizflächen</b>									
325.25.220210	Heizestrich, schwimmend, IC 10, 30 mm	10,80	m <sup>2</sup>	458,89	325	25	473,39	458,89	40,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.164010	Aus-/ Wechselschalter, Unterputz, weiß, 2-polig	3,00	St	8,00	444	53	11,30	8,03	25,00
444.53.166040	Steckdose 2-fach mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	2,00	St	5,89	444	53	12,84	0,00	25,00
444.53.166035	Steckdose mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	1,00	St	5,89	444	53	12,84	5,92	25,00
444.53.166045	Steckdose 3-fach mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	2,00	St	17,68	444	53	24,63	0,00	25,00
444.53.169205	Herdanschlussdose, Unterputz, 5-polig, 2,5 mm <sup>2</sup>	1,00	St	5,89	444	53	13,34	11,84	25,00

**Abbildung 7-5: Standardraum Küche Teil 1 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

<b>Fernmelde- u. informationst. Anl.</b>									
<b>Telekommunikationsanlagen</b>									
451.61.020025	Anschlussdose, Unterputz, TAE 6, NFN	1,00	St	5,89	451	61	8,29	9,43	25,00
<b>Fernseh- und Antennenanlagen</b>									
455.61.054030	Breitband-Einzelanschlussdose, 2-fach	1,00	St	11,79	455	61	14,19	7,25	25,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.36.031150	Sockelleiste, Hartholz, 14/40 mm	5,00	m	0,90	352	36	2,15	0,90	50,00
352.36.031010	Sockelleiste, PVC-weich, 50 mm	8,10	m	8,47	352	36	9,72	8,47	20,00
<b>Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen</b>									
<b>Abwasseranlagen</b>									
457.61.006003	Rohrleitung, PE, D=90 mm, Abwasser, Dicke = 2 mm	3,50	m	41,39	411	61	68,00	378,00	50,00
457.61.006003	Rohrleitung, PE, D=63 mm, Abwasser, Dicke = 2 mm	5,10	m	28,11	411	61	68,00	348,00	50,00
<b>Wasseranlagen</b>									
457.61.006003	Rohrleitung, Edelstahl, D=18 mm, Dicke = 1 mm	27,00	m	19,19	412	61	23,18	14,79	45,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>									
<b>Wärmeverteilnetze</b>									
422.41.028035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 11,5 mm	13,20	m	14,78	422	41	23,18	14,79	45,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	26,80	m	16,90	444	53	19,40	18,13	50,00
<b>Fernmelde- u. informationst. Anl.</b>									
<b>Fernseh- und Antennenanlagen</b>									
455.61.050015	Koaxialkabel, 75 Ohm, 95dB, in vorhandenes Schutzrohr	6,60	m	6,76	455	61	13,81	17,76	50,00
<b>Übertragungsnetze</b>									
457.61.006003	Kabel, J-Y(ST)Y, 4x2x0,6 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	6,60	m	17,98	457	61	24,43	94,29	50,00
<b>Außenwände</b>									
<b>Außenwandbekleidungen, innen</b>									
336.39.202010	Wandtrockenputz, Gipskartonplatten 9,5 mm	23,10	m²	8,30	336	39	19,30	8,30	50,00
<b>Innenwände</b>									
<b>Innenwandbekleidungen</b>									
	Gipsputz, 1-lagig, abgezogen Q3, Wand, innen, Dicke = 10 mm	37,49	m²	1.766,68	345		13,16	2,16	40,00
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	37,49	m²	2,16	345	34	13,16	2,16	8,00
345.24.015115	Wandfliesen, weiß, Dünnbett, 10/10 cm, innen	37,49	m²	220,26	345	24	232,66	221,45	50,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.36.013010	PVC-Belag, homogen, 2 mm	10,80	m²	169,34	352	36	175,39	169,34	20,00
<b>Deckenbekleidungen</b>									
353.23.145600	Edel-Oberputz, mineralisch, Kellenputz, Decke, innen	10,80	m²	32,09	353	23	43,09	32,29	50,00

**Abbildung 7-6: Standardraum Küche Teil 2 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum 20.01.05	Wohnen, Wohnhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Wohnraum														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>															
Beschreibung Standardraum	Geometrie Standardraum														
Wohnen, Wohnhäuser ab 8 Wohnungen, Mittel, Wohnraum. Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Länge</b></td> <td style="text-align: right;"><b>5,50 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Breite</b></td> <td style="text-align: right;"><b>4,50 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Höhe</b></td> <td style="text-align: right;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td>Grundfläche</td> <td style="text-align: right;">24,75 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Umfang</td> <td style="text-align: right;">20,00 m</td> </tr> <tr> <td>Wandfläche</td> <td style="text-align: right;">70,00 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Rauminhalt</td> <td style="text-align: right;">86,63 m<sup>3</sup></td> </tr> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div>	<b>Länge</b>	<b>5,50 m</b>	<b>Breite</b>	<b>4,50 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	Grundfläche	24,75 m <sup>2</sup>	Umfang	20,00 m	Wandfläche	70,00 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	86,63 m <sup>3</sup>
<b>Länge</b>	<b>5,50 m</b>														
<b>Breite</b>	<b>4,50 m</b>														
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>														
Grundfläche	24,75 m <sup>2</sup>														
Umfang	20,00 m														
Wandfläche	70,00 m <sup>2</sup>														
Rauminhalt	86,63 m <sup>3</sup>														

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Außenwände</b>									
<b>Außentüren und -fenster</b>									
334.12.073132	Außenfensterbank, Leichtbeton, Breite 200 mm, bis 1,80 m	2,00	St	46,50	334	12	57,70	7,07	100,00
334.22.165365	Fensterbankabdeckung, Edelstahlblech, Fensterbanklänge 1,80	2,00	St	65,22	334	22	73,89	137,61	45,00
334.26.113310	Fenster, 2-flügelig, mit Brüstung, Fichte, Ug 1,1, 1250/1760 mm	2,00	St	598,00	334	26	634,60	9.078,92	40,00
334.12.073280	Innenfensterbank, Gerteibacher Granit, Breite 200 mm, 1,00-1,20	2,00	St	55,12	334	12	69,12	84,03	75,00
<b>Sonnenschutz</b>									
338.12.056020	Rolladenkasten, Ziegel, Dicke 36,5 cm	3,52	m	87,12	338	12	110,62	148,18	100,00
338.12.056510	Gurtrollergehäuse, Ziegelfertigteil	1,00	St	15,91	338	12	27,71	10,73	100,00
338.12.000000	Kunststoffrollladen, 1250/2000 mm	1,00	St	128,72	338	12	152,82	574,94	40,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.28.010910	Parkett-Anschluss an Schwellen	2,00	m	6,46	352	28	20,36	420,15	50,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>									
<b>Raumheizflächen</b>									
325.25.220210	Heizestrich, schwimmend, IC 10, 30 mm	24,75	m <sup>2</sup>	19,78	325	25	34,28	458,89	40,00

**Abbildung 7-7: Standardraum Wohnraum Teil 1 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

<b>Starkstromanlagen</b>										
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>										
444.53.164010	Aus-/ Wechselschalter, Unterputz, weiß, 2-polig	2,00	St	20,42	444	53		23,72	8,03	25,00
444.53.166040	Steckdose 2-fach mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	1,00	St	24,96	444	53		31,91	221,00	25,00
444.53.166045	Steckdose 3-fach mit Schutzkontakt, Aufputz, IP 44	2,00	St	39,48	444	53		130,00	233,00	25,00
<b>Telekommunikationsanlagen</b>										
451.61.020025	Anschlussdose, Unterputz, TAE 6, NFN	1,00	St	10,26	451	61		12,66	9,43	25,00
<b>Fernseh- und Antennenanlagen</b>										
455.61.054030	Breitband-Einzelanschlussdose, 2-fach	1,00	St	19,58	455	61		21,98	7,25	25,00
<b>Decken</b>										
<b>Deckenbeläge</b>										
352.28.042020	Sockelleiste, Eiche, 25/25 mm	20,00	m	7,29	352	28		8,54	1,06	50,00
352.36.031150	Sockelleiste, Hartholz, 14/40 mm	20,00	m	6,09	352	36		7,34	0,90	50,00
<b>Wärmeversorgungsanlagen</b>										
<b>Wärmeverteilnetze</b>										
422.41.028035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 11,5 mm	20,00	m	30,58	422	41		38,98	14,79	45,00
<b>Starkstromanlagen</b>										
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>										
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	33,75	m	1,79	444	53		4,29	18,13	50,00
<b>Fernmelde- u. informationst. Anl.</b>										
<b>Fernseh- und Antennenanlagen</b>										
455.61.050015	Koaxialkabel, 75 Ohm, 95dB, in vorhandenes Schutzrohr	10,00	m	3,19	455	61		68,00	378,00	50,00
<b>Übertragungsnetze</b>										
457.61.006003	Kabel, J-Y(STY), 4x2x0,6 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	10,00	m	1,40	457	61		25,00	467,00	50,00
<b>Außenwände</b>										
<b>Außenwandbekleidungen, innen</b>										
336.39.202010	Wandtrockenputz, Gipskartonplatten 9,5 mm	35,00	m <sup>2</sup>	17,82	336	39		28,82	8,30	50,00
<b>Innenwände</b>										
<b>Innenwandbekleidungen</b>										
345.23.132090	Gipsputz, 1-lagig, abgezogen Q3, Wand, innen	70,00	m <sup>2</sup>	11,40	345	23		22,40	17,67	50,00
345.37.035200	Silikatfarbe	70,00	m <sup>2</sup>	6,26	345	37		8,19	0,61	8,00
<b>Bodenbeläge</b>										
325.28.010235	Stabparkett, geklebt, Eiche, roh, 22 mm	24,75	m <sup>2</sup>	59,00	325	28		79,30	86,67	40,00
<b>Decken</b>										
<b>Deckenbekleidungen</b>										
353.16.038120	Silikatfarbe	24,75	m <sup>2</sup>	6,26	345	37		8,19	0,61	8,00

**Abbildung 7-8: Standardraum Wohnraum Teil 2 von 2.**



## Anhang B: Standardräume

<b>Standardraum</b>	20.01.10	<b>Wohnen, Balkon</b>														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																
Beschreibung Standardraum	Geometrie Standardraum															
Wohnen, Balkon. Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"><b>Länge</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1,50 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Breite</b></td> <td style="text-align: right;"><b>2,50 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Höhe</b></td> <td style="text-align: right;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td>Grundfläche</td> <td style="text-align: right;">3,75 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Umfang</td> <td style="text-align: right;">8,00 m</td> </tr> <tr> <td>Wandfläche</td> <td style="text-align: right;">28,00 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Rauminhalt</td> <td style="text-align: right;">13,13 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	<b>Länge</b>	<b>1,50 m</b>	<b>Breite</b>	<b>2,50 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	Grundfläche	3,75 m <sup>2</sup>	Umfang	8,00 m	Wandfläche	28,00 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	13,13 m <sup>3</sup>	
<b>Länge</b>	<b>1,50 m</b>															
<b>Breite</b>	<b>2,50 m</b>															
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>															
Grundfläche	3,75 m <sup>2</sup>															
Umfang	8,00 m															
Wandfläche	28,00 m <sup>2</sup>															
Rauminhalt	13,13 m <sup>3</sup>															

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
	<b>Außenwände</b>								
	<b>Außentüren und -fenster</b>								
334.22.172022	Türschwelle verblechen, Balkon/Terrassentür, Kupferblech, Zuscht	1,00	m	36,47	334	22	45,16	48,75	50,00
334.31.380010	Außentür, Alu / Glas, 1-flügelig, Größe 1010/2010 mm	1,00	St	1.558,52	334	31	1.645,42	4.361,14	35,00
	<b>Decken</b>								
	<b>Deckenkonstruktionen</b>								
351.13.020260	Bewehrungsanschluss Balkon, durchlaufend, 18 cm	1,00	St	152,34	351	13	292,34	7,07	100,00
	<b>Deckenbeläge</b>								
352.21.230810	Unterlagsschwelle, Holzbohle, Balkontür	1,00	m	13,94	352	21	15,69	28,67	50,00
	<b>Dächer</b>								
	<b>Dachbeläge</b>								
363.22.173730	Balkon-Entwässerungseinheit, mit Fallrohr	1,00	St	169,50	363	22	172,45	147,14	50,00
	<b>Starkstromanlagen</b>								
	<b>Beleuchtungsanlagen</b>								
445.58.008100	Außenstrahler, 150 W, IP 44	1,00	St	37,14	445	58	46,09	363,96	20,00
	<b>Starkstromanlagen</b>								
	<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>								
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	4,00	m	2,89	444	53	5,40	44,00	50,00
	<b>Decken</b>								
	<b>Deckenbeläge</b>								
352.21.230100	Wandanschluss, Balkon, komplett	4,00	m	44,74	352	21		28,67	100,00
	<b>Decken, sonstiges</b>								
359.31.132200	Balkongeländer Stahl, Handlauf, Gitterrost	6,50	m	236,35	359	31	252,05	456,00	50,00
353.16.038120	Silikatfarbe	24,75	m <sup>2</sup>	6,26	345	37	8,19	0,61	8,00
	<b>Deckenkonstruktionen</b>								
351.13.011016	Decken C 20/25, Stahlbeton, Dicke 18 cm	3,75	m <sup>2</sup>	27,80	351	13	176,80	455,32	100,00
	<b>Decken, sonstiges</b>								
359.16.044110	Balkonbretter, Fichte, gehobelt, 25/100 mm	3,75	m <sup>2</sup>	50,16	359	16	62,06	35,84	30,00

**Abbildung 7-9: Standardraum Balkon.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	20.01.11	Wohnen, Terrasse
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>		
Beschreibung Standardraum		Geometrie Standardraum
Wohnen, Terrasse. Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.		
	<b>Länge</b>	1,50 m
	<b>Breite</b>	2,50 m
	<b>Höhe</b>	3,50 m
	Grundfläche	3,75 m <sup>2</sup>
	Umfang	8,00 m
	Wandfläche	28,00 m <sup>2</sup>
	Rauminhalt	13,13 m <sup>3</sup>

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Außenwände</b>									
<b>Außentüren und -fenster</b>									
334.22.172022	Türschwelle verblechen, Balkon/Terrassentür, Kupferblech, Zuschnitt	1,00	m	36,47	334	22	45,16	48,75	50,00
334.31.380010	Außentür, Alu / Glas, 1-flügelig, Größe 1010/2010 mm	1,00	St	1.558,52	334	31	1.645,42	4.361,14	35,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.21.230810	Unterlagsschwelle, Holzbohle, Balkontür	1,00	m	13,94	352	21	15,69	28,67	50,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Beleuchtungsanlagen</b>									
445.58.008100	Außenstrahler, 150 W, IP 44	1,00	St	37,14	445	58	46,09	363,96	20,00
<b>Starkstromanlagen</b>									
<b>Niederspannungsinstallationsanlagen</b>									
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5v, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	1,50	m	1,79	444	53	4,29	18,13	50,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
352.21.230100	Wandanschluss, Balkon, komplett	1,50	m	44,74	352	21	51,69	28,67	100,00
<b>Unterböden und Bodenplatten</b>									
324.13.002008	Sauberkeitsschicht Beton C 8/10, Dicke bis 5 cm	3,75	m <sup>2</sup>	7,72	324	13	20,82	56,60	100,00
324.13.005020	Bodenplatte Beton C 12/15, unbewehrt, Dicke 15 cm	3,75	m <sup>2</sup>	25,75	324	13	160,75	150,50	100,00
<b>Decken</b>									
<b>Deckenbeläge</b>									
363.21.225150	Abdichtung, Terrasse, flexible Polyolefine (FPO)-Schnelldichtbahn	3,75	m <sup>2</sup>	24,95	352	21	36,95	197,48	40,00
<b>Decken, sonstiges</b>									
359.16.044110	Balkonbretter, Fichte, gehobelt, 25/100 mm	3,75	m <sup>2</sup>	50,16	359	16	62,06	35,84	30,00

**Abbildung 7-10: Standardraum Terrasse.**

## Nutzungsspezifische Standardräume Hotel

Für die Standardräume von Hotelimmobilien werden im Folgenden die Räume Einzelzimmer, Doppelzimmer, Gepäckraum, Empfangshalle, Restaurant, Flur und Personalraum als Datenblatt für die 3 Sterne Kategorie (Standard Niedrig) dargestellt. Für die übrigen nutzungsspezifischen Standardräume, welche in Kapitel 5.1 und 4.2.4 aufgeführt wurden, wird auf die Arbeiten von KROLL<sup>1334</sup> und GHASSIMI<sup>1335</sup> verwiesen.

Standardraum 30.01.01 Doppelzimmer RG 3*															
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>															
<b>Beschreibung Standardraum</b>	<b>Geometrie Standardraum</b>														
Standard Doppelzimmer der 3-Sterne-Kategorie - Mittelzimmer; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen: zwei angrenzende Zimmertrennwände, eine Außenwand, eine Flurwand - Fan Coil im Abhangdecke Eingangsbereich - Bad an Flurwand liegend; ohne Fenster	<table border="1"> <tr> <td>Länge</td> <td>6,65 m</td> </tr> <tr> <td>Breite</td> <td>3,70 m</td> </tr> <tr> <td>Höhe</td> <td>3,50 m</td> </tr> <tr> <td>Grundfläche</td> <td>24,61 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Umfang</td> <td>20,70 m</td> </tr> <tr> <td>Wandfläche</td> <td>72,45 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Rauminhalt</td> <td>86,12 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	Länge	6,65 m	Breite	3,70 m	Höhe	3,50 m	Grundfläche	24,61 m <sup>2</sup>	Umfang	20,70 m	Wandfläche	72,45 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	86,12 m <sup>3</sup>
Länge	6,65 m														
Breite	3,70 m														
Höhe	3,50 m														
Grundfläche	24,61 m <sup>2</sup>														
Umfang	20,70 m														
Wandfläche	72,45 m <sup>2</sup>														
Rauminhalt	86,12 m <sup>3</sup>														

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	20,11	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschalldämmung, EPS 30-3 mm	20,11	m2	5,27	352	25	10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	20,70	m	0,79	352	25	1,36	3,40	30,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	20,11	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	21,31	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.28.001080	Haftgrund, Unterboden, Dispersion	21,31	m2	2,44	352	28	8,49	9,34	40,00
352.36.014159	Laminat, 8,2 mm, AC4, Vliesunterlage, Schwimm.	20,11	m2	50,87	352	36	61,67	85,20	20,00
352.36.031045	Sockelleiste, Kunststoff, chlorfrei, 60 mm	20,70	m	4,30	352	36	61,67	85,20	30,00
<b>Wand</b>									
345.23.136260	Gipsputz, Dünnlagerputz glatt Q3, Wand, innen	72,45	m2	11,93	345	23	22,93	49,00	40,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	72,45	m2	#NV	345	34			30,00
<b>Decke</b>									
353.39.225370	Gipskarton-Lochplattendecke, luftreinierend, 12,5 mm, MW 20 mm	4,20	m2	55,75	353	39	68,05	85,35	50,00
353.39.244110	Akustikvlies, Polyolefinvlies, sd<0,02	4,20	m2	62,21	353	39	73,91	4,75	40,00
353.39.261100	Mineralwolle dämmung, Unterdecken, 60 mm, PE-Folie	4,20	m2	79,08	353	39	99,68	164,80	50,00
353.39.273510	Revisionsklappe, abgehängte Unterdecke, 300/300 mm	1,00	St	5,87	353	39	29,77	31,39	50,00
353.39.290010	Sonderverspachtelung Q3, Gipsplatten	4,20	m2	5,87	353	39	19,27	45,72	50,00
353.23.145420	Kalkgipsputz, 1-lagig, Decke, innen	20,41	m2	17,53	353	23	29,23	17,49	50,00
353.23.145920	Deckerputz, Q3, Mehrpreis	20,41	m2	2,24	353	23	2,24	32,29	50,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00

Abbildung 7-11: Standardraum Doppelzimmer Teil 1 von 3.

<sup>1334</sup> Kroll, Stefanie: Vergleich der Herstellungs- und Instandsetzungskosten im Lebenszyklus von Hotel- und Büroimmobilien auf Basis von Standardraumstrukturen. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technischen Universität München, 2018.

<sup>1335</sup> Ghassimi, Shila: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Hotelimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung, Technischen Universität München, 2015.

## Anhang B: Standardräume

<b>Tür</b>									
344.27.214750	Innentür, komplett, Stahlzarge, beschichtet, 875/2000 mm	1,00	St	718,97	344	27	802,67	7.221,87	50,00
344.27.225310	Rauchschtür, Holz, Stahl-Zarge, 1000/2125 mm	1,00	St	2.363,17	344	27	2.452,17	6.572,56	50,00
334.29.205515	Profilzylinder, einseit. elektronisch codierbar	1,00	St	347,29	334	29	360,09	1.446,83	50,00
334.29.205040	Schließzylinder als Knaufzylinder, Messing	1,00	St	26,76	334	29	39,56	280,39	50,00
334.29.110200	Obentürschließer mit Gleitschiene, 1-flügelig	1,00	St	228,01	334	29	242,01	337,81	25,00
<b>Verbindungstür</b>									
344.27.214635	Innentür, komplett, lackbeschichtet, 750/2000 mm	1,00	St	535,77	344	27	580,17	1.085,13	50,00
<b>Strom / Steckdosen / Lichtschalter</b>									
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/PritschenWannen	42,15	m	2,83	444	53	7,03	7,25	30,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm²	19,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	10,00	St	12,06	444	53	18,11	5,92	30,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	4,00	St	17,96	444	53	21,26	8,03	30,00
445.58.002140	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x13 W, EVG	3,00	St	115,06	445	58	123,21	580,65	25,00
<b>Telekommunikationsanlagen</b>									
457.61.012001	Kabel, JE-H(ST)H, E30, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/PritschenWannen	18,75	m	4,48	457	61	8,68	26,00	50,00
451.61.020120	Anschlussdose, Unterputz, UAE 2x8/2x8 LSA	1,00	St	21,35	451	61	23,80	5,92	25,00
<b>Medien</b>									
455.61.050010	Koaxialkabel, 75 Ohm, 100dB, Kanäle/Rohre/PritschenWannen	17,09	m	1,55	455	61	5,75	11,84	50,00
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	1,00	St	30,58	455	61	38,03	7,25	30,00
<b>Brandmeldeanlage</b>									
444.53.160010	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/PritschenWannen	3,25	m	1,33	444	53	2,63	9,43	50,00
456.63.004030	Optischer Rauchmelder	1,00	St	85,27	456	63	131,07	76,89	30,00
456.63.012005	Warntongeber, rot, IP 65	1,00	St	87,25	456	63	90,05	66,32	30,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.047020	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 125-630 mm	1,00	St	16,87	431	75	20,27	25,83	25,00
431.75.044030	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 125 mm	1,25	m	25,44	431	75	28,29	46,25	25,00
431.75.046310	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 125 mm	1,00	St	26,49	431	75	29,54	9,31	25,00
431.75.034020	Telefonieschaldämpfer, 20dB, 125mm, l=1000	1,00	St	70,51	431	75	85,81	9,31	50,00
431.75.070854	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 125 mm	1,00	St	70,51	431	75	85,81	9,31	25,00
431.75.015040	Heiz- und Kühlgebläsekonvektor, 350 m³/h	1,00	St	972,68	431	75	1.006,48	573,28	20,00
431.75.081035	Lüftungsgitter, verzinkt, mit Reguliermöglichkeit, 825/125 mm	1,00	St	189,13	431	75	208,33	43,76	25,00
412.42.003065	Rohrleitung, Kunststoff, PE-X, Stangen, D=25 mm	18,56	St	21,62	412	42	35,92	15,75	50,00
412.42.003210	Winkel, PPSU, 90°, 25 mm	9,00	St	29,92	412	42	34,92	8,39	50,00
431.75.076050	Hygrostat, Feuchteregler, Lüftung	1,00	St	125,74	431	75	175,94	573,28	25,00
<b>Bad</b>									
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	4,50	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschalldämmung, EPS 30-3 mm	4,50	m2	5,27	352	25	10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	8,60	m	0,79	352	25	1,36	3,40	30,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	4,50	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	3,30	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.25.103150	Gefälle-Estrich, 20-60 mm	1,20	m2	18,19	352	25	32,69	117,89	50,00
325.18.043050	Abdichtung Boden Nassraum, Kunstharz, A2	1,20	m2	49,16	325	18	54,46	0,00	15,00
352.18.043680	Anschluss Bodenablauf, Kunstharzabdichtung	1,00	St	43,49	352	18	62,59	0,54	15,00
352.28.001080	Haftgrund, Unterboden, Dispersion	3,30	m2	2,44	352	28	8,49	9,34	40,00
352.24.040155	Bodenfliesen, unglasiert, 15/20 cm, R10	4,50	m2	97,27	352	24	109,27	221,45	50,00
352.24.050110	Fugenverschluss, innen, Silikon	31,00	m	4,22	352	24	5,49	0,00	30,00
<b>Wand</b>									
345.24.005020	Untergrund feinspachteln, Wandfliesen	34,16	m2	8,83	345	24	17,93	0,00	30,00
345.24.003070	Voranstrich Gipsplatten, KH-Dispersion	34,16	m2	5,01	345	24	5,01	0,00	8,00
345.24.022228	Wandfliesen, uni, Dünnbett, 20/20 cm, innen	34,16	m2	66,30	345	24	78,70	221,45	50,00
<b>Decke</b>									
353.39.223405	Unterdecke, Feuchtraum, Gipspl. 12,5 mm	4,50	m2	80,00	353	39	91,70	33,63	50,00
353.39.290010	Sonderverspachtelung Q3, Gipsplatten	4,50	m2	5,87	353	39	19,27	45,72	50,00
345.34.006307	Beschichtung, Nassräume, Putz/GK, Dispersion	4,50	m2	7,35	345	34	20,75	9,34	15,00

**Abbildung 7-12: Standardraum Doppelzimmer Teil 2 von 3.**

## Anhang B: Standardräume

<b>Tür</b>									
344.32.011050	Glanzlastür, VSG, Schiebetür, 959/2223mm	1,00	St	1.036,61	344	32	1.109,21	8.797,70	50,00
<b>Strom / Steckdosen / Lichtschalter</b>									
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5mm², Kanäle/Rohre/PritschenWannen	14,00	m	2,00	444	53			50,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm²	10,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	3,00	St	12,06	444	53	18,11	5,92	30,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	2,00	St	17,96	444	53	21,26	8,03	30,00
445.58.002040	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x13 W, EVG	4,00	St	115,06	445	58	123,21	580,65	25,00
<b>Heizung</b>									
412.42.005035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=18 mm, Dämmung 11,50 mm	8,60	m	33,87	412	42	34,38	15,43	45,00
412.41.028210	Bogen, 45/90°, Kupfer, Wasser, 18 mm	2,00	St	17,00	412	41	20,05	0,44	45,00
423.41.002015	Flachheizkörper Stahl, Typ 10, h=600 mm, l=400 mm	1,00	St	168,05	423	41	196,45	390,70	50,00
423.41.025020	Thermostatkopf, 5-30°C, Raumheizung	1,00	St	30,58	423	41	32,23	573,28	50,00
<b>Sanitär</b>									
412.42.003075	Rohrleitung, Kunststoff, PE-X, Stangen, D=40 mm	7,00	m	37,96	412	42	49,26	25,88	50,00
412.42.003220	Winkel, PPSU, 90°, 40 mm	8,00	St	66,95	412	42	71,95	16,78	50,00
412.42.003320	T-Stück, PPSU, 40 mm	3,00	St	91,47	412	42	101,02	16,78	50,00
411.44.006010	Rohrleitung, PE, DN 70, Abwasser	3,50	m	22,01	411	44	36,31	32,02	50,00
411.44.014010	Bogen, PE, 90°, DN 70, Abwasser	1,00	St	17,66	411	44	19,91	4,69	50,00
411.44.022015	Abzweig, PE, 45° o. 88,5°, DN 70	1,00	St	23,99	411	44	33,54	4,69	50,00
411.44.006025	Rohrleitung, PE, DN 100 Abwasser		m	39,80	411	44	54,10	45,29	50,00
411.44.013050	Bogen, HT, PP, 15 - 87°, schalldämmend, DN 100, Abwasser	1,00	St	28,60	411	44	30,85	10,07	70,00
412.45.116005	Tiefspül-WC, wandhängend, weiß	1,00	St	382,22	412	45	411,12	925,65	30,00
412.45.116095	Montagestreifen, Wand-WC	1,00	St	13,05	412	45	62,85	0,16	50,00
412.45.116440	Spülkasten, UP	1,00	St	396,72	412	45	411,22	163,37	30,00
412.45.123155	Brausegarnitur, mit Handbrause, DN 15	1,00	St	88,57	412	45	97,07	38,54	30,00
412.45.123135	Brause-Wandstange, 900 mm	1,00	St	52,98	412	45	61,48	43,99	30,00
419.45.151225	Seitenteil, b=1000 mm, silber	1,00	St	547,63	419	45	570,83	150,45	100,00
411.44.050005	Bodenablauf, Kunststoff, waagrecht, Abwasser	1,00	St	164,09	411	44	182,09	23,43	20,00
412.45.115165	Waschtisch, 800x475mm, weiß	1,00	St	543,68	412	45	581,18	858,25	30,00
412.45.124015	Waschtischbatterie, Eingr, Zugkn, schwarz, DN 15	1,00	St	263,60	412	45	288,50	61,06	30,00
412.45.138209	Kristallspiegel, 800 x 600 mm	1,00	St	71,04	412	45	85,04	61,06	30,00
<b>Abluft</b>									
431.75.047020	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 125-630 mm	1,00	St	16,87	431	75	20,27	25,83	25,00
431.75.048020	Reduzierung, verzinktes Stahlblech, 100 mm	1,00	St	17,00	431	75	20,35	3,30	25,00
431.75.008010	Radialrohrventilator, 100 mm, 150 m³/h	1,00	St	186,50	431	75	209,20	573,28	30,00
431.75.044020	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 100 mm	2,78	m	20,43	431	75	23,28	36,94	25,00
431.75.046305	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, 100 mm	1,00	St	22,27	431	75	25,32	7,51	25,00
431.75.081418	Lüftungs-Tellerventil, 100 mm	2,00	St	29,52	431	75	34,22	61,06	30,00
431.75.045540	Rohrbogen, 90°, verzinktes Feinblech, 100 mm	1,00	St	18,85	431	75	23,30	7,51	25,00

**Abbildung 7-13: Standardraum Doppelzimmer Teil 3 von 3.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	30.01.02	Einzelzimmer RG 3*														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																
Beschreibung Standardraum	Geometrie Standardraum															
Standard Einzelzimmer der 3-Sterne-Kategorie ; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen: - Mittelzimmer: zwei angrenzende Zimmertrennwände, eine Außenwand, eine Flurwand - Fan Coil in Abhangdecke Eingangsbereich - Bad an Flurwand liegend, ohne Fenster Flächenanteil ca. 22 %	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Länge</b></td> <td style="text-align: right;"><b>6,65 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Breite</b></td> <td style="text-align: right;"><b>3,00 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Höhe</b></td> <td style="text-align: right;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td><b>Grundfläche</b></td> <td style="text-align: right;">19,95 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b>Umfang</b></td> <td style="text-align: right;">19,30 m</td> </tr> <tr> <td><b>Wandfläche</b></td> <td style="text-align: right;">67,55 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><b>Rauminhalt</b></td> <td style="text-align: right;">69,83 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	<b>Länge</b>	<b>6,65 m</b>	<b>Breite</b>	<b>3,00 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	<b>Grundfläche</b>	19,95 m <sup>2</sup>	<b>Umfang</b>	19,30 m	<b>Wandfläche</b>	67,55 m <sup>2</sup>	<b>Rauminhalt</b>	69,83 m <sup>3</sup>	
<b>Länge</b>	<b>6,65 m</b>															
<b>Breite</b>	<b>3,00 m</b>															
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>															
<b>Grundfläche</b>	19,95 m <sup>2</sup>															
<b>Umfang</b>	19,30 m															
<b>Wandfläche</b>	67,55 m <sup>2</sup>															
<b>Rauminhalt</b>	69,83 m <sup>3</sup>															

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	17,56	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschalldämmung, EPS 90-3 mm	17,56	m2	5,27	352	25	10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	19,30	m	0,79	352	25	1,36	3,40	25,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	17,56	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	16,98	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.28.001080	Haftgrund, Unterboden, Dispersion	59,44	m2	2,44	352	28	8,49	9,34	40,00
352.36.014159	Laminat, 8,2 mm, AC4, Vliesunterlage, Schwimm.	61,45	m2	50,87	352	36	61,67	85,20	20,00
352.36.031045	Sockelleiste, Kunststoff, chlorfrei, 60 mm	19,30	m	4,30	352	36			10,00
<b>Wand</b>									
345.23.136260	Gipsputz, Dünnlagenputz glatt Q3, Wand, innen	33,78	m2	11,93	345	23	22,93	46,31	40,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	67,55	m2	5,26	345	34	5,26	26,24	30,00
<b>Decke</b>									
353.39.225370	Gipskarton-Lochplattendecke, luftreinigend, 12,5 mm, MW 20 mm	17,56	m2	55,75	353	39	68,05	85,35	50,00
353.39.244110	Akustikvlies, Polyolefinvlies, sd<0,02	16,98	m2	62,21	353	39	73,91	4,75	40,00
353.39.261100	Mineralwolldecke, Unterdecken, 60 mm, PE-Folie	59,44	m2	79,08	353	39	99,68	164,80	50,00
353.39.273510	Revisionsklappe, abgehängte Unterdecke, 300/300 mm	1,00	St	5,87	353	39	29,77	31,39	50,00
353.39.290010	Sonderverspachtelung Q3, Gipsplatten	15,45	m2	5,87	353	39	19,27	45,72	50,00
353.23.145420	Kalkgipsputz, 1-lagig, Decke, innen	0,00	m2	17,53	353	23	29,23	17,49	50,00
353.23.145920	Deckenputz, Q3, Mehrpreis	0,00	m2	2,24	353	23	2,24	32,29	50,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Tür</b>									
344.27.214750	Innentür, komplett, Stahlzarge, beschichtet, 875/2000 mm	1,00	St	718,97	344	27	802,67	7.221,87	50,00
344.27.225310	Rauchschutztür, Holz, Stahl-Zarge, 1000/2125 mm		St	2.363,17	344	27	2.452,17	6.572,56	50,00
334.29.205515	Profilzylinder, einseit. elektronisch codierbar	1,00	St	347,29	334	29	360,09	1.446,83	50,00
334.29.205040	Schließzylinder als Knaufzylinder, Messing	1,00	St	26,76	334	29	39,56	280,39	50,00
334.29.110200	Obentürschließer mit Gleitschiene, 1-flügelig	1,00	St	228,01	334	29	242,01	337,81	25,00
<b>Verbindungstür</b>									
344.27.214635	Innentür, komplett, lackbeschichtet, 750/2000 mm		St	535,77	344	27	580,17	1.085,13	50,00
<b>Strom / Steckdosen / Lichtschalter</b>									
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	29,28	m	2,83	444	53	7,03	7,25	25,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm <sup>2</sup>	14,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	8,00	St	12,06	444	53	18,11	5,92	13,00
444.53.164005	Aus-/ Wechselschalter, Unterputz, weiß	2,00	St	17,96	444	53	21,26	8,03	13,00
445.58.002140	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x13 W, EVG	2,00	St	115,06	445	58	123,21	580,65	25,00
<b>Telekommunikationsanlagen</b>									
457.61.012001	Kabel, JE-H(ST)H, E30, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	18,05	m	4,48	457	61	8,68	0,00	50,00
451.61.020120	Anschlussdose, Unterputz, UAE 2x8/2x8 LSA	1,00	St	21,35	451	61	23,80	5,92	25,00
<b>Medien</b>									
455.61.050015	Koaxialkabel, 75 Ohm, 100dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	17,30	m	1,55	455	61	5,75	11,84	50,00
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	1,00	St	30,58	455	61	38,03	7,25	13,00
<b>Brandmeldeanlage</b>									
444.53.160010	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	2,00	m	1,33	444	53	2,63	9,43	50,00
456.63.004030	Optischer Rauchmelder	1,00	St	85,27	456	63	131,07	76,89	5,00
456.63.012005	Warmtongeber, rot, IP 65	1,00	St	87,25	456	63	90,05	66,32	5,00

**Abbildung 7-14: Standardraum Einzelzimmer Teil 1 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

Lüftung										
431.75.047020	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 125-630 mm	1,00	St	16,87	431	75		20,27	25,83	25,00
431.75.044030	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 125 mm	5,00	m	25,44	431	75		28,29	46,25	25,00
431.75.046310	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 125 mm	1,00	St	26,49	431	75		29,54	9,31	25,00
431.75.034020	Telefonieschalldämpfer, 20dB, 125mm, l=1000	1,00	St	70,51	431	75		85,81	9,31	50,00
431.75.070854	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 125 mm	1,00	St	70,00	431	75		88,00	92,00	25,00
431.75.015040	Heiz- und Kühlgebläsekonvektor, 350 m³/h	1,00	St	972,68	431	75		1.006,48	573,28	20,00
431.75.081035	Lüftungsgitter, verzinkt, mit Reguliermöglichkeit, 825/125 mm	1,00	St	189,13	431	75		208,33	43,76	25,00
412.42.003065	Rohrleitung, Kunststoff, PE-X, Stangen, D=25 mm	5,00	St	21,62	412	42		35,92	15,75	50,00
412.42.003210	Winkel, PPSU, 90°, 25 mm	9,00	St	29,92	412	42		34,92	8,39	50,00
431.75.076050	Hygrostat, Feuchtere regler, Lüftung	1,00	St	125,74	431	75		175,94	573,28	25,00
Bad										
Boden										
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	4,39	m2	6,46	352	25		67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschalldämmung, EPS 90-3 mm	4,25	m2	5,27	352	25		10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	4,25	m	0,79	352	25		1,36	3,40	25,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	4,39	m2	2,44	352	28		3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	4,39	m2	21,22	352	25		49,22	420,15	50,00
352.25.103150	Gefälle-Estrich, 20-60 mm	1,20	m2	18,19	352	25		32,69	117,89	50,00
325.18.043050	Abdichtung Boden Nassraum, Kunstharz, A2	1,20	m2	49,16	325	18		54,46	113,00	15,00
352.18.043680	Anschluss Bodenablauf, Kunstharzabdichtung	1,00	St	43,49	352	18		62,59	0,54	15,00
352.28.001080	Halfgrund, Unterboden, Dispersion	4,39	m2	2,44	352	28		8,49	9,34	40,00
352.24.040155	Bodenfliesen, unglasiert, 15/20 cm, R10	4,39	m2	97,27	352	24		109,27	221,45	50,00
352.24.050110	Fugenverschluss, innen, Silikon	25,25	m	4,22	352	24		5,49	9,00	10,00
Wand										
345.24.005020	Untergrund feinspachteln, Wandfliesen	0,00	m2	8,83	345	24		17,93	133,00	40,00
345.24.003070	Voranstrich Gipsplatten, KH-Dispersion	16,89	m2	5,01	345	24		5,01	12,00	8,00
345.24.022228	Wandfliesen, uni, Dünnbett, 20/20 cm, innen	16,89	m2	66,30	345	24		78,70	9,34	50,00
Decke										
353.39.223405	Unterdecke, Feuchtraum, Gipspl. 12,5 mm	4,39	m2	80,00	353	39		91,70	33,63	50,00
353.39.290010	Sonderverspachtelung Q3, Gipsplatten	4,39	m2	5,87	353	39		19,27	45,72	50,00
345.34.006307	Beschichtung, Nassräume, Putz/GK, Dispersion	4,39	m2	7,35	345	34		20,75	9,34	15,00
Tür										
344.32.011050	Glanzlastür, VSG, Schiebetür, 959/2223mm	1,00	St	1.036,61	344	32		1.109,21	8.797,70	50,00
Strom / Steckdosen / Lichtschalter										
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	5,00	m	2,00	444	53				50,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm²	9,00	St	11,60	444	53		18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	3,00	St	12,06	444	53		18,11	5,92	13,00
444.53.164005	Aus-/ Wechselschalter, Unterputz, weiß	2,00	St	17,96	444	53		21,26	8,03	13,00
445.58.002040	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x13 W, EVG	3,00	St	115,06	445	58		123,21	580,65	25,00
Heizung										
412.42.005035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=18 mm, Dämmung 11,50 mm	5,00	m	33,87	412	42		34,38	15,43	45,00
412.41.028210	Bogen, 45/90°, Kupfer, Wasser, 18 mm	2,00	St	17,00	412	41		20,05	0,44	45,00
423.41.002015	Flachheizkörper Stahl, Typ 10, h=600 mm, l=400 mm	1,00	St	168,05	423	41		196,45	390,70	50,00
423.41.025020	Thermostatkopf, 5-30°C, Raumheizung	1,00	St	30,58	423	41		32,23	573,28	50,00
Sanitär										
412.42.003075	Rohrleitung, Kunststoff, PE-X, Stangen, D=40 mm	5,00	m	37,96	412	42		49,26	25,88	50,00
412.42.003220	Winkel, PPSU, 90°, 40 mm	8,00	St	66,95	412	42		71,95	16,78	50,00
412.42.003320	T-Stück, PPSU, 40 mm	3,00	St	91,47	412	42		101,02	16,78	50,00
411.44.006010	Rohrleitung, PE, DN 70, Abwasser	5,00	m	22,01	411	44		36,31	32,02	50,00
411.44.014010	Bogen, PE, 90°, DN 70, Abwasser	1,00	St	17,66	411	44		19,91	4,69	50,00
411.44.022015	Abzweig, PE, 45° o. 88,5°, DN 70	1,00	St	23,99	411	44		33,54	4,69	50,00
411.44.006025	Rohrleitung, PE, DN 100 Abwasser		m	39,80	411	44		54,10	45,29	50,00
411.44.013050	Bogen, HT, PP, 15 - 87°, schalldämmend, DN 100, Abwasser	1,00	St	28,60	411	44		30,85	10,07	70,00
412.45.116005	Tiefspül-WC, wandhängend, weiß	1,00	St	382,22	412	45		411,12	925,65	15,00
412.45.116095	Montagestreifen, Wand-WC	1,00	St	13,05	412	45		62,85	0,16	50,00
412.45.116440	Spülkasten, UP	1,00	St	396,72	412	45		411,22	163,37	30,00
412.45.123155	Brausegarnitur, mit Handbrause, DN 15	1,00	St	88,57	412	45		97,07	38,54	50,00
412.45.123135	Brause-Wandstange, 900 mm	1,00	St	52,98	412	45		61,48	43,99	30,00
419.45.151225	Seitenstück, b=1000 mm, silber	1,00	St	547,63	419	45		570,83	150,45	100,00
411.44.050005	Bodenablauf, Kunststoff, waagrecht, Abwasser	1,00	St	164,09	411	44		182,09	23,43	20,00
412.45.115105	Waschtisch, Keramik, 600x490 mm, weiß	1,00	St	214,83	412	45		252,33	858,25	30,00
412.45.124015	Waschtischbatterie, Ingr. Zugkn., schwarz, DN 15	1,00	St	263,60	412	45		288,50	61,06	30,00
412.45.138205	Kristallspiegel, 600 x 600 mm	1,00	St	58,12	412	45		72,12	61,06	30,00
Abluft										
431.75.047020	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 125-630 mm	1,00	St	16,87	431	75		20,27	25,83	25,00
431.75.048020	Reduzierung, verzinktes Stahlblech, 100 mm	1,00	St	17,00	431	75		20,35	3,30	25,00
431.75.008010	Radialrohrventilator, 100 mm, 150 m³/h	1,00	St	186,50	431	75		209,20	573,28	30,00
431.75.044020	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 100 mm	2,00	m	20,43	431	75		23,28	36,94	25,00
431.75.046305	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 100 mm	1,00	St	22,27	431	75		25,32	7,51	25,00
431.75.081418	Lüftungs-Tellerventil, 100 mm	2,00	St	29,52	431	75		34,22	61,06	30,00
431.75.045540	Rohrbogen, 90°, verzinktes Stahlblech, 100 mm	1,00	St	18,85	431	75		23,30	7,51	25,00

Abbildung 7-15: Standardraum Einzelzimmer Teil 2 von 2.

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	30.01.33	Gepäckraum
Zurück zur Eingabe		
<b>Beschreibung Standardraum</b>		
Gepäckraum der 3-Sterne-Kategorie; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.		
<b>Geometrie Standardraum</b>		
Länge	2,95 m	
Breite	5,57 m	
Höhe	3,50 m	
Grundfläche	16,43 m <sup>2</sup>	
Umfang	17,04 m	
Wandfläche	59,64 m <sup>2</sup>	
Rauminhalt	57,51 m <sup>3</sup>	

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	16,43	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschalldämmung, EPS 90-3 mm	16,43	m2	5,27	352	25	10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	17,04	m	0,79	352	25	1,36	3,40	30,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	16,43	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	16,43	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.28.001080	Haftgrund, Unterboden, Dispersion	16,43	m2	2,44	352	28	8,49	9,34	40,00
352.28.030510	Laminat, 8,2 mm, Vliesunterlage, schwimmend verlegt	16,43	m2	38,10	352	28	49,22	420,15	30,00
352.36.031045	Sockelleiste, Kunststoff, chlorfrei, 60 mm	17,04	m	4,30	352	36	8,49	9,34	30,00
<b>Wand</b>									
345.23.136260	Gipsputz, Dünnlagenputz glatt Q3, Wand, innen	59,64	m2	11,93	345	23	22,93	123,00	40,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Decke</b>									
353.23.145420	Kalkgipsputz, 1-lagig, Decke, innen	16,43	m2	17,53	353	23	29,23	17,49	50,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Tür</b>									
344.27.214645	Innentür, komplett, lackbeschichtet, 1000/2000 mm	1,00	St	597,05	344	27	641,45	1.446,83	50,00
334.29.205515	Profilzylinder, einseit. elektronisch codierbar	1,00	St	347,29	334	29	360,09	1.446,83	50,00
344.27.220200	Obentürschließer an Tür	1,00	St	200,34	344	27	214,34	146,79	25,00
<b>Strom / Steckdosen / Lichtschalter</b>									
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	30,76	m	2,83	444	53	7,03	7,25	30,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm <sup>2</sup>	6,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	1,00	St	12,06	444	53	18,11	5,92	30,00
444.53.164005	Aus-/ Wechselschalter, Unterputz, weiß	1,00	St	17,96	444	53	21,26	8,03	30,00
445.58.002040	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x13 W, EVG	4,00	St	115,06	445	58	123,21	580,65	25,00
<b>Brandmeldeanlage</b>									
444.53.160010	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	3,48	m	1,33	444	53	2,63	9,43	50,00
456.63.004030	Optischer Rauchmelder	1,00	St	85,27	456	63	131,07	76,89	30,00
456.63.012005	Wartongeber, rot, IP 65	1,00	St	87,25	456	63	90,05	66,32	30,00

Abbildung 7-16: Standardraum Gepäckraum.



## Anhang B: Standardräume

Standardraum 30.01.04	Restaurant inkl. Bar EG 3*																		
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Beschreibung Standardraum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">Restaurant mit integrierter Bar der 3-Sternekategorie; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.</td> </tr> </tbody> </table>	Beschreibung Standardraum	Restaurant mit integrierter Bar der 3-Sternekategorie; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th colspan="2" style="text-align: left; padding: 2px;">Geometrie Standardraum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Länge</b></td> <td style="padding: 2px;"><b>20,30 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Breite</b></td> <td style="padding: 2px;"><b>10,60 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Höhe</b></td> <td style="padding: 2px;"><b>3,50 m</b></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Grundfläche</td> <td style="padding: 2px;">215,18 m²</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Umfang</td> <td style="padding: 2px;">61,80 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Wandfläche</td> <td style="padding: 2px;">216,30 m²</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rauminhalt</td> <td style="padding: 2px;">753,13 m³</td> </tr> </tbody> </table>	Geometrie Standardraum		<b>Länge</b>	<b>20,30 m</b>	<b>Breite</b>	<b>10,60 m</b>	<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	Grundfläche	215,18 m²	Umfang	61,80 m	Wandfläche	216,30 m²	Rauminhalt	753,13 m³
Beschreibung Standardraum																			
Restaurant mit integrierter Bar der 3-Sternekategorie; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen.																			
Geometrie Standardraum																			
<b>Länge</b>	<b>20,30 m</b>																		
<b>Breite</b>	<b>10,60 m</b>																		
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>																		
Grundfläche	215,18 m²																		
Umfang	61,80 m																		
Wandfläche	216,30 m²																		
Rauminhalt	753,13 m³																		

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	215,18	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschalldämmung, EPS 30-3 mm	215,18	m2	5,27	352	25	10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	61,80	m	0,79	352	25	1,36	3,40	25,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	215,18	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	215,18	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.36.001310	Haftgrund auf Unterboden, Dispersion	215,18	m2	2,70	352	36	8,30	9,34	20,00
352.28.005260	Unterlage, Synthetikvlies, geklebt, 9 mm	215,18	m2	13,44	352	28	34,14	4,75	15,00
352.36.017337	Fußbodenbelag, Vinyl, 10 mm, schwimmend verlegt, Klicksystem	107,59	m2	40,60	352	36	49,22	420,15	20,00
352.28.030510	Laminat, 8,2 mm, Vliesunterlage, schwimmend verlegt	107,59	m2	38,10	352	28	8,30	9,34	20,00
352.36.031045	Sockelleiste, Kunststoff, chlorfrei, 60 mm	61,80	m	4,30	352	36	34,14	4,75	20,00
<b>Wand</b>									
345.23.136260	Gipsputz, Dünnlagenputz glatt Q3, Wand, innen	216,30	m2	11,93	345	23	22,93	35,00	40,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Stützen</b>									
345.23.136310	Gipsputz, 1-lagig, Q3, Stützen, innen	28,00	m2	20,96	345	23	31,96	35,00	70,00
345.34.006318	Beschichtung, Dispersion, Stützen	17,50	m	7,66	345	34	13,71	9,34	15,00
<b>Decke</b>									
353.39.225370	Gipskarton-Lochplattendecke, luftreinigend, 12,5 mm, MW 20 mm	215,18	m2	55,75	353	39	68,05	85,35	50,00
353.39.244110	Akustikvlies, Polyolefinvlies, sd=0,02	215,18	m2	62,21	353	39	73,91	4,75	40,00
353.39.247120	Gipskartonplatten-Deckenfries, abgehängt, 1x12,5 mm, Friesstreifen 300 mm	61,80	m	93,84	353	39	105,94	9,83	50,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00

**Abbildung 7-17: Standardraum Restaurant Teil 1 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

<b>Tür</b>									
344.31.710220	Innentür, RS-2, OL, 2000/2615 mm, Massiv	1,00	St	4.191,24	344	31	4.274,94	4.332,00	50,00
<b>Strom</b>									
444.53.116008	Kabel, (N)2XH-J E30, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/PritschenWannen	334,34	m	3,82	444	53	8,02	7,25	50,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm²	148,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	33,00	St	12,06	444	53	18,11	5,92	13,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	5,00	St	17,96	444	53	21,26	8,03	13,00
445.58.002150	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x26 W, EVG	108,00	St	120,20	445	58	128,35	49,54	25,00
445.58.002265	Pendelleuchte, indirekt/direkt/strahlend, 1x28 W, EVG	2,00	St	349,27	445	58	361,57	363,96	25,00
<b>Brandmeldeanlage</b>									
456.61.016001	Kabel, JE-H(ST)H, E30, rot, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/PritschenWannen	117,56	m	4,48	456	61	8,68	9,43	50,00
456.63.004030	Optischer Rauchmelder	22,00	St	85,27	456	63	131,07	76,89	5,00
456.63.012005	Warttongeber, rot, IP 65	22,00	St	87,25	456	63	90,05	66,32	5,00
456.63.004010	Druckknopf-Brandmelder, blau	1,00	St	133,12	456	63	137,62	415,67	25,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.047070	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 200-450 mm	1,00	St	24,12	431	75	27,17	25,83	25,00
431.75.044080	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 200 mm	63,80	m	39,28	431	75	44,93	46,25	25,00
431.75.034040	Telefonieschalldämpfer, Alu, 16 dB, 200 mm, l=1000 mm	2,00	St	94,24	431	75	109,54	9,31	50,00
431.75.046335	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 200 mm	4,00	St	46,53	431	75	50,83	9,31	25,00
431.75.070858	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 200 mm	1,00	St	243,83	431	75	294,03	331,41	25,00
431.75.081100	Lüftungsgitter, verzinkt, Rohreinbau, Zuluft, 525/75 mm	17,00	St	177,04	431	75	180,64	43,76	25,00
431.75.049080	Enddeckel, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr/Formstück, 200 mm	1,00	St	24,65	431	75	27,15	5,71	25,00
431.75.047070	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 200-450 mm	1,00	St	24,12	431	75	27,17	25,83	25,00
431.75.044080	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 200 mm	32,90	m	39,28	431	75	44,93	46,25	25,00
431.75.034040	Telefonieschalldämpfer, Alu, 16 dB, 200 mm, l=1000 mm	2,00	St	94,24	431	75	109,54	9,31	50,00
431.75.046335	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 200 mm	4,00	St	46,53	431	75	50,83	9,31	25,00
431.75.070858	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 200 mm	1,00	St	243,83	431	75	294,03	331,41	25,00
431.75.081140	Lüftungsgitter, verzinkt, Rohreinbau, Abluft, 525/75 mm	17,00	St	157,50	431	75	161,10	43,76	25,00
431.75.049080	Enddeckel, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr/Formstück, 200 mm	1,00	St	24,65	431	75	27,15	5,71	25,00
<b>Sanitär</b>									
411.44.006005	Rohrleitung, PE, DN 50, Abwasser	32,25	St	67,22	411	44	81,52	22,65	50,00
411.44.014005	Bogen, PE, 90°, D 50, Abwasser	2,00	St	19,90	411	44	22,15	2,34	50,00
411.44.022005	Abzweig, PE, 45° o. 88,5°, DN 50	2,00	St	22,54	411	44	33,04	2,34	50,00
412.42.003065	Rohrleitung, Kunststoff, PE-X, Stangen, D=25 mm	97,65	St	21,62	412	42	35,92	15,75	50,00
412.42.003210	Winkel, Kunststoff, PPSU, 90°, 25 mm	6,00	St	23,00	412	42	43,00	53,00	50,00
412.42.003310	T-Stück, PPSU, 25 mm	6,00	St	36,38	412	42	47,68	8,39	50,00

**Abbildung 7-18: Standardraum Restaurant Teil 2 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	30.03.02	Empfangshalle 3*
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>		
<b>Beschreibung Standardraum</b>		
Empfangshalle der 3-Sternkategorie; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen. - Vierseitig abgeschlossener Raum - Inkl. Rezeption		
<b>Geometrie Standardraum</b>		
<b>Länge</b>	<b>11,90 m</b>	
<b>Breite</b>	<b>26,80 m</b>	
<b>Höhe</b>	<b>3,50 m</b>	
Grundfläche	318,92 m <sup>2</sup>	
Umfang	77,40 m	
Wandfläche	270,90 m <sup>2</sup>	
Rauminhalt	1116,22 m <sup>3</sup>	

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	318,92	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschaldämmung, EPS 30-3 mm	318,92	m2	5,27	352	25	10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	77,40	m	0,79	352	25	1,36	3,40	30,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	318,92	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	318,92	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.28.001080	Halfgrund, Unterboden, Dispersion	318,92	m2	2,44	352	28	8,49	9,34	40,00
352.28.005260	Unterlage, Synthetikvlies, geklebt, 9 mm	318,92	m2	13,44	352	28	34,14	4,75	15,00
352.36.017337	Fußbodenbelag, Vinyl, 10 mm, schwimmend verlegt, Klicksystem	159,46	m2	40,60	352	36	52,78	105,56	30,00
352.28.030510	Laminat, 8,2 mm, Vliesunterlage, schwimmend verlegt	159,46	m2	38,10	352	28	49,53	99,06	30,00
352.36.031045	Sockelleiste, Kunststoff, chlorfrei, 60 mm	77,40	m	4,30	352	36	5,59	11,18	30,00
<b>Wand</b>									
345.23.136260	Gipsputz, Dünnlagenputz glatt Q3, Wand, innen	270,90	m2	11,93	345	23	22,93	0,00	40,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Stützen</b>									
345.23.136310	Gipsputz, 1-lagig, Q3, Stützen, innen	28,00	m2	20,96	345	23	31,96	0,00	70,00
345.34.006318	Beschichtung, Dispersion, Stützen	17,50	m	7,66	345	34	13,71	9,34	15,00

Abbildung 7-19: Standardraum Empfangshalle Teil 1 von 2.

## Anhang B: Standardräume

<b>Decke</b>									
353.39.225370	Gipskarton-Lochplattendecke, luftreinigend, 12,5 mm, MW 20 mm	318,92	m2	55,75	353	39	68,05	85,35	50,00
353.39.244110	Akustikvlies, Polyolefinvlies, sd<0,02	318,92	m2	62,21	353	39	73,91	4,75	40,00
353.39.247120	Gipskartorplatten-Deckenfries, abgehängt, 1x12,5 mm, Friesstreifen 300 mm	77,40	m	93,84	353	39	105,94	9,83	50,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionsfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Tür</b>									
344.27.225300	Rauchschtür, Stahlzarge, ESG-Glas, 1000/2000 mm	1,00	St	2.493,66	344	27	2.582,66	6.185,94	50,00
344.29.110170	Türfeststeller, 1-teilig, elektro-mechanisch	1,00	St	565,42	344	29	735,05	61,06	15,00
<b>Strom</b>									
444.53.116008	Kabel, (N)2XHJ E30, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	516,40	m	3,82	444	53	8,02	7,25	50,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm²	310,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	64,00	St	12,06	444	53	18,11	5,92	30,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	5,00	St	17,96	444	53	21,26	8,03	30,00
445.58.002150	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x26 W, EVG	160,00	St	120,20	445	58	128,35	49,54	25,00
445.59.002025	Not-Rettungswegleuchte, Fluchtweg, LED	80,00	St	237,24	445	59	245,69	49,54	30,00
<b>Medien</b>									
455.61.050015	Koaxialkabel, 75 Ohm, 100dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	85,80	m	1,55	455	61	5,75	11,84	50,00
455.61.054015	Einzelanschlussdose, 3-fach, TV / SAT	2,00	St	30,58	455	61	38,03	7,25	30,00
<b>Übertragungsnetze</b>									
457.61.034005	Kabel, Kategorie (Cat) 6A, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	85,80	m	6,46	457	61	10,66	76,89	50,00
457.61.039005	Datenanschlussdose, Aufputz, Kategorie (Cat) 6A, 2x8	2,00	St	22,70	457	61	27,40	94,29	30,00
<b>Telekommunikationsanlagen</b>									
457.61.012001	Kabel, JE-H(ST)H, E30, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	85,80	m	4,48	457	61	8,68	0,00	50,00
451.61.020120	Anschlussdose, Unterputz, UAE 2x8/2x8 LSA	2,00	St	21,35	451	61	23,80	5,92	25,00
<b>Brandmeldeanlage</b>									
456.61.016001	Kabel, JE-H(ST)H, E30, rot, 2x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	170,40	m	4,48	456	61	8,68	9,43	50,00
456.63.004030	Optischer Rauchmelder	32,00	St	85,27	456	63	131,07	76,89	30,00
456.63.012005	Warttongeber, rot, IP 65	32,00	St	87,25	456	63	90,05	66,32	30,00
456.63.004010	Druckknopf-Brandmelder, blau	1,00	St	133,12	456	63	137,62	415,67	25,00
456.63.002010	Brandmelderzentrale, 16 bis 128 MG	1,00	St	3.520,38	456	63	3.566,18	66,32	30,00
456.63.008005	Feuerwehrbedienfeld (FBF)	1,00	St	436,26	456	63	452,76	5,92	30,00
456.63.008010	Feuerweherschlüsselkasten (FSK)	1,00	St	2.037,63	456	63	2.057,03	61,06	30,00
456.63.008020	Feuerwehriorientierungsleuchte	1,00	St	260,96	456	63	264,86	415,67	30,00
456.63.008030	Schleifenpläne	1,00	St	545,65	456	63	550,35	415,67	30,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.047070	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 200-450 mm	1,00	St	24,12	431	75	27,17	25,83	25,00
431.75.044080	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 200 mm	79,40	m	39,28	431	75	44,93	46,25	25,00
431.75.034040	Telefonieschalldämpfer, Alu, 16 dB, 200 mm, l=1000 mm	2,00	St	94,24	431	75	109,54	9,31	50,00
431.75.046335	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 200 mm	4,00	St	46,53	431	75	50,83	9,31	25,00
431.75.070858	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 200 mm	1,00	St	243,83	431	75	294,03	331,41	25,00
431.75.081100	Lüftungsgitter, verzinkt, Rohreinbau, Zuluft, 525/75 mm	10,00	St	177,04	431	75	180,64	43,76	25,00
431.75.049080	Enddeckel, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr/Formstück, 200 mm	1,00	St	24,65	431	75	27,15	5,71	25,00
431.75.047070	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 200-450 mm	1,00	St	24,12	431	75	27,17	25,83	25,00
431.75.044080	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 200 mm	40,70	m	39,28	431	75	44,93	46,25	25,00
431.75.034040	Telefonieschalldämpfer, Alu, 16 dB, 200 mm, l=1000 mm	2,00	St	94,24	431	75	109,54	9,31	50,00
431.75.046335	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 200 mm	4,00	St	46,53	431	75	50,83	9,31	25,00
431.75.070858	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 200 mm	1,00	St	243,83	431	75	294,03	331,41	25,00
431.75.081140	Lüftungsgitter, verzinkt, Rohreinbau, Abluft, 525/75 mm	10,00	St	157,50	431	75	161,10	43,76	25,00
431.75.049080	Enddeckel, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr/Formstück, 200 mm	1,00	St	24,65	431	75	27,15	5,71	25,00

Abbildung 7-20: Standardraum Empfangshalle Teil 2 von 2.

## Anhang B: Standardräume

Standardraum 30.03.03	Flur UG 3*																
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																	
<b>Beschreibung Standardraum</b>  Flur der 3-Sterne-Kategorie; Ausstattung ist an den entsprechenden Standard anzupassen: - Vierseitig abgeschlossener Flur für das Untergeschoss - Horizontale Versorgung	<b>Geometrie Standardraum</b>  <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Länge</b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">35,00 m</td> </tr> <tr> <td><b>Breite</b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1,70 m</td> </tr> <tr> <td><b>Höhe</b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">3,50 m</td> </tr> <tr> <td> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grundfläche</td> <td>59,50 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Umfang</td> <td>73,40 m</td> </tr> <tr> <td>Wandfläche</td> <td>256,90 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Rauminhalt</td> <td>208,25 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	<b>Länge</b>	35,00 m	<b>Breite</b>	1,70 m	<b>Höhe</b>	3,50 m	 		Grundfläche	59,50 m <sup>2</sup>	Umfang	73,40 m	Wandfläche	256,90 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	208,25 m <sup>3</sup>
<b>Länge</b>	35,00 m																
<b>Breite</b>	1,70 m																
<b>Höhe</b>	3,50 m																
Grundfläche	59,50 m <sup>2</sup>																
Umfang	73,40 m																
Wandfläche	256,90 m <sup>2</sup>																
Rauminhalt	208,25 m <sup>3</sup>																

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	59,50	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	73,40	m	0,79	352	25	1,36	3,40	30,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0,2 mm	59,50	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	59,50	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.28.001080	Haftgrund, Unterboden, Dispersion	59,50	m2	2,44	352	28	8,49	9,34	40,00
352.36.017337	Fußbodenbelag, Vinyl, 10 mm, schwimmend verlegt, Klicksystem	59,50	m2	40,60	352	36	3,01	170,99	30,00
352.36.031045	Sockelleiste, Kunststoff, chlorfrei, 60 mm	73,40	m	4,30	352	36	49,22	420,15	30,00
<b>Wand</b>									
345.23.136260	Gipsputz, Dünnlagenputz glatt Q3, Wand, innen	256,90	m2	11,93	345	23	22,93	43,00	40,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Decke</b>									
353.23.145420	Kalkgipsputz, 1-lagig, Decke, innen	59,50	m2	17,53	353	23	29,23	17,49	50,00
353.23.145920	Deckenputz, Q3, Mehrpreis	59,50	m2	2,24	353	23	2,24	32,29	50,00
345.34.025422	Beschichtung, Dispersionfarbe	59,62	m2	5,26	345	34	5,26	9,34	8,00
<b>Tür</b>									
344.27.225300	Rauchschutztür, Stahlzarge, ESG-Glas, 1000/2000 mm	5,00	St	2.493,66	344	27	2.582,66	6.185,94	50,00
334.29.110210	Obentürschließer mit Rauchschalter, 1-flügelig	5,00	St	1.113,05	334	29	1.127,05	146,79	25,00

**Abbildung 7-21: Standardraum Flur Teil 1 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

<b>Strom</b>									
444.53.116008	Kabel, (N)2XH-J E30, 3x2,5 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	168,00	m	3,82	444	53	8,02	7,25	50,00
359.39.270210	Kabelkanal L 2x15 mm, Kabelrinne, I30	37,00	m	2,83	359	39	9,28	6,34	25,00
444.53.102640	Kabel, NYY-J, 4x70 mm <sup>2</sup> , in vorhandenes Schutzrohr	75,40	m	40,86	444	53	45,06	253,87	50,00
444.53.152835	Schutzrohr, Polyethylen, Stangen mit Verbindungsmaterial, DN 125	37,00	m	8,37	444	53	28,27	57,01	50,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm <sup>2</sup>	27,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	6,00	St	12,06	444	53	18,11	5,92	30,00
444.53.164050	Taster, Unterputz, weiß	6,00	St	21,21	444	53	24,51	8,03	25,00
445.58.002295	Wannenleuchte, weißes Stahlblech, mit Abdeckung, 1x18 W, EVG	11,00	St	105,44	445	58	113,89	365,13	25,00
445.59.002025	Not-Rettungswegleuchte, Fluchtweg, LED	4,00	St	237,24	445	59	245,69	49,54	30,00
<b>Übertragungsnetze</b>									
457.61.034005	Kabel, Kategorie (Cat) 6A, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	75,40	m	6,46	457	61	10,66	76,89	50,00
<b>Telekommunikationsanlagen</b>									
457.61.012001	Kabel, JE-H(ST)H, E30, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	75,40	m	4,48	457	61	8,68	34,00	50,00
<b>Medien</b>									
455.61.050015	Koaxialkabel, 75 Ohm, 100dB, Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	75,40	m	1,55	455	61	5,75	11,84	50,00
<b>Brandmeldeanlage</b>									
456.61.016001	Kabel, JE-H(ST)H, E30, rot, 2x2x0,8 mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	148,80	m	4,48	456	61	8,68	9,43	50,00
456.63.004030	Optischer Rauchmelder	3,00	St	85,27	456	63	131,07	76,89	30,00
456.63.012005	Warntongeber, rot, IP 65	3,00	St	87,25	456	63	90,05	66,32	30,00
<b>Sanitär</b>									
411.44.002015	Rohrleitung, Guss (SML), ohne Muffe, DN 100, Abwasser	28,25	m	99,40	411	44	118,10	22,65	50,00
412.44.010020	Bogen, Guss (SML), 15-88,5°, DN 100	1,00	St	35,32	412	44	39,77	2,34	50,00
412.42.005050	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=42 mm, Dämmung 24 mm	80,75	m	99,38	412	42	107,78	15,75	45,00
412.42.005230	Bogen, 45/90°, Kupfer, Wasser, 42 mm	3,00	St	74,20	412	42	78,65	2,18	45,00
<b>Heizung</b>									
422.41.028045	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=28 mm, Dämmung 17,50 mm	54,50	m	59,97	422	41	68,37	15,43	45,00
412.42.005220	Bogen, 45/90°, Kupfer, Wasser, 28 mm	2,00	St	28,73	412	42	33,18	0,44	45,00
<b>Kälte</b>									
412.42.005035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	80,75	m	32,50	412	42	40,90	14,89	30,00
412.42.005215	Bogen, 45/90°, Kupfer, Wasser, 22 mm	3,00	St	19,90	412	42	24,35	0,44	45,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.044130	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 315 mm	28,25	m	65,77	431	75	69,97	378,00	25,00
431.75.070862	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 315 mm	1,00	St	318,96	431	75	369,16	331,41	25,00
431.75.034060	Telefonieschalldämpfer, Alu, 11 dB, 315 mm, l=1000 mm	1,00	St	129,95	431	75	146,65	116,82	30,00
431.75.046360	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 315 mm	1,00	St	94,63	431	75	98,93	9,31	25,00
431.75.049120	Enddeckel, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr/Formstück, 315 mm	1,00	St	48,90	431	75	51,40	5,71	25,00
431.75.044130	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 315 mm	28,25	m	65,77	431	75	69,97	98,00	25,00
431.75.070862	Volumenstromregler, verzinktes Stahlblech, für Zu- und Abluft, 315 mm	1,00	St	318,96	431	75	369,16	331,41	25,00
431.75.034060	Telefonieschalldämpfer, Alu, 11 dB, 315 mm, l=1000 mm	1,00	St	129,95	431	75	146,65	116,82	30,00
431.75.046360	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Stahlblech, 315 mm	1,00	St	94,63	431	75	98,93	9,31	25,00
431.75.049120	Enddeckel, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr/Formstück, 315 mm	1,00	St	48,90	431	75	51,40	5,71	25,00

**Abbildung 7-22: Standardraum Flur Teil 2 von 2.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum 30.02.03	Personal-Raum														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>															
<div style="background-color: #cccccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Beschreibung Standardraum</div> <p style="font-size: 0.9em; margin: 0;">- Dusche für das weibliche und männliche Personal im Back-of-House - angrenzend an den Umkleieraum - ohne Fenster</p>	<div style="background-color: #cccccc; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Geometrie Standardraum</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Länge</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">1,10 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Breite</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">2,90 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><b>Höhe</b></td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">3,50 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Grundfläche</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">3,19 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Umfang</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">8,00 m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Wandfläche</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">28,00 m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rauminhalt</td> <td style="padding: 2px; text-align: right;">11,17 m<sup>3</sup></td> </tr> </table>	<b>Länge</b>	1,10 m	<b>Breite</b>	2,90 m	<b>Höhe</b>	3,50 m	Grundfläche	3,19 m <sup>2</sup>	Umfang	8,00 m	Wandfläche	28,00 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	11,17 m <sup>3</sup>
<b>Länge</b>	1,10 m														
<b>Breite</b>	2,90 m														
<b>Höhe</b>	3,50 m														
Grundfläche	3,19 m <sup>2</sup>														
Umfang	8,00 m														
Wandfläche	28,00 m <sup>2</sup>														
Rauminhalt	11,17 m <sup>3</sup>														

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten (€/Einheit)	KG	LB	Instandsetzungskosten (€/Einheit)	Graue Energie (MJ/Einheit)	Lebensdauer (Jahre)
<b>Boden</b>									
352.25.112110	Wärmedämmung, EPS 30 mm, Estrich	3,19	m2	6,46	352	25	67,46	56,88	40,00
352.25.110140	Trittschalldämmung, EPS 30-3 mm	3,19	m2	5,27	352	25	10,57	56,88	50,00
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	8,00	m	0,79	352	25	1,36	3,40	25,00
352.28.001050	Polyethylen-Folie, PE 0.2 mm	3,19	m2	2,44	352	28	3,01	170,99	40,00
352.25.125310	Zementestrich schwimmend, F4, 55 mm, bewehrt	3,19	m2	21,22	352	25	49,22	420,15	50,00
352.28.001080	Halfgrund, Unterboden, Dispersion	3,19	m2	2,44	352	28	8,49	9,34	40,00
352.36.017337	Fußbodenbelag, Vinyl, 10 mm, schwimmend verlegt, Klicksystem	3,19	m2	40,60	352	36	234,00	34,00	20,00
352.24.050110	Fugenverschluss, innen, Silikon	22,00	m	4,22	352	24	5,49	4,00	10,00
<b>Wand</b>									
345.24.005020	Untergrund feinspachteln, Wandfliesen	28,00	m2	8,83	345	24	17,93	34,00	40,00
345.24.003070	Voranstrich Gipsplatten, KH-Dispersion	28,00	m2	5,01	345	24	5,01	65,00	8,00
345.24.022320	Wandfliesen, Feinsteinzeug, eben, 60/60	28,00	m2	133,12	345	24	147,12	98,78	50,00
<b>Decke</b>									
353.39.223405	Unterdecke, Feuchtraum, Gipspl. 12.5 mm	3,19	m2	80,00	353	39	91,70	33,63	50,00
345.34.006307	Beschichtung, Nassräume, Putz, Dispersion	3,19	m2	5,47	345	34	11,52	3,69	15,00
<b>Tür</b>									
344.27.214625	Innentür, komplett, für WC, 750/2000 mm	1,00	St	323,00	344	27	367,40	1.085,13	30,00
<b>Strom / Steckdosen / Lichtschalter</b>									
444.53.128018	Mantelleitung, NYM-J, 3x2,5mm <sup>2</sup> , Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	14,45	m	2,00	444	53			50,00
444.53.192140	Anschluss, Kabel / Leitung, 3x2,5 mm <sup>2</sup>	4,00	St	11,60	444	53	18,55	9,67	50,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	1,00	St	17,96	444	53	21,26	8,03	13,00
445.58.002040	Einbau-Downlight, hochglänzendem Reflektor, 1x13 W, EVG	2,00	St	115,06	445	58	123,21	580,65	25,00
<b>Sanitär</b>									
412.42.003075	Rohrleitung, Kunststoff, PE-X, Stangen, D=40 mm	16,95	m	37,96	412	42	49,26	25,88	50,00
412.42.003220	Winkel, PPSU, 90°, 40 mm	6,00	St	66,95	412	42	71,95	16,78	50,00
412.42.003320	T-Stück, PPSU, 40 mm	3,00	St	91,47	412	42	101,02	16,78	50,00
411.44.006010	Rohrleitung, PE, DN 70, Abwasser	4,45	m	22,01	411	44	36,31	32,02	50,00
411.44.014010	Bogen, PE, 90°, DN 70, Abwasser	1,00	St	17,66	411	44	19,91	4,69	50,00
411.44.022015	Abzweig, PE, 45° o. 88,5°, DN 70	1,00	St	23,99	411	44	33,54	4,69	50,00
412.45.123155	Brausegarnitur, mit Handbrause, DN 15	1,00	St	88,57	412	45	97,07	38,54	5,00
412.45.123140	Brause-Wandhalter	1,00	St	32,16	412	45	40,66	43,99	30,00
419.45.151075	Duschabtrennung, Pendeltür, b=900 mm, silber	1,00	St	793,44	419	45	821,34	55,00	30,00
412.45.110025	Wannenträger, Duschwanne, 900x900x25 mm	1,00	St	281,97	412	45	297,67	656,50	30,00
412.45.110100	Badewannenfuß, Acrylwanne	1,00	St	65,64	412	45	74,34	2.419,37	30,00
412.45.114210	Duschwanne, Stahl, t=25 mm, 900x900 mm, weiß	1,00	St	573,99	412	45	646,39	590,85	30,00
412.45.115105	Waschtisch, Keramik, 600x490 mm, weiß	1,00	St	214,83	412	45	252,33	858,25	30,00
412.45.124005	Waschtischbatterie, Eingriff, Zugknopf, DN 15	1,00	St	149,59	412	45	174,49	61,06	5,00
412.45.138203	Kristallspiegel, 600 x 450 mm	1,00	St	45,47	412	45	59,47	61,06	25,00
<b>Abluft</b>									
431.75.047020	Sattelstück, verzinktes Stahlblech, für Wickelfalzrohr, 125-630 mm	1,00	St	16,87	431	75	20,27	25,83	25,00
431.75.048020	Reduzierung, verzinktes Stahlblech, 100 mm	1,00	St	17,00	431	75	20,35	3,30	25,00
431.75.008010	Radialrohrventilator, 100 mm, 150 m <sup>3</sup> /h	1,00	St	186,50	431	75	209,20	573,28	30,00
431.75.081418	Lüftungs-Tellerventil, 100 mm	1,00	St	29,52	431	75	34,22	61,06	30,00
431.75.045540	Rohrbogen, 90°, verzinktes Feinblech, 100 mm	1,00	St	18,85	431	75	23,30	7,51	25,00

**Abbildung 7-23: Standardraum Personalraum.**

## Nutzungsspezifische Standardräume Shopping

Für die Standardräume von Shopping-Centern werden im Folgenden die Räume Verkaufsraum, Ladenstraße, Warenlager, Gastronomie, Rolltreppe, Personenaufzug / Lastenaufzug als Datenblatt für den Standard Mittel dargestellt. Für die übrigen nutzungsspezifischen Standardräume, welche in Kapitel 5.1 und 4.2.4 aufgeführt sind, wird auf die Arbeit von KAMINARIS<sup>1336</sup> verwiesen.

<p><b>Standardraum</b> 10.02.03 <b>Verkaufsraum EG</b></p> <p>Zurück zur Eingabe</p> <p>Die Ausstattung ist an den erforderlichen Standard anzupassen.</p>	<p><b>Geometrie Standardraum</b></p> <p><b>Länge</b> 20,58 m <b>Breite</b> 15,00 m</p> <p>Grundfläche 308,7 Umfang 71,16 Wandfläche 249,06 Rauminhalt 1080,45</p>	<p><b>Grundriss</b></p>
--	---	-------------------------

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]	
331.13.030150	Schlitze, Kanäle aussparen, bis 200 cm²	61,22	m		18,06	331	13	18,06	5,74	100,00
345.34.001070	Putz vorbereiten, Silikatbeschichtung	71,16	m²		1,86	345	34	4,00	12,50	30,00
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-K	71,16	m²		5,15	345	34	7,29	2,16	8,00
345.34.025740	KH-Putz, innen-glatt, gerollt, weiß	71,16	m²		12,63	345	34	23,63	78,92	50,00
352.24.050160	Randfugen, Dehnfugenprofil (Alle 10 m)	37,69	m		13,27	352	24	22,87	78,92	40,00
352.25.125120	Zement-Verbundestrich, C20,50 mm, Unterb.	308,70	m²		15,14	352	25	29,64	147,37	50,00
352.36.001210	Zementestrich schleifen, bürsten, saugen	308,70	m²		1,60	352	36	1,60	0,00	40,00
352.36.001810	Untergrund vorbereiten, komplett, Belag	308,70	m²		5,14	352	36	5,14	2,30	10,00
352.36.005040	Unterlage, Wollfilzplatte, geklebt, 4 mm	308,70	m²		6,18	352	36	12,13	4,75	10,00
352.36.021040	Textilbelag, Schnittflor, gewebt, synthet.	308,70	m²		38,38	352	36	44,33	191,31	10,00
352.36.031010	Sockelleiste, PVC-weich, 50 mm	71,16	m		2,99	352	36	4,24	8,47	20,00
352.36.033040	Übergangsprofil, Dehnungsf., Messing, 50mm; ca. alle 10m	37,69	m		17,01	352	36	19,01	8,39	10,00
352.36.090240	Revisionsdeckel belegen	7,00	Stk.		5,82	352	36	8,47	0,00	10,00
353.39.246100	Installations-Unterdecke, Gipsfaserpl., geeignet für Installationsverlegung	308,70	m²		105,39	353	39	119,59	33,63	50,00
353.39.250200	Aussparung Sprinkler, Unterdecke, 50 mm, ca. 12 m² Wirkfläche pro Sknr	26,00	Stk.		11,82	353	39	11,82	8,39	35,00
359.39.270420	Kabelkanal E, 20 mm, Kabelrinne, E30; aus Gips-Feuerschutzplatten mit	88,75	m		11,82	359	39	57,00	67,00	35,00
359.39.273555	Revisionsklappe, Gipspl.-Unterd., 400/400,	7,00	Stk.		57,90	359	39	60,55	186,96	35,00
362.21.157220	Rauchabzugklappe, RWA, Aluminium, 600/600 mm	1,00	Stk.		3.474,77	362	21	3.501,07	186,96	30,00
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm², Ka./Ro./Pr./Wa., Lichtschalter / Licht	107,90	m		2,03	444	53	6,23	3,87	50,00
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm², Ka./Ro./Pr./Wa., Steckdosen	54,16	m		2,24	444	53	6,44	7,25	50,00
444.53.102034	Kabel, NYY-J, 4x16 mm², Ka./Ro./Pr./Wa.	3,83	m		11,13	444	53	15,33	36,27	50,00
444.53.128003	Manteltlg., NYM-J, 1x4, Ka./Ro./Pr./Wa.	107,90	m		1,81	444	53	6,01	3,87	50,00
444.53.128018	Manteltlg., NYM-J, 3x2,5, Ka./Ro./Pr./Wa.	54,16	m		2,15	444	53	6,35	7,25	50,00
444.53.128045	Manteltlg., NYM-J, 4x16, Ka./Ro./Pr./Wa.	3,83	m		12,58	444	53	13,09	36,27	50,00
444.53.148005	LF-Kanal, PVC, 4,5 / 9 mm	162,06	m		5,67	444	53	9,57	45,29	50,00
444.53.166010	Steckdose m. Schutzk., Klappd., UP, weiß	4,80	Stk.		15,22	444	53	22,67	5,92	25,00
444.53.192099	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x4 mm²	98,40	Stk.		5,60	444	53	8,00	3,87	25,00
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm²	4,80	Stk.		11,51	444	53	15,71	6,34	25,00
445.58.002065	Rastereinbauleuchte, Spiegelr., 3x18W, EVG	122,00	Stk.		179,99	445	58	188,14	49,54	25,00
445.59.002015	Not-Rettungswegleuchte, Fluchtweg, LED	2,00	Stk.		237,24	445	59	245,69	49,54	25,00
451.53.192325	Fernmeldekabel, einf., anschl., 2x2x0,8	35,00	Stk.		5,93	451	53	10,28	5,92	50,00
456.53.160025	Kabel, JY(STY) rot, 10x2x0,8, Ka./Ro./Pr./Wa., Brandschutzkabel für Brandsch	46,95	m		3,12	456	53	7,32	49,05	50,00
456.53.162005	LF-Kanal, Stahl, E 30, 90 / 100 mm	5,16	m		151,74	456	53	155,64	8,39	50,00
456.61.014001	Kabel, JH(ST)H rot, 2x2x0,8, Ka./Ro./Pr./Wa., Daten Rauchmelder	46,95	m		1,66	456	61	2,58	49,05	50,00
456.63.004005	Druckknopf-Brandmelder, rot	3,00	Stk.		97,68	456	63	102,18	9,43	25,00
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	32,00	Stk.		85,27	456	63	131,07	76,89	20,00
456.63.012005	Wartongeber, rot, IP 65	2,00	Stk.		87,25	456	63	90,05	66,32	20,00
334.31.323210	Glastür ESG 2*1, 875/2000, EZ, zweiflügelig	1,00	Stk.		1.395,72	334	31	1.479,42	8.932,81	50,00
334.31.323211	Schaufenster, ESG, 160 mm, Sicherheitsglas, raumhoch	23,00	m		1.469,79	334	31	1.679,42	12.844,50	50,00

Abbildung 7-24: Standardraum Verkaufsraum.

1336 Vgl. Kaminaris, Alexander: Entwicklung von Standardraumstrukturen zur Kostenermittlung von Einzelhandelsimmobilien. Masterarbeit am Lehrstuhl für Bauprozessmanagement und Immobilienentwicklung an der Technischen Universität München, 2015.



## Anhang B: Standardräume

<p><b>Standardraum</b> 10.04.01      <b>Warenlager</b></p> <p><a href="#">Zurück zur Eingabe</a></p> <p>Die Ausstattung ist an den erforderlichen Standard anzupassen.</p>	<p><b>Geometrie Standardraum</b></p> <p><b>Länge</b> 8,69 m  <b>Breite</b> 8,69 m  <b>Höhe</b> 3,50 m</p> <p>Grundfläche 75,5161          Umfang 34,76          Wandfläche 121,66          Rauminhalt 264,30635</p>	
--	---	--

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [M.J./Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
331.13.030150	Schlitze, Kanäle aussparen, bis 200 cm²	25,06	m	18,06	331	13	18,06	4,70	100,00
334.31.320320	Stahlblechtür T30-2, 1500/2125 mm, EZ	1,00	Stk.	2.625,93	334	31	2.709,63	15.313,39	50,00
334.31.355010	Sektionaltor, Stahl, verglast, 3500/3500	1,00	Stk.	4.882,25	334	31	5.051,25	17.343,00	30,00
352.25.102310	Halbbrücke, Estrich	75,52	m²	2,78	352	25	12,38	7,07	50,00
352.25.125130	Verbund-Zementestrich (CT) einschichtig, als Nuttschicht mit geg	75,52	m²	17,74	352	25	32,24	2.713,77	50,00
352.36.011030	Versiegelung des Estrichs mit einkomponentigem Kunstharz, löse	75,52	m²	8,25	352	36	16,25	2,16	25,00
395.36.011000	Beschichtung, chemisch widerstandsfähig, für befahrbare, meche	75,52	m²	12,00	395	36		123,00	5,00
444.53.102002	Kabel,NYY-J,1x4 mm²,Ka./Ro./Pr./Wa., Lichtschalter / Licht	46,69	m	2,03	444	53	6,23	3,87	50,00
444.53.102028	Kabel,NYY-J,3x2,5 mm²,Ka./Ro./Pr./Wa., Steckdosen	48,03	m	2,24	444	53	6,44	7,25	50,00
444.53.128003	Mantellg.,N YM-J,1x4,Ka./Ro./Pr./Wa.	46,69	m	1,81	444	53	6,01	3,87	50,00
444.53.128018	Mantellg.,N YM-J,3x2,5,Ka./Ro./Pr./Wa.	48,03	m	2,15	444	53	6,35	7,25	50,00
444.53.148005	LF-Kanal, PVC, 4,5 / 9 mm	94,73	m	5,67	444	53	9,57	45,29	50,00
444.53.160005	Kabel,JY(STY) rot,1x2x0,8,Ka./Ro./Pr./Wa	13,88	m	1,49	444	53	5,69	4,71	50,00
444.53.164005	Aus-/ Wechselschalter, UP, weiß	2,40	Stk.	20,06	444	53	23,36	9,43	15,00
444.53.166005	Steckdose m.Schutzkontakt, UP, weiß	5,60	Stk.	10,09	444	53	17,54	8,03	25,00
444.53.192099	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x4 mm²	18,40	Stk.	5,60	444	53	8,00	3,87	25,00
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm²	5,60	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00
445.58.002260	Lichtbandleuchte, 1 x 58 W, EVG	22,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	9,67	20,00
451.53.192325	Fernmeldekabel,einf.,anschl.,2x2x0,8	2,00	Stk.	5,93	451	53	10,28	5,92	50,00
456.53.162005	LF-Kanal, Stahl, E 30, 90 / 100 mm	5,34	m	151,74	456	53	155,64	8,39	50,00
456.61.014001	Kabel,J-H(ST)H rot,2x2x0,8,Ka./Ro./Pr./Wa, Daten Rauchmelder	17,35	m	14,00	456	61	14,92	49,05	50,00
456.63.004005	Druckknopf-Brandmelder, rot	4,00	Stk.	97,68	456	63	102,18	9,43	25,00
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	3,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00
456.63.012005	Wartongeber, rot, IP 65	2,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00

**Tabelle 7-21: Standardraum Warenlager.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	10.06.02	Ladenstraße																	
Zurück zur Eingabe																			
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Beschreibung Standardraum</p> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Die Ausstattung ist an den erforderlichen Standard anzupassen.</p> </div>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Geometrie Standardraum</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">Länge</td><td style="width: 50%;">35,93 m</td></tr> <tr><td>Breite</td><td>35,93 m</td></tr> <tr><td>Hohe</td><td>3,50 m</td></tr> <tr><td colspan="2"> </td></tr> <tr><td>Grundfläche</td><td>1290,96 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Umfang</td><td>143,72 m</td></tr> <tr><td>Wandfläche</td><td>503,02 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Raumhöhe</td><td>4518,38 m<sup>3</sup></td></tr> </table> </div>	Länge	35,93 m	Breite	35,93 m	Hohe	3,50 m			Grundfläche	1290,96 m <sup>2</sup>	Umfang	143,72 m	Wandfläche	503,02 m <sup>2</sup>	Raumhöhe	4518,38 m <sup>3</sup>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p style="font-size: x-small; margin: 0;">Grundriss</p> </div>	
Länge	35,93 m																		
Breite	35,93 m																		
Hohe	3,50 m																		
Grundfläche	1290,96 m <sup>2</sup>																		
Umfang	143,72 m																		
Wandfläche	503,02 m <sup>2</sup>																		
Raumhöhe	4518,38 m <sup>3</sup>																		

Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten (€/Einheit)	KG	LB	Instandsetzungskosten (€/Einheit)	Graue Energie (MJ/€ Einheit)	Lebensdauer (Jahre)
331.27.225410	Feuerschutzür T90, Stahl-Z., 1000/2000mm	1,00	Stk	1888,11	331	27	1977,11	20 441,04	50,00
345.23.135280	Kalkzementputz, 1-lagig, IW	503,02	m <sup>2</sup>	15,17	345	23	27,87	21,41	70,00
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-K	503,02	m <sup>2</sup>	5,15	345	34	7,29	2,16	8,00
352.23.101015	Abdeckung Boden	1.290,96	m <sup>2</sup>	2,13	352	23	5,03	116,91	30,00
352.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, DE, innen	1.290,96	m <sup>2</sup>	17,59	352	23	28,59	21,41	50,00
352.25.102310	Haftbrücke, Estrich	1.290,96	m <sup>2</sup>	2,78	352	25	12,38	3,10	50,00
352.25.125110	Zement-Verbundestrich, C20, 40 mm	1.290,96	m <sup>2</sup>	15,59	352	25	30,09	147,37	50,00
352.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-K	1.290,96	m <sup>2</sup>	5,15	352	34	7,29	2,16	8,00
352.36.001450	Anschluss Türschiene	279,75	m	8,71	352	36	22,71	3,36	50,00
352.36.015040	Linoleum-Belag, 4 mm	1.290,96	m <sup>2</sup>	31,54	352	36	36,84	2,30	20,00
352.36.031010	Sockelleiste, PVC-weich, 50 mm	876,95	m	2,99	352	36	4,24	8,47	20,00
353.39.246100	Installations-Unterdecke, Gipsfaserpl., geeignet für Installationsverlegung, mit zu 90 % verfi	1.290,96	m <sup>2</sup>	105,39	353	39	119,59	33,63	50,00
353.39.250200	Aussparung Sprinkler, Unterdecke, 50 mm	108,00	Stk	11,82	353	39	11,82	8,39	35,00
359.39.270420	Kabelkanal E, 20 mm, Kabelrinne, E30; aus Gips-Feuerschutzplatten mit Vliesarmierung, li	688,47	m	56,00	359	39	76,00	197,00	35,00
359.39.273555	Revisionsklappe, Gipspl.-Unterd., 400/400,	173,00	Stk	57,90	359	39	60,55	186,96	35,00
398.34.001020	Boden abdecken, Folie, Malerarbeiten	1.290,96	m <sup>2</sup>	1,84	398	34	1,84	21,00	8,00
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm <sup>2</sup> , Ka./Ro./Pr./Wa., Lichtschalter / Licht	1.876,24	m	2,03	444	53	6,23	3,87	50,00
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm <sup>2</sup> , Ka./Ro./Pr./Wa., Steckdosen	1.542,24	m	2,24	444	53	6,44	7,25	50,00
444.53.128003	Mantelkg. NYM-J, 1x4, Ka./Ro./Pr./Wa.	1.876,24	m	1,81	444	53	6,01	3,87	50,00
444.53.128018	Mantelkg. NYM-J, 3x2,5, Ka./Ro./Pr./Wa.	1.542,24	m	2,15	444	53	6,35	7,25	50,00
444.53.148005	LF-Kanal, PVC, 4,5 / 9 mm	3.418,48	m	5,67	444	53	9,57	45,29	50,00
444.53.160005	Kabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8, Ka./Ro./Pr./Wa.	826,22	m	1,49	444	53	5,69	4,71	50,00
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, UP, weiß	207,20	Stk	20,06	444	53	23,36	9,43	15,00
444.53.166005	Steckdose m. Schutzkontakt, UP, weiß	207,20	Stk	10,09	444	53	17,54	8,03	25,00
444.53.192099	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x4 mm <sup>2</sup>	551,20	Stk	5,60	444	53	8,00	3,87	25,00
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm <sup>2</sup>	138,40	Stk	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00
445.58.002260	Lichtbandleuchte, 1 x 58 W, EVG	431,00	Stk	129,57	445	58	138,92	9,67	20,00
451.53.192325	Fernmeldekabel, einf., anschl. 2x2x0,8	259,00	Stk	5,93	451	53	10,28	5,92	50,00
456.53.162005	LF-Kanal, Stahl, E 30, 90 / 100 mm	344,30	m	151,74	456	53	156,64	8,39	50,00
456.61.014001	Kabel, J-H(ST)H rot, 2x2x0,8, Ka./Ro./Pr./Wa., Daten Rauchmelder	1.032,77	m	1,66	456	61	2,58	49,05	50,00
456.63.004005	Druckknopf-Brandmelder, rot	3,00	Stk	97,68	456	63	102,18	9,43	25,00
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	2,00	Stk	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00
456.63.012005	Warttongeher, rot, IP 65	1,00	Stk	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00

**Tabelle 7-22: Standardraum Ladenstraße.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum 02.07.04 Gastronomie											
<a href="#">Zurück zur Ergebnis</a>											
<b>Beschreibung Standardraum</b> Der Standardraum Gastro ist beheizt und verfügt über einen Wasser- und Abwasseranschluss. Der Boden ist gefliest, die Wände sind mit einem Silikatstrich versehen. Es sind zudem eine Fettschleieranlage, eine Hebesanleite und Torflutschleier vorgesehen. Die Ausstattung ist an den erforderlichen Standard angepasst.		<b>Geometrie Standardraum</b> Länge <b>11,85 m</b> Breite <b>11,85 m</b> Höhe <b>3,50 m</b> Grundfläche 153,90 m² Umfang 51,40 m Wandfläche 179,90 m² Rauminhalt 538,65 m³		<b>Grundriss</b> 							
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]		
<b>Bodenaufbau ohne Fußbodenheizung</b>											
352.25.104110	Dampfsperre, PE-Folie, 0,2 mm, Estrich	153,90	m²	1,64	352	25	2,21	26,95	40,00		
352.25.106515	Trennschicht, PE-Folie 0,4 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	153,90	m²	1,87	352	25	2,44	26,95	40,00		
352.25.112123	Wärmedämmung, EPS 60 mm, Estrich	153,90	m²	6,88	352	25					
352.25.110130	Trittschalldämmung, EPS 25-2 mm	153,90	m²	4,04	352	25	5,59	56,88	50,00		
352.25.106510	Trennschicht, PE-Folie 0,2 mm, auf Abdichtung/unter Estrich	153,90	m²	1,17	352	25	1,74	13,48	40,00		
352.25.112910	Randstreifen, Polystyrol	51,40	m	0,79	352	25	1,36	3,40	40,00		
352.25.125320	Zementestrich schwimmend, F4, 50 mm	153,90	m²	15,49	352	25	29,99	170,99	50,00		
352.24.025115	Bodenbelag, Feinsteinzeug, eben, Dünnbett, 30/30 cm, innen	153,90	m²	66,43	352	24	78,43	98,78	50,00		
352.24.029340	Sockelfliesen, unglasiert, Dünnbett, Höhe 6 cm, innen	51,40	m	13,84	352	24	25,84	5,93	50,00		
<b>Türe</b>											
344.27.214580	Innentür, komplett, Glas, 875/2000 mm	4,00	Stk.	342,70	344	27	385,10	535,40	50,00		
<b>Wand</b>											
345.23.132020	Kalkzementputz, 1-lagig, Wand, innen	179,90	m²	15,64	345	23	26,64	21,41	40,00		
345.34.025215	Beschichtung, Putz, innen, Silikat, 2-komponentig	179,90	m²	5,24	345	34	16,24	2,16	8,00		
<b>Decke</b>											
353.39.201110	Schutzlage für Bodenbelag, Polyethylen-Folie 0,5 mm	153,90	m²	3,12	353	39	8,42	33,69	40,00		
353.23.145200	Kalkzementputz, 1-lagig, Decke, innen	153,90	m²	18,13	353	23	29,13	21,41	50,00		
345.34.025410	Beschichtung, Putz/Gipskarton, innen, waschbeständig, Dispersion	153,90	m²	3,68	345	34	14,68	9,34	8,00		
<b>Strom / Steckdosen</b>											
444.53.102028	Kabel, NYY-J, 3x2,5 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	60,02	m	2,83	444	53	7,03	7,25	50,00		
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	60,02	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00		
444.53.166005	Steckdose mit Schutzkontakt, Unterputz, weiß	2,00	Stk.	12,06	444	53	18,11	5,92	25,00		
444.53.192160	Anschluss, Kabel / Leitung, 4x2,5 mm²	22,00	Stk.	11,51	444	53	15,71	6,34	25,00		
<b>Licht</b>											
444.53.102002	Kabel, NYY-J, 1x4 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	19,90	m	2,03	444	53	6,25	3,87	50,00		
444.13.053220	Elektro-Leerrohr in Schalung	19,90	m	2,93	444	13	3,44	57,01	50,00		
444.53.164005	Aus-/Wechselschalter, Unterputz, weiß	1,00	Stk.	17,96	444	53	21,26	8,03	25,00		
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	1,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00		
444.53.192100	Anschluss, Kabel / Leitung, 1x10 mm²	22,00	Stk.	6,14	444	53	10,34	3,87	25,00		
445.58.002260	Lichtbandleuchte mit rundem Reflektor, 1x36 W, EVG	22,00	Stk.	129,57	445	58	138,92	363,96	20,00		

Tabelle 7-23: Standardraum Gastronomie Teil 1 von 2.

## Anhang B: Standardräume

Code Nr.	Beschreibung	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
<b>Brandmeldeanlagen</b>									
444.53.160005	Brandschutzkabel, JY(ST)Y rot, 1x2x0,8 mm², Kanäle/Rohre/Pritschen/Wannen	18,20	m	1,46	444	53	5,66	4,71	50,00
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	1,00	Stk.	85,27	456	63	131,07	76,89	20,00
456.63.012005	Wartongeber, rot, IP 65	1,00	Stk.	87,25	456	63	90,05	66,32	20,00
<b>Wärme</b>									
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	22,95	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	4,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00
422.41.028040	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	22,95	m	32,50	422	41	40,90	14,89	45,00
412.41.028330	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 22/15 mm	4,00	Stk.	22,56	412	41	33,06	1,31	45,00
423.41.003655	Flachheizkörper, plan, Stahl, Ventileinsatz, Typ 11, h=400 mm, l=1200 mm	4,00	Stk.	346,27	423	41	374,67	1.621,39	50,00
423.41.055858	Torlufschleier	2,00	Stk.	8.377,50	423	41	8.392,50	1.022,30	30,00
<b>Küche</b>									
419.11.0245118	Fettabscheider	1,00	Stk.	8.712,60	419	11	8.911,60	1.621,39	15,00
411.46.004010	Hebeanlage	1,00	Stk.	5.462,13	411	46	5.477,03	1.621,39	25,00
<b>Wasser</b>									
412.42.005345	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 35/22 mm	1,00	Stk.	44,34	412	42	54,84	1,53	45,00
412.42.005035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	10,90	m	32,50	412	42	40,90	14,89	45,00
412.42.005345	T-Stück, Kupfer, für Trinkwasser, 35/22 mm	1,00	Stk.	44,34	412	42	54,84	1,53	45,00
412.42.005035	Rohrleitung, Kupfer, Stangen, D=22 mm, Dämmung 12 mm	10,90	m	32,50	412	42	40,90	14,89	45,00
<b>Abwasser</b>									
411.44.021250	Übergang, HT, PP, schalldämmend, D=110/90 mm, Abwasser	1,00	Stk.	19,55	411	44	23,05	12,52	70,00
411.44.021240	Übergang, HT, PP, schalldämmend, D=90/63 mm, Abwasser	1,00	Stk.	13,52	411	44	17,02	12,52	70,00
411.44.005100	Rohrleitung, HT, PP, mit Muffe, schalldämmend, 63 mm, Abwasser	10,90	m	23,90	411	44	42,60	28,11	70,00
<b>WC</b>									
346.39.280410	WC-Traggerüst, Wandeinbau	4,00	Stk.	130,33	346	39	180,13	656,50	30,00
412.45.116005	Tiefspül-WC, wandhängend, weiß	4,00	Stk.	382,22	412	45	411,12	925,65	30,00
412.45.116500	Urinal-Absaugebecken, weiß	2,00	Stk.	414,51	412	45	432,01	516,75	30,00
412.45.125050	Urinal-Spüler, Unterputz, DN 15	2,00	Stk.	176,49	412	45	193,99	55,90	30,00
412.45.125020	WC-Spüler, Unterputz, DN 20	4,00	Stk.	326,16	412	45	334,41	163,37	30,00
<b>Lüftung</b>									
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	8,43	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	2,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00
431.75.044050	Wickelfalzrohr, verzinktes Stahlblech, 150 mm	8,43	m	30,36	431	75	33,21	41,59	25,00
431.75.046730	Rohrabzweig, 90°, verzinktes Feinblech, reduziert, 200 mm	2,00	Stk.	36,86	431	75	41,16	46,25	25,00

**Tabelle 7-24: Standardraum Gastronomie Teil 2 von 2.**

**Standardraum** 10.02.04 **Rolltreppe**

[Zurück zur Eingabe](#)

Ausstattung ist an den erforderlichen Standard anzupassen.

**Geometrie Standardraum**

**Länge** 1,00 m

**Breite** 1,50 m

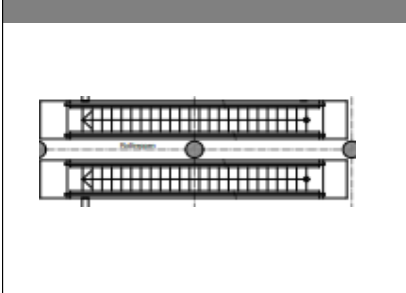
**Höhe** 3,50 m

Grundfläche 1,5

Umfang 5

Wandfläche 17,5

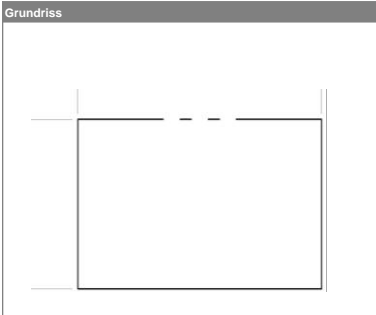
Rauminhalt 5,25



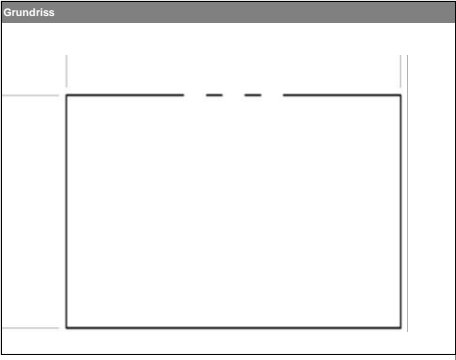
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]
462.69.303265	Fahrtreppe 30°, b=1,0m, Förd.h=4,5m, Edels.	1,00	Stk.	94.694,26	462	69	123.102,54 €	59.292,54	40,00

**Abbildung 7-25: Standardraum Rolltreppe.**

## Anhang B: Standardräume

Standardraum	10.06.07	Lastenaufzug																														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																																
<b>Beschreibung Standardraum</b> Ausstattung ist an den erforderlichen Standard anzupassen.	<b>Geometrie Standardraum</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Länge</td><td style="padding: 2px;">2,10 m</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Breite</td><td style="padding: 2px;">2,50 m</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Höhe</td><td style="padding: 2px;">3,50 m</td></tr> <tr><td colspan="2" style="padding: 2px;"> </td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Grundfläche</td><td style="padding: 2px;">5,25 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Umfang</td><td style="padding: 2px;">9,20 m</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Wandfläche</td><td style="padding: 2px;">32,20 m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Rauminhalt</td><td style="padding: 2px;">18,38 m<sup>3</sup></td></tr> </table>	Länge	2,10 m	Breite	2,50 m	Höhe	3,50 m			Grundfläche	5,25 m <sup>2</sup>	Umfang	9,20 m	Wandfläche	32,20 m <sup>2</sup>	Rauminhalt	18,38 m <sup>3</sup>	<b>Grundriss</b> 														
Länge	2,10 m																															
Breite	2,50 m																															
Höhe	3,50 m																															
Grundfläche	5,25 m <sup>2</sup>																															
Umfang	9,20 m																															
Wandfläche	32,20 m <sup>2</sup>																															
Rauminhalt	18,38 m <sup>3</sup>																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Code Nr.</th> <th>Beschreibung Position</th> <th>Menge</th> <th>Einheit</th> <th>Herstellungskosten [€/Einheit]</th> <th>KG</th> <th>LB</th> <th>Instandsetzungskosten [€/Einheit]</th> <th>Graue Energie [MJ/Einheit]</th> <th>Lebensdauer [Jahre]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>461.69.101200</td> <td>Personenaufzug, 1500 kg, 1,0 m/s, 7 Halt (=Lastenaufzug)</td> <td style="text-align: center;">1,00</td> <td>Stk.</td> <td style="text-align: right;">86.471,84</td> <td style="text-align: center;">461</td> <td style="text-align: center;">69</td> <td style="text-align: right;">112.413,39</td> <td style="text-align: right;">59.292,54</td> <td style="text-align: center;">40,00</td> </tr> <tr> <td>461.69.191020</td> <td>Schachtabschlussstür, Edelst.,900/2100 mm</td> <td style="text-align: center;">1,00</td> <td>Stk.</td> <td style="text-align: right;">1.264,47</td> <td style="text-align: center;">461</td> <td style="text-align: center;">69</td> <td style="text-align: right;">1.322,27</td> <td style="text-align: right;">59.292,54</td> <td style="text-align: center;">50,00</td> </tr> </tbody> </table>			Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]	461.69.101200	Personenaufzug, 1500 kg, 1,0 m/s, 7 Halt (=Lastenaufzug)	1,00	Stk.	86.471,84	461	69	112.413,39	59.292,54	40,00	461.69.191020	Schachtabschlussstür, Edelst.,900/2100 mm	1,00	Stk.	1.264,47	461	69	1.322,27	59.292,54	50,00
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]																							
461.69.101200	Personenaufzug, 1500 kg, 1,0 m/s, 7 Halt (=Lastenaufzug)	1,00	Stk.	86.471,84	461	69	112.413,39	59.292,54	40,00																							
461.69.191020	Schachtabschlussstür, Edelst.,900/2100 mm	1,00	Stk.	1.264,47	461	69	1.322,27	59.292,54	50,00																							

**Tabelle 7-25: Standardraum Lastenaufzug.**

Standardraum	10.06.08	Personenaufzug																														
<a href="#">Zurück zur Eingabe</a>																																
<b>Beschreibung Standardraum</b> Ausstattung ist an den erforderlichen Standard anzupassen.	<b>Geometrie Standardraum</b> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Länge</td><td style="padding: 2px;">2,10 m</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Breite</td><td style="padding: 2px;">1,90 m</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Höhe</td><td style="padding: 2px;">3,50 m</td></tr> <tr><td colspan="2" style="padding: 2px;"> </td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Grundfläche</td><td style="padding: 2px;">3,99</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Umfang</td><td style="padding: 2px;">8</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Wandfläche</td><td style="padding: 2px;">28</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Rauminhalt</td><td style="padding: 2px;">13,965</td></tr> </table>	Länge	2,10 m	Breite	1,90 m	Höhe	3,50 m			Grundfläche	3,99	Umfang	8	Wandfläche	28	Rauminhalt	13,965	<b>Grundriss</b> 														
Länge	2,10 m																															
Breite	1,90 m																															
Höhe	3,50 m																															
Grundfläche	3,99																															
Umfang	8																															
Wandfläche	28																															
Rauminhalt	13,965																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th>Code Nr.</th> <th>Beschreibung Position</th> <th>Menge</th> <th>Einheit</th> <th>Herstellungskosten [€/Einheit]</th> <th>KG</th> <th>LB</th> <th>Instandsetzungskosten [€/Einheit]</th> <th>Graue Energie [MJ/Einheit]</th> <th>Lebensdauer [Jahre]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>461.69.101100</td> <td>Personenaufzug, 1000 kg, 1,0 m/s, 6 Halt, inkl. Technik</td> <td style="text-align: center;">1,00</td> <td>Stk.</td> <td style="text-align: right;">51.026,40</td> <td style="text-align: center;">461</td> <td style="text-align: center;">69</td> <td style="text-align: right;">66.334,32</td> <td style="text-align: right;">17,76</td> <td style="text-align: center;">40,00</td> </tr> <tr> <td>461.69.191020</td> <td>Schachtabschlussstür, Edelst.,900/2100 mm</td> <td style="text-align: center;">1,00</td> <td>Stk.</td> <td style="text-align: right;">1.264,47</td> <td style="text-align: center;">461</td> <td style="text-align: center;">69</td> <td style="text-align: right;">1.322,27</td> <td style="text-align: right;">59.292,54</td> <td style="text-align: center;">50,00</td> </tr> </tbody> </table>			Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]	461.69.101100	Personenaufzug, 1000 kg, 1,0 m/s, 6 Halt, inkl. Technik	1,00	Stk.	51.026,40	461	69	66.334,32	17,76	40,00	461.69.191020	Schachtabschlussstür, Edelst.,900/2100 mm	1,00	Stk.	1.264,47	461	69	1.322,27	59.292,54	50,00
Code Nr.	Beschreibung Position	Menge	Einheit	Herstellungskosten [€/Einheit]	KG	LB	Instandsetzungskosten [€/Einheit]	Graue Energie [MJ/Einheit]	Lebensdauer [Jahre]																							
461.69.101100	Personenaufzug, 1000 kg, 1,0 m/s, 6 Halt, inkl. Technik	1,00	Stk.	51.026,40	461	69	66.334,32	17,76	40,00																							
461.69.191020	Schachtabschlussstür, Edelst.,900/2100 mm	1,00	Stk.	1.264,47	461	69	1.322,27	59.292,54	50,00																							

**Tabelle 7-26: Standardraum Personenaufzug.**

## Anhang C Bauteilabhängigkeiten

Darstellung der Bauteilabhängigkeiten in Anlehnung an Rath<sup>1337</sup>.

### Bauteilabhängigkeiten in Wandkonstruktionen

Einschalige Außenwandkonstruktion <i>ohne</i> Dämmung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Beschädigungsfrei Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen						
			Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile						KGLB - Code						
									Beschreibung:	Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)	Schicht (2): Außenputz	Schicht (3): Hochlochziegel	Schicht (4): Innenputz	Schicht (5): Oberflächenverkleidung (Farbe)	
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)							
<i>außen</i>									KGLB	33534	33523	33112	33623	34534	
<b>Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	335	34	x				x		33534	1					
<b>Schicht (2): Außenputz</b>	335	23	x		x			x	33523	1	1				
<b>Schicht (3): Hochlochziegel</b>	331	12	Rohbau / tragende Schicht							33112					
<b>Schicht (4): Innenputz</b>	336	23	x		x			x	33623				1	1	
<b>Schicht (5): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	345	34						x	34534					1	
<i>innen</i>															
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>															
Rohrleitung/Kabel						x									x
Fenster/Türen				x	x			x							

Tabelle 7-27: Analyse der einschaligen Außenwand ohne Dämmung.

Einschalige Außenwandkonstruktion <i>mit</i> Dämmung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen						
			Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile						KGLB - Code						
									Beschreibung:	Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)	Schicht (2): Außenputz	Schicht (3): Dämmung	Schicht (4): Hochlochziegel	Schicht (5): Innenputz	Schicht (6): Oberflächenverkleidung (Farbe)
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)							
<i>außen</i>									KGLB	33534	33523	33523	33112	33623	34534
<b>Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	335	34	x		x			x	33534	1					
<b>Schicht (2): Außenputz</b>	335	23	x		x			x	33523	1	1				
<b>Schicht (3): Dämmung</b>	335	23	x			x		x	33523	1	1	1			
<b>Schicht (4): Hochlochziegel</b>	331	12	Rohbau / tragende Schicht							33112					
<b>Schicht (5): Innenputz</b>	336	23	x		x			x	33623				1	1	
<b>Schicht (6): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	345	34						x	34534					1	
<i>innen</i>															
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>															
Rohrleitung/Kabel						x									x
Fenster/Türen				x	x			x							

Tabelle 7-28: Analyse der einschaligen Außenwand mit Dämmung.

1337 M. Rath: Entwicklung eines Ansatzes zur bauteilbezogenen Bestimmung der Instandsetzungskosten unter spezieller Berücksichtigung des Immobilitätstyps. Masterarbeit. Technische Universität München, 2019. S.102-105.

Anhang C: Bauteilabhängigkeiten

zweischalig tragende Innenwandkonstruktion mit Dämmung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen							
									Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile							
									Beschreibung:	Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)	Schicht (2): Vorsatzschale	Schicht (3): Wärmedämmung	Schicht (4): Hochlochziegel	Schicht (5): Innenputz	Schicht (6): Oberflächenverkleidung (Farbe)	
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)								
<i>außen</i>									KGLB	34534	34539	34523	34112	34523	34534	
<b>Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	345	34	x		x		x		34534	1						
<b>Schicht (2): Vorsatzschale</b>	345	39	x		x			x	34539	1	1					
<b>Schicht (3): Wärmedämmung</b>	345	23	x					x	34523	1	1	1				
<b>Schicht (4): Hochlochziegel</b>	341	12	Rohbau / tragende Schicht						34112							
<b>Schicht (5): Innenputz</b>	345	23	x		x			x	34523					1	1	
<b>Schicht (6): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	345	34						x	34534							1
<i>innen</i>																
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>																
Rohrleitung/Kabel						x		x								
Fenster/Türen				x	x			x								

Tabelle 7-29: Analyse der zweischaligen tragenden Innenwandkonstruktion mit Dämmung.

Innenwand in Trockenbau	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen							
									Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile							
									Beschreibung:	Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)	Schicht (2): Wandbekleidung	Schicht (3): Metallständer-wand, Gipskarton	Schicht (4): Wandbekleidung	Schicht (5): Oberflächenverkleidung (Farbe)		
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)								
<i>außen</i>									KGLB	34534	34539	34639	34539	34534		
<b>Schicht (1): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	345	34	x		x		x		34534	1						
<b>Schicht (2): Wandbekleidung</b>	345	39	x		x			x	34539	1	1					
<b>Schicht (3): Metallständer-wand, Gipskarton</b>	346	39	Rohbau / tragende Schicht						34639							
<b>Schicht (4): Wandbekleidung</b>	345	39	x		x			x	34539				1	1		
<b>Schicht (5): Oberflächenverkleidung (Farbe)</b>	345	34						x	34534							1
<i>innen</i>																
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>																
Rohrleitung/Kabel						x		x								
Fenster/Türen					x	x		x								

Tabelle 7-30: Analyse der Innenwand in Trockenbauweise.

### Bauteilabhängigkeiten in Fußbodenkonstruktionen

Fußboden: Estrich auf Geschossdecke <i>ohne</i> Fußbodenheizung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen								
									Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile								
									Beschreibung:	Schicht (1): Belag	Schicht (2): Estrich	Schicht (3): Trennlage	Schicht (4): Trittschall-dämmung	Schicht (5): gebundene Schüttung	Schicht (6): evtl. Diffusions-brems	Schicht (7): Massivdecke	
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	KGLB	32536	32525	32618	32525	32525	32618	35913	
<i>oben</i>																	
Schicht (1): Belag	325	36	x		x		x		32536	1							
Schicht (2): Estrich	325	25	x			x		x	32525	1	1	1	1	1	1		
Schicht (3): Trennlage	326	18	x			x		x	32618	1	1	1	1	1	1		
Schicht (4): Trittschall-dämmung	325	25	x			x		x	32525	1	1	1	1	1	1		
Schicht (5): gebundene Schüttung	325	25	x			x		x	32525	1	1	1	1	1	1		
Schicht (6): evtl. Diffusions-brems	326	18	x			x		x	32618	1	1	1	1	1	1		
Schicht (7): Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht							35913							
<i>unten</i>																	
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>																	
Rohrleitung/Kabel																	

Tabelle 7-31: Analyse Fußbodenaufbau - Estrich auf Geschossdecke ohne Fußbodenheizung.

Fußboden: Estrich auf Geschossdecke <i>mit</i> Fußbodenheizung	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen								
									Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile								
									Beschreibung:	Schicht (1): Belag	Schicht (2): Heizestrich	Schicht (3): Trennlage	Schicht (4): Trittschall-dämmung	Schicht (5): Wärmedämmung	Schicht (6): gebundene Schüttung	Schicht (7): evtl. Diffusions-brems	Schicht (8): Massivdecke
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	KGLB	32536	32525	32618	32525	32525	32618	35913	
<i>oben</i>																	
Schicht (1): Belag	325	36	x		x		x		32536	1							
Schicht (2): Heizestrich	325	25	x			x		x	32525	1	1						
Schicht (3): Trennlage	326	18	x			x		x	32618	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (4): Trittschall-dämmung	325	25	x			x		x	32525	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (5): Wärmedämmung	325	25				x		x	32525	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (6): gebundene Schüttung	325	25	x			x		x	32525	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (7): evtl. Diffusions-brems	326	18	x			x		x	32618	1	1	1	1	1	1	1	
Schicht (8): Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht							35913							
<i>unten</i>																	
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>																	
Rohrleitung/Kabel						x		x									

Tabelle 7-32: Analyse Fußbodenaufbau - Heizestrich auf Geschossdecke mit Fußbodenheizung.



Anhang C: Bauteilabhängigkeiten

Installationsboden	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen				
			Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile										
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	Beschreibung:	Schicht (1): Systemplatten inkl. (textilem) Belag	Schicht (2): Installations-bodensystem	Schicht (3): Massivdecke	
<i>oben</i>									KGLLB	32536	32525	35913	
<b>Schicht (1):</b> Systemplatten inkl. (textilem) Belag	325	36		x	x			x		32536	1		
<b>Schicht (2):</b> Installations-bodensystem	325	25	Hohlraum							32525		1	
<b>Schicht (3):</b> Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht							35913			
<i>unten</i>													
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>													
Rohrleitung/Kabel							x	x					

Tabelle 7-33: Analyse der Fußbodenkonstruktion - Installationsboden mit textilem Belag.

Hohlraumboden mit Estrich	/ Bauteil /	/	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen						
			Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile												
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	Beschreibung:	Schicht (1): Belag	Schicht (2): Estrich	Schicht (3): Trennlage	Schicht (4): Trittschall-dämmung	Schicht (5): Hohlraum-bodensystem	Schicht (8): Massivdecke
<i>oben</i>									KGLLB	32536	32525	32618	32525	32525	35913
<b>Schicht (1):</b> Belag	325	36	x		x			x		32536	1				
<b>Schicht (2):</b> Estrich	325	25	x			x		x		32525	1	1	1	1	1
<b>Schicht (3):</b> Trennlage	326	18	x				x		x	32618	1	1	1	1	1
<b>Schicht (4):</b> Trittschall-dämmung	325	25	x			x		x		32525	1	1	1	1	1
<b>Schicht (5):</b> Hohlraum-bodensystem	325	25	Hohlraum							32525					
<b>Schicht (8):</b> Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht							35913					
<i>unten</i>															
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>															
Rohrleitung/Kabel							x	x							

Tabelle 7-34: Analyse der Fußbodenkonstruktion – Hohlraumboden.

### Bauteilabhängigkeiten in Deckenkonstruktionen

Innendeckenkonstruktion mit Deckenputz	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile		
			(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	Beschreibung:	Schicht (1): Massivdecke	Schicht (2): Deckenputz
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)			
<i>oben</i>			Rohbau / tragende Schicht						KGLB	35913	35323
<b>Schicht (1):</b> Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht						35913		
<b>Schicht (2):</b> Deckenputz	353	23	x		x		x		35323		1
<i>unten</i>											
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>											
Rohrleitung/Kabel					x		x				
						x		x			

Tabelle 7-35: Analyse der Innendeckenkonstruktion mit Deckenputz.

Abhangdecken	/ Bauteil	/	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen			
			(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	Beschreibung:	Schicht (1): Massivdecke	Schicht (2): Unter-konstruktion	Schicht (3): Decken-bekleidung
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)				
<i>oben</i>			Rohbau / tragende Schicht						KGLB	35913	35121	35323
<b>Schicht (1):</b> Massivdecke	359	13	Rohbau / tragende Schicht						35913			
<b>Schicht (2):</b> Unter-konstruktion	351	21	x		x		x		35121		1	1
<b>Schicht (3):</b> Decken-bekleidung	353	23		x	x		x		35323			1
<i>unten</i>												
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>												
Rohrleitung/Kabel						x	x					

Tabelle 7-36: Analyse der Abhangdecken mit Deckenbekleidung.

### Bauteilabhängigkeiten in Dachkonstruktionen

Flachdach, konventionelles Warmdach auf Massivdecke	DIN 276	STLB	Flächenverbindung (F) vs. Einzelverbindung (E)		Sichtbar (S) vs. verdeckt (V)		Lösbare (L) vs. Nicht lösbare Verbindung (NL)		Bauteilbeziehungen									
			Codierte Matrix-Darstellung der Bauteile								Beschreibung:	Schicht (1): Oberflächenschutz (Kies)	Schicht (2): evtl. Trennvlies	Schicht (3): Abdichtung	Schicht (4): Dampfdruck-ausgleichsschicht	Schicht (5): Wärme-dämmung	Schicht (6): Dampfsperre/-bremse	Schicht (7): Gefälle (Beton)
Abkürzung (...)	KG	LB	(F)	(E)	(S)	(V)	(L)	(NL)	KGLB	36320								
<i>oben</i>																		
<b>Schicht (1):</b> Oberflächenschutz (Kies)	363	20	x		x		x			36320	1							
<b>Schicht (2):</b> evtl. Trennvlies	363	21	x			x		x		36321	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Schicht (3):</b> Abdichtung	363	21	x			x		x		36321	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Schicht (4):</b> Dampfdruck-ausgleichsschicht	363	21	x			x		x		36321	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Schicht (5):</b> Wärme-dämmung	363	21	x			x		x		36321	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Schicht (6):</b> Dampfsperre/bremse	363	21	x			x		x		36321	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Schicht (7):</b> Gefälle (Beton)	369	13	Rohbau / tragende Schicht								36913	1	1	1	1	1	1	1
<b>Schicht (8):</b> Massivdecke	369	13	Rohbau / tragende Schicht								36913							
<i>unten</i>																		
<i>zusätzliche Ausstattungen:</i>																		
Rohrleitung/Kabel						x		x										
					x			x										

Tabelle 7-37: Analyse des Flachdachs als konventionelles Warmdach auf Massivdecke.

## Anhang D Nach dem Material abgeleitete Kennwerte der Grauen Energie

Code Nr.	Beschreibung Position	Einheit	GE in [MJ]
338.10.9001	drehbare Hohlkörperlamelle, Aluminium, elliptisch, 30x5cm, Länge 3,35 m	Stk.	1.284,85 MJ
338.20.1001	Senkrecht-Markise, Glasfasergewebe-Textilscreen, inkl. Aluminium-Kasten und Motor	m <sup>2</sup>	1.273,35 MJ
338.20.2002	Raffstore, Aluminium-Lamellen, inkl. Aluminium-Kasten und Motor	m <sup>2</sup>	1.111,35 MJ
344.27.210102	Holzзарge, Nadelholz, kunststoffbesch., für Wände d=12,5 cm, inkl. Montage-Schaum	m	33,60 MJ
344.27.310102	Holzтүрblatt, Sperrтүрblatt (Holzwerkstoff), Kunststoffbeschichtet, 875/2000 mm	Stk.	305,38 MJ
344.27.310103	Ganzglasтүрblatt, ESG-Glas, 875/2000 mm	Stk.	1.124,99 MJ
344.27.310112	Holzтүрblatt, Sperrтүрblatt (Holzwerkstoff), Kunststoffbeschichtet, 750/2000 mm	Stk.	260,86 MJ
344.27.410100	Türbänder, Stahl, einzeln	Stk.	56,49 MJ
344.27.410200	Tür-Panikschloss	Stk.	160,08 MJ
344.27.510102	Türbeschläge, Kunststoff, Schlüsselrosette, innen+außen	Stk.	134,71 MJ
344.27.510103	Türbeschläge, Aluminium, Kurzschild, innen+außen	Stk.	312,29 MJ
344.27.510104	Türbeschläge, Aluminium, Langschild, innen+außen	Stk.	364,33 MJ
344.31.331221	Alu-Rahmentür T90-1, 1100/2200 mm, ESG-Glas, Stahl-Umfassungszarge	Stk.	20.523,61 MJ
344.31.331221	Alu-Rahmentür mit Seitenteil T90, 1800/2200 mm, ESG-Glas, Stahl-Umfassungszarge	Stk.	27.939,92 MJ
346.05.1002	Glastrennwand, ESG-Glas, d=1cm, Rahmenprofil Wände/ Decke, Stahl	m	100,79 MJ
346.39.273310	Revisionsöffnung, Montagewand, 300/300 mm, F90	Stk.	31,39 MJ
346.41.1122	WC-Kabine, Spanplatte 30mm, melaminbesch., 90x130cm, h=1,9m, Türelement o. Beschläge	Stk.	406,64 MJ
346.41.1133	WC-Kabine, Spanplatte 30mm, melaminbesch., 90x130cm, raumhoch, Türelem. o. Beschläge	m	225,91 MJ
352.28.02	Mehrschicht-Fertigparkett, Eiche, ohne Parkettlack	m <sup>2</sup>	125,01 MJ
352.36.01	Sockelleiste, kunststoffbeschichtete Fichte, weiß, d=2/h=6cm	m	5,60 MJ
353.25.109	Klebermörtel, Deckendämmung, 8 mm	m <sup>2</sup>	14,43 MJ
353.25.1101	Beschichtung, Deckendämmung	m <sup>2</sup>	9,34 MJ
353.39.01	Verspachtelung GK-Decke, Gips, Q2 (0,4 mm)	m <sup>2</sup>	0,81 MJ
353.39.02	Verspachtelung GK-Decke, Gips, Q3 (0,6 mm)	m <sup>2</sup>	1,21 MJ
353.39.03	Verspachtelung GK-Decke, Gips, Q4 (1 mm)	m <sup>2</sup>	2,02 MJ
359.31.03011	Geländer, Handlauf einseitig, rund, Stahl, 40 mm	m	25,50 MJ
359.31.03012	Geländer, Handlauf, rund, Stahl, 40 mm	m	25,50 MJ
359.31.0302	Geländer, Handlauf, rund, Eiche, 40 mm	m	1,86 MJ
359.31.0303	Geländer, Handlauf, rund, Edelstahl, 40 mm	m	101,97 MJ
363.14.0001	Attikaabdeckung, Aluminium-Blech mit Tropfkante, a/d/b=110/460/160mm	m	218,37 MJ
363.14.0003	Attikaabdeckung, Edelstahl-Blech mit Tropfkante, a/d/b=110/580/160mm	m	301,36 MJ
411.44.005100	Rohrleitung, HT, PP, mit Muffe, schalldämmend, 63 mm, Abwasser	m	28,11 MJ
411.44.021240	Übergang, HT, PP, schalldämmend, D=90/63 mm, Abwasser	Stk.	4,69 MJ
411.44.021250	Übergang, HT, PP, schalldämmend, D=110/90 mm, Abwasser	Stk.	9,37 MJ
412.10.7979	Spüle Edelstahl, b/t/h=850/500/200mm, Abtropfpl. b/t=420/500mm, Becken b/t=420/420mm	Stk.	263,60 MJ
412.10.8998	Ausgussbecken, Stahl, emailliert, b/t/h=500/350/230mm, inkl. Wandspritzschutz 200mm	Stk.	635,36 MJ
412.10.8999	Mischbatterie/Armatur für Ausgussbecken/ (Küchen-) Spülen, Messing	Stk.	216,05 MJ
412.10.9999	Mischbatterie/Armatur für Ausgussbecken/ (Küchen-) Spülen, Edelstahl	Stk.	216,05 MJ
412.20.1003	Handwaschbecke, Granit, 700x530mm, rechteckig, Innentiefe 150mm	Stk.	459,44 MJ
412.21.1010	Mischbatterie/Armatur für Handwaschbecken, Messing, verchromt silber	Stk.	216,05 MJ
412.21.1010	Mischbatterie/Armatur für Handwaschbecken, Messing, verchromt silber, Automatiksensor	Stk.	216,05 MJ
412.21.1010	Mischbatterie/Armatur für Handwaschbecken, Edelstahl, Automatiksensor, wandmontiert	Stk.	216,05 MJ
412.30.1011	Seifenspender, manuell, Wandmontage, PVC, 200x110x110mm	Stk.	30,59 MJ
412.30.1012	Seifenspender, manuell, Wandmontage, Edelstahl/PVC, 290x110x110mm	Stk.	35,45 MJ
412.30.1013	Seifenspender, Automatiksensor, Wandmontage, Edelstahl, 260x120x100mm	Stk.	275,65 MJ
412.31.1011	Papierhandtuchspender, PVC, 340x290x133mm, ohne Inhalt	Stk.	73,42 MJ
412.31.1012	Stoffhandtuchspender, PVC, 485x330x255mm, ohne Inhalt	Stk.	385,48 MJ
412.31.1013	Warmluft-Händetrockner, Automatiksensor, 270x150x100mm	Stk.	210,64 MJ
412.31.1014	Abfallkorb für Papierhandtücher, Stahl, 640x330x255mm	Stk.	37,32 MJ
412.42.006020	Rohrleitung, Druckrohr, Kunststoff, SDR 17,6, D=40 mm	m	32,34 MJ
412.45.125046	Urinal-Spüler, Unterputz, DN 15	Stk.	55,90 MJ
412.53.028330	E-Durchlauferhitzer UT-Klein-DHE-Clage MH3	Stk.	465,00 MJ
419.11.0245118	Fettabscheider	Stk.	6.515,00 MJ
421.40.008065	Brennwertkessel, Stahl, Gas, 200-600 kW, Wärmeerzeuger	Stk.	82.902,00 MJ
421.40.0151001	Speicher, Stahl emailliert mit Beschichtung, stehend, 1.000 Liter	Stk.	6.515,00 MJ
421.40.030080	Wärmepumpe, Sole/Wasser, Innenbereich, 30-65 kW	Stk.	23.764,00 MJ
423.49.56	Heiz-Kühldecke/ -deckensegel, abgeh., Metall, inkl. UK	m <sup>2</sup>	527,00 MJ
431.75.0001	Luftschleieranlage, Tür, Decken Auslass und Absaugung kombiniert	Stk.	1.647,72 MJ
431.75.01	Zuluftgerät, dezentral, 60 m <sup>3</sup> /h	Stk.	617,90 MJ
431.75.0201	Luftschleieranlage, Tür, Auslass, Decke	Stk.	1.235,79 MJ
431.75.0202	Luftschleieranlage, Tür, Absaugung, Boden	Stk.	823,86 MJ
431.75.04060	Telefonieschalldämpfer, Stahlblech, 50mm MW, für 125mm Rohre, l=1000mm	Stk.	124,25 MJ
431.75.04	Zentralentlüftungsbox kompakt, 300 m <sup>3</sup> /h (Abluftgerät, dezentral)	Stk.	1.647,72 MJ
431.75.05	Zuluftgerät, dezentral, 100 m <sup>3</sup> /h	Stk.	823,86 MJ
431.90.02	Zuluftgerät, zentral, 10000 m <sup>3</sup> /h	Stk.	31.321,90 MJ
444.40.01	Bedienfeld (Analog-Regler) Sonnensch./ Raumklima	Stk.	30,58 MJ
444.53.1001	Leitungsführungskanal, Doppelboden, Stahl, 250/100 mm	m	121,26 MJ
444.53.1011	Kabelrinne, abgehängte Decke, Stahl, 400/80 mm	m	166,30 MJ
444.53.148005	Leitungsführungskanal, PVC, 4,5/9 mm	m	5,39 MJ
444.53.148006	Leitungsführungskanal, PVC, 70/130 mm, Brüstungskanal	m	79,86 MJ
444.53.164195	Bewegungsmelder, IP 55, weiß	Stk.	5,92 MJ
444.53.20	Mantelleitung 3x1 mm <sup>2</sup>	m	7,18 MJ
444.53.90	Elektroinstallations-Leerrohr (PVC-Wellrohr), d=20 mm	m	1,59 MJ
445.58.90	Leuchtstoffröhren für Deckenanbau-Rasterleuchte (2 Stk. 36W)	Stk.	17,81 MJ
452.10.1001	Klingelanlage, 12 Nutzungseinheiten	Stk.	91,74 MJ
452.10.1002	Video-Klingelanlage, 12 Nutzungseinheiten	Stk.	110,08 MJ
452.10.1003	Decken-Lautsprecher, Deckeneinbau/-anbau	Stk.	159,97 MJ
455.61.050010	Koaxialkabel, 75 Ohm, 95dB, in vorhandenen Graben mit Kabelabdeckung	m	9,86 MJ
455.61.052045	Koaxialkabel, 75 Ohm, 75 dB, mit Rohr	m	7,18 MJ
456.53.11	Kabel mit Funktionserhalt (Brand), 1x2x0,8 mm <sup>2</sup>	m	1,79 MJ
456.53.162005	Leitungsführungskanal, Stahl, Feuerwiderstandsklasse E 30, 90/100 mm	m	65,83 MJ
456.61.014036	Kabel, J-H(ST)H rot, 10x2x0,8 mm <sup>2</sup> , mit Rohr	m	31,57 MJ
456.63.004005	Druckknopf-Brandmelder, rot	Stk.	7,64 MJ
456.63.004035	Optischer Rauchmelder	Stk.	7,64 MJ
456.63.012005	Warntongeber, rot, IP 65	Stk.	7,64 MJ
456.91.10	Zugangskontroll-Modul, Tür, elektronisches Türschloss	Stk.	159,97 MJ
461.69.0204	Pers.-Autzug, Kabine: Handlauf, rund, Edelstahl, 40 mm	m	101,97 MJ
475.10.01	Schirmsprinkler, hängend	Stk.	2,67 MJ
541.09.116030	KG-Rohrleitung, SDR 17,6, PE, D=200 mm	m	161,72 MJ
541.09.116130	KG-Bogen, SDR 17,6, PE, 90 Grad, D=200 mm	m	161,72 MJ
541.09.116780	KG-Schachtanschluss, SDR 17,6, PE, D=200 mm	m	161,72 MJ

Tabelle 7-38: Nach dem Material abgeleitete Kennwerte der Grauen Energie.