
BACHELORARBEIT

Frau
Natalie Scholz

**Erstellung einer Bewertungs-
grundlage für eine FM-
gerechte Bauplanung von Bü-
roräumen, unter Betrachtung
ausgewählter Bauteile und de-
ren Eigenschaften, im Immo-
bilienlebenszyklus**

2018

BACHELORARBEIT

Erstellung einer Bewertungs- grundlage für eine FM- gerechte Bauplanung von Bü- roräumen, unter Betrachtung ausgewählter Gebäudebauteile und deren Eigenschaften, im Immobilienlebenszyklus

Autorin:
Frau Natalie Scholz

Studiengang:
**Immobilienmanagement und Facilities Ma-
nagement**

Seminargruppe:
FM14w1-B

Erstprüfer:
Prof. Dr.-Ing. Jörg Mehlis

Zweitprüfer:
Dipl.-Ing. Robert Moser

Einreichung:
Mittweida, 08.03.2018

BACHELOR THESIS

Preparation of a valuation basis for FM-compliant construction planning for offices, considering selected building components and their properties, in the real estate cycle

author:

Ms. Natalie Scholz

course of studies:

Immobilienmanagement und Facilities Management

seminar group:

FM14w1-B

first examiner:

Prof. Dr.-Ing. Jörg Mehlis

second examiner:

Dipl.-Ing. Robert Moser

submission:

Mittweida, 03/08/2018

Bibliografische Angaben

Nachname, Vorname: Scholz, Natalie

Erstellung einer Bewertungsgrundlage für FM-gerechte Bauplanung von Büroräumen, unter Betrachtung ausgewählter Gebäudebauteile und deren Eigenschaften, im Immobilienlebenszyklus.

Preparation of a valuation basis for FM-compliant construction planning for offices, considering selected building components and their properties, in the real estate cycle.

89 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen, Bachelorarbeit, 2018

Abstract

Die zentrale Fragestellung dieser Arbeit ist, wie bereits in der Planungsphase eines Gebäudes, Rücksicht auf die Nutzung dessen genommen werden kann. Welche positiven aber vielleicht auch negativen Auswirkungen kann es haben, wenn alle Aspekte der Nutzung berücksichtigt werden, um die eigentlichen Kernprozesse der Nutzer so wenig wie möglich zu behindern, sondern zu unterstützen? Des Weiteren, stellt sich die Frage, welche Aufgaben das Facility Management dabei hat und wie die zielgerichtete Planung eines Gebäudes dadurch unterstützt werden kann. Diese Fragestellung soll unter Betrachtung der einzelnen Bauteile Fenster und Türen geklärt werden und zugleich eine Auswahlempfehlung zur leichteren Planung liefern.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung.....	1
2 Grundlagen.....	2
2.1 FM-gerechtes Planen.....	2
2.2 FM im Immobilienlebenszyklus.....	8
2.2.1 Zyklusphase - Entwicklungsphase	10
2.2.2 Zyklusphase - Realisierungsphase.....	12
2.2.3 Zyklusphase - Nutzungsphase	13
2.2.4 Zyklusphase - Verwertungsphase	15
2.3 Lebenszykluskosten.....	17
2.4 Richtlinien und Normen.....	21
2.4.1 DIN 276 - Kosten im Bauwesen	21
2.4.2 DIN 18960 - Nutzungskosten im Hochbau	24
2.4.3 VDI 6009 - Facility Management Anwendungsbeispiele aus dem Gebäudemanagement	25
2.4.4 GEFMA 100 - FM Grundlagen und Leistungsspektrum	26
2.4.5 GEFMA 200 - Kosten im Facility Management.....	28
2.4.6 Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)	29
2.4.7 Energieeinsparverordnung - EnEV.....	30
3 Bewertung von Gebäudebauteilen nach FM-Kriterien.....	32
3.1 Fenster.....	32
3.1.1 Auswahl und Haltbarkeit des Materials	33
3.1.2 Bau- und Öffnungsarten.....	41
3.1.3 Reinigung und Instandhaltung.....	44
3.1.4 Sicherheit.....	47
3.1.5 Energetische Faktoren.....	53
3.2 Türen	57
3.2.1 Auswahl und Haltbarkeit des Materials	57
3.2.2 Bau- und Öffnungsarten.....	60
3.2.3 Reinigung und Instandhaltung.....	65
3.2.4 Sicherheit.....	66

3.2.5	Energetische Faktoren	69
4	Betrachtung der Gebäudebauteile	71
4.1	Bürotypen	71
4.1.1	Einzel-, Mehrpersonen- und Gruppenbüros	71
4.1.2	Großraum- und Kombibüros.....	72
4.2	Fenster.....	73
4.2.1	Einteilung in Qualitätsstandards.....	74
4.2.2	Auswirkungen in der Nutzungsphase	76
4.2.3	Auswirkungen in der Verwertungsphase	79
4.3	Türen	81
4.3.1	Einteilung in Qualitätsstandards.....	81
4.3.2	Auswirkungen in der Nutzungsphase	82
4.3.3	Auswirkungen in der Verwertungsphase	84
5	Empfehlung als Zusammenfassung	85
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	XI
	Anlagen.....	XIX
	Eigenständigkeitserklärung	XXXI

Abkürzungsverzeichnis

CAFM	Computer Aided Facility Management
DIN	Deutsches Institut für Normung
EnEv	Energieeinsparverordnung
ESG	Einscheiben-Sicherheitsglas
FM	Facility Management
GEFMA	German Facility Management Association
GM	Gebäudemanagement
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IFMA	International Facility Management Association
KG	Kostengruppe
LZK	Lebenszykluskosten
o.A.	ohne Angabe
TOP	Thermooptisch variable Polymerbeschichtung
TVG	Teilvorgespanntes Glas
u.a.	und andere
U_D	Wärmedurchgangskoeffizient Türen
U_g	Wärmedurchgangskoeffizient Glas
U_w	Wärmedurchgangskoeffizient Fenster
VSG	Verbundsicherheitsglas

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anbieter für FM-Leistungen auf dem Markt.....	3
Abbildung 2: Vollständigkeit der Gebäudeinformationen im Immobilienlebenszyklus....	7
Abbildung 3: Beeinflussbarkeit der Kosten im Lebenszyklus	9
Abbildung 4: Modifikationen der Bauwerksfunktionen.....	17
Abbildung 5: Öffnungsarten von Fenstern	42
Abbildung 6: Bewegungsarten von Türen.....	61
Abbildung 7: Türeinlagen.....	64
Abbildung 8: Verwertungskreislauf von Fenstern.....	80

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auszug aus der Kostengruppe 100 der DIN 276	23
Tabelle 2: Auswahltable für Belastungskategorien von Fenstern	41
Tabelle 3: der Wärmedurchgangskoeffizient von Türen.....	70
Tabelle 4: Auswahlschema für Fenster.....	86
Tabelle 5: Auswahlschema für Türen	88

1 Einleitung

Architektur ist im Idealfall immer direkte Auseinandersetzung mit den Menschen.

- Richard Meier -

Schon bevor das Gebäude steht, an die Bewirtschaftung denken! Dies soll der Grundpfeiler dieser Arbeit sein. Gebäudeplanungen sind überaus komplex und vielfältig. Die architektonischen Möglichkeiten sind nahezu endlos und diese Möglichkeiten steigern immer mehr das Interesse, schon in der Planungsphase an den Betrieb des Gebäudes zu denken. Schließlich hat das Gebäude keinen großen Nutzen, wenn es zwar architektonisch und optisch ein außergewöhnliches Meisterwerk darstellt, aber dennoch für die Nutzer unpraktisch ist und die Kernprozesse behindert.

Auch die Kosten welche durch Planung und Bau entstehen, spielen immer eine sehr große Rolle. Natürlich ist es von großem Interesse Planungs- und Baukosten zu senken. Sinnvoller ist allerdings in vielen Fällen, in der Bauphase mehr finanzielle Mittel zu investieren, beispielsweise in nachhaltige und hochwertige Materialien oder technische Anlagen, um somit erhebliche Kosten in der Bewirtschaftungsphase einsparen zu können. Dieses Bewusstsein rückt zwar immer mehr in den Vordergrund, allerdings wird das FM-gerechte Planen und Bauen noch viel zu selten umgesetzt.

Welche Rolle spielt dabei das Facility Management und was wird darunter verstanden? Dies ist eine zentrale Frage, die es zu klären gilt, bevor über dessen Auswirkungen im Immobilienlebenszyklus gesprochen werden kann. Diese und weitere Fragen werden in folgender Arbeit behandelt und erläutert, um eine Bewertungsgrundlage zur FM-gerechten Planung zu liefern. Sie soll zeigen, welche Möglichkeiten der Planung und Entwicklung es gibt, wenn von vornherein die Nutzung und der Zweck des Gebäudes in den Mittelpunkt der Planung gestellt werden. Diese Arbeit bezieht sich ausschließlich auf Büroräume, da eine allgemeine Fassung auf sämtliche Gebäudetypen und Nutzungsarten bezogen, den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

2 Grundlagen

Bevor sich mit der eigentlichen Planung und dem Einfluss des Facility Managements befasst werden kann, müssen einige Grundlagen erörtert und zahlreiche Begriffe erläutert werden, um eine verständliche Arbeit darzulegen. In den folgenden Absätzen wird beschrieben, was Facility Management ist und wie es die Gebäudeplanung beeinflusst, welche Bestandteile der Immobilienlebenszyklus hat, welche Rolle diese spielen und wie diese vom Facility Management beeinflusst werden. Richtlinien und Normen spielen dabei auch eine große Rolle, welche Richtlinien es gibt und wie sie die Planung und Nutzung eines Gebäudes beeinflussen, ist ein interessanter und wichtiger Bestandteil dieser Arbeit und trägt zum Verständnis dieser bei.

2.1 FM-gerechtes Planen

Um zu beschreiben wie eine FM-gerechte Gebäudeplanung möglich ist, muss geklärt werden, was FM bedeutet und wo es seinen Ursprung hat. Das FM hat seinen Ursprung in den USA durch die Herman Miller Corporation, welche eine Konferenz zum Thema Zusammenhänge zwischen Facilities und Produktivität abhielt.¹ Dies war die Grundlage für den 1980 gegründeten eigenständigen Berufsverband, welcher ein schnelles Wachstum erfuhr und durch die Aufnahme kanadischer Mietglieder 1982 zur Umbenennung und Erweiterung des Verbandes in die International Facility Management Association (IFMA) führte.² Um 1989 wurde auch in Deutschland ein solcher Verband gegründet, er nennt sich German Facility Management Association (GEFMA), hat seinen Sitz in München und befasst sich, wie die IFMA, intensiv mit dem Thema Facility Management und dessen Umsetzung.³

Das FM wird von verschiedensten Institutionen unterschiedlich definiert, demzufolge soll es bis zu 30 verschiedene Definitionen geben.⁴ Nach der GEFMA-Richtlinie 100-1 (Entwurf 2004-07) Ziffer 3.1 wird Facility Management wie folgt definiert: „Facility Management (FM) ist eine Managementdisziplin, die durch Ergebnisorientierte Handhabung von Facilities und Services im Rahmen geplanter, gesteuerter und beherrschter Facility-Prozesse eine Befriedigung der Grundbedürfnisse von Menschen am Arbeitsplatz, Unterstützung der Unternehmens-Kernprozesse und Erhöhung der Kapitalrentabilität bewirkt. Hierzu dient permanente Analyse und Optimierung der kostenrelevanten Vorgänge rund

¹ Vgl. Diederichs 2006, S.553.

² Vgl. ebenda, S.553.

³ Vgl. Reiblich 2004. S. 2.

⁴ Vgl. Schneider 2001, S.2.

um bauliche und technische Anlagen, Einrichtungen und im Unternehmen erbrachte (Dienst-)Leistungen, die nicht zum Kerngeschäft gehören.“ Kurz gesagt, das FM befasst sich mit der effektiven Bewirtschaftung von Gebäuden und Anlagen um die Kern- und Wertschöpfungsprozesse des Nutzers zu unterstützen.⁵ Es werden dem Nutzer alle Aufgaben rund um das Gebäude abgenommen, die nichts mit dem Kerngeschäft dessen zu tun haben. Diese Definition ist nur eine von vielen. Häufig führt eben die Vielzahl der Definitionen zu Verwirrung, was nun tatsächlich zu den Aufgaben des FM zählt. In vielen Fällen definieren unterschiedliche Institutionen und Gewerke das FM nach Ihren Interessen und Erfahrungen, was zu Differenzen im Grundverständnis für das FM führt.⁶ Das liegt auch an der Vielzahl der Anbieter, welche auf dem Markt ihre Form von FM anbieten. Die folgende Abbildung schafft über die verschiedenen Anbieter einen groben Überblick.



7

Abbildung 1: Anbieter für FM-Leistungen auf dem Markt

Bei dieser Vielzahl von unterschiedlichen Gewerken ist es nur logisch, dass viele verschiedene Definitionen von FM existieren, da jede Institution ihre eigenen Leistungsschwerpunkte hat und das FM nach diesen definiert. Das macht es umso

⁵ Vgl. Diederichs 2006, S. 554.

⁶ Vgl. Schneider 2001, S. 3.

⁷ Hellerforth 2001, S. 20.

wichtiger, dass der Auftraggeber, sprich der Kunde des FM, dem FM klare und unmissverständliche Anforderungen nennt, damit alle Bedürfnisse auch erfüllt werden können.⁸ In der folgenden Arbeit wird sich auf die Definition der GEFMA bezogen, es sei denn es wird auf eine andere verwiesen. Hauptgedanke des FM soll also sein, die Nutzer im Gebäudebetrieb so zu unterstützen, dass diese sich auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren können.

Nun stellt sich die Frage, wie eben diese Prozesse schon in der Planung berücksichtigt werden können. Dafür ist es wichtig die Leistungen, die das FM erbringt, zu benennen um gezielt daraufhin zu planen. Eine wichtige Dienstleistung ist beispielsweise die Reinigung. Was muss also in der Planung beachten werden, um die Reinigung zu vereinfachen oder zu beschleunigen, beziehungsweise nicht unnötig zu verkomplizieren? Es muss sich folglich schon während der Planung in den Gebäudebetrieb hineinversetzt werden, um alle Möglichkeiten zu beleuchten und dann die sinnvollste Variante auszuwählen. Es wird gedanklich der Gebäudebetrieb simuliert und alle Probleme die auftreten können so behoben werden, bevor sie überhaupt entstehen. Dies mag einfach klingen, ist aber ein komplizierter und komplexer Ablauf, der nur mit Erfahrung und Proben immer weiter perfektioniert werden kann. Schließlich gibt es unzählige mögliche Abläufe in einem Gebäude, die idealerweise alle betrachtet werden sollten. Grobe Probleme und Komplikationen, die möglicherweise des Öfteren in Büroräumen auftreten können so gesammelt und vorgebeugt werden. Es ist ein Lernprozess. Dabei werden in bereits bestehenden Gebäuden die Probleme betrachtet und gesammelt, um mögliche Lösungen zu finden, damit die eben genannten Hürden bei neu, beziehungsweise Umplanungen, vermieden werden können und somit ein reibungsloser Prozessablauf generiert werden kann. Es ist aber dabei immer darauf zu achten, dass in jedem Fall die Kerngeschäfte der Nutzer stets positiv beeinflusst werden.⁹ Es ist also eine übersichtliche Grundlage von Nöten, um alle wichtigen Aspekte des FM zu berücksichtigen, ohne das Kerngeschäft des Nutzers negativ zu beeinflussen, sondern es dadurch zu unterstützen und dem Nutzer die Möglichkeit zu geben sich voll und ganz darauf zu konzentrieren.

Aus den eben genannten und weiteren Überlegungen hat die GEFMA in der Richtlinie 100-1 Ziff.2.2 folgende Grundsätze des FM aufgestellt, welche für eine optimale FM-gerechte Planung eingehalten werden müssen:

⁸ Vgl. Glauche 2014a, S.18.

⁹ Vgl. Diederichs 2005, S.554.

- **Kunden- und Serviceorientierung**
Der Facility Manager und seine Mitarbeiter haben ein klares Dienstleisterverständnis. Sie kennen und verstehen die Anforderungen ihrer Kunden und sind bemüht, diese zu erfüllen oder zu übertreffen.
- **Prozessorientierung**
Die Leistungserbringer im Facility Management planen, steuern und beherrschen ihre Prozesse und Projekte. Die Verantwortung für die Bereitstellung der Mittel, für die Durchführung und für die Überwachung der Arbeitsabläufe liegen in einer Hand.
- **Produkt- (Ergebnis-)orientierung**
Kunde (Nutzer, Auftraggeber) beurteilt den Erfolg des Facility Managements anhand der Ergebnisse und lässt dem Leistungserbringer möglichst Spielräume bei der Ausgestaltung seiner Facility-Prozesse.
- **Lebenszyklusorientierung**
Facility Management überspannt den gesamten Lebenszyklus von Facilities.
- **Ganzheitlichkeit**
Leistungen in einem Facility Management werden mit ihren Wechselwirkungen derart geplant und gesteuert, dass sich für den Kunden ein Gesamtoptimum ergibt.
- **Marktorientierung**
Auch bei internen Kunden-Dienstleister-Beziehungen bestehen klare Leistungsvereinbarungen mit Service Level Agreements (SLA) und Leistungsverrechnungen.
- **Partnerschaftlichkeit**
Ein gegenseitig partnerschaftlicher Umgang erleichtert den reibungslosen Ablauf der häufig eng verketteten Unterstützungsprozesse des Facility Managements mit den Kernprozessen des Anwenders.¹⁰

Aus Sicht des Nutzers ist eine Immobilie nur die Räumlichkeit, in der er seinem Kerngeschäft nachgeht. Alle Aufgaben, die mit der Bewirtschaftung der Immobilie zu tun haben, sind für den Nutzer nur Belastung, die ihn von seinen eigentlichen Tätigkeiten abhalten.

¹⁰ Diederichs 2005, S. 555; Glauche 2004a, S.17.

Das FM soll sich also um das Gebäude kümmern und dabei folgende Erwartungen des Investors erfüllen:

- Durch Bewirtschaftungskostensenkung die Immobilienrendite optimieren
- Aufgrund effizienten Instandhaltungsmanagements die Werterhaltung des Gebäudes verbessern
- Mit erhöhter Flexibilität und Qualität des Mieterkomforts die Vermietbarkeit des Objektes optimieren ¹¹

Folglich leistet das FM einen großen Beitrag zur Rentabilitätssteigerung des Unternehmens, indem die Gesamtkosten durch folgende Maßnahmen gesenkt werden können:

- Flexible Anpassung an mögliche organisatorische Unternehmenswandel zur Nutzerflexibilitätssteigerung
- Arbeitsplatz- und Umgebungsqualität steigern, um Mitarbeiterproduktivität zu erhöhen
- Immobilienbezogene Leistungen an dafür ausgerichtete Unternehmen vergeben, um die Nutzerinteressen auf das Kerngeschäft zu konzentrieren, was den eigentlichen Nutzungszweck der Immobilie darstellt ¹²

Diese Punkte stellen die Aufgaben des operativen FM dar, das bedeutet, die Prozesse während des Gebäudebetriebs. Es ist allerdings sinnvoll, auch schon während der Gebäudeplanung an den Betrieb zu denken und somit das FM schon in der Entwicklungsphase einzubeziehen. Diese Art von FM nennt sich strategisches FM. Wird also das FM in der Projektentwicklung schon mit einbezogen, ermöglicht dies die gewünschte Flexibilität des Gebäudes, dies macht eine Umnutzung in der Betriebsphase wesentlich unkomplizierter und vermeidet unnötigen Aufwand. Außerdem können so schon in der Planungs- und Bauphase alle gebäuderelevanten Daten in logischen und nutzerfreundlichen Strukturen dokumentiert werden, was eine Datenerhebung in der Betriebsphase unnötig macht und somit die Erhebungskosten einspart. Wichtig ist also, alle in Planung und Bau vorhandenen Daten festzuhalten, um deren Verwendung im Betrieb zu garantieren. Geschieht dies nicht, gehen diese Daten mit der Inbetriebnahme schlagartig verloren. Folgende Abbildung verdeutlicht diese Abläufe nochmals.

¹¹ Vgl. Diederichs 2005, S. 556.

¹² Vgl. Balck u. Merz 2004, S.2.; Diederichs 2005, S. 556.

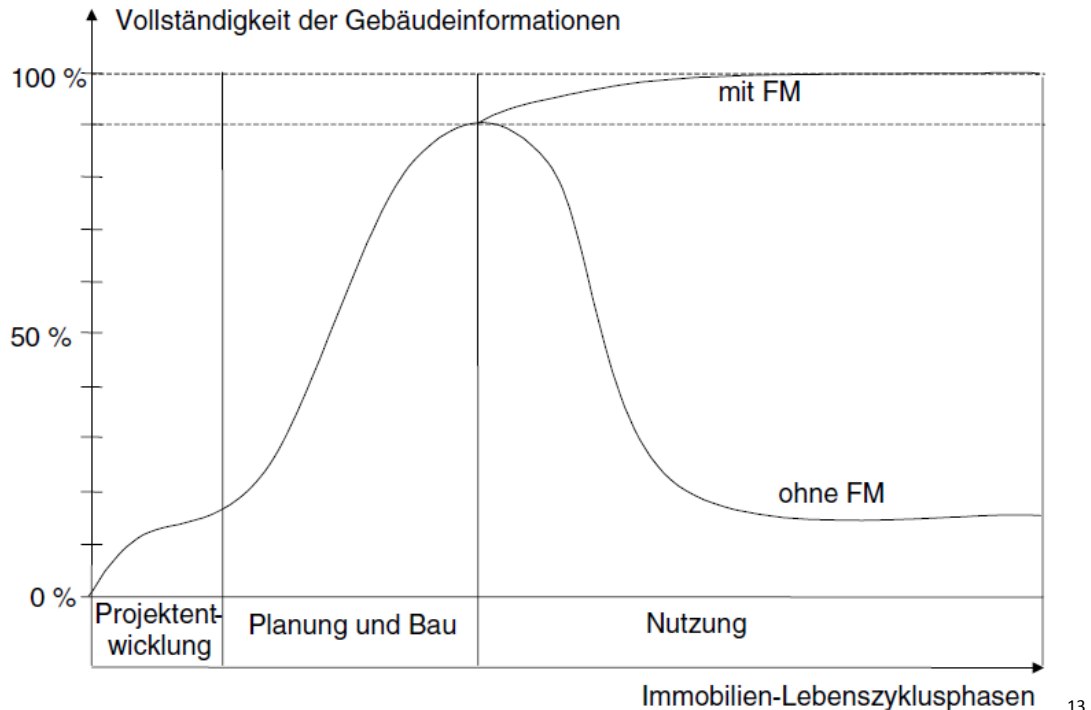


Abbildung 2: Vollständigkeit der Gebäudeinformationen im Immobilienlebenszyklus

13

Es wird der Informationsverlust dargestellt, wenn die durch Planung und Bau vorhandenen Daten nicht dokumentiert werden. Sie gehen innerhalb kürzester Zeit verloren und müssten dann, bei Einführung eines FM in der Nutzungsphase, neu erhoben werden. Dies stellt einen erheblichen Aufwand und somit auch enorme Kosten dar, die vermieden werden können, wenn die Daten von Anfang an nutzbar und logisch strukturiert dokumentiert werden. Außerdem ist in der Abbildung gut zu sehen, dass das Know-How aus der Planungs- und Bauphase mit voranschreitendem Bau steigt und bei Übergabe auch nicht bei 100% liegt, sondern etwa bei 90%. Daraus lässt sich schließen, dass ein FM zur optimalen Bewirtschaftung über den gesamten Lebenszyklus hinweg notwendig ist, denn dadurch werden noch mehr Informationen über das Gebäude ermittelt und diese Informationen können zur nutzerfreundlichen Bewirtschaftung der Immobilie genutzt werden. Das bedeutet, dass eine stetige Optimierung des Gebäudes und dessen Informationen möglich und sogar notwendig ist, um dem Nutzer ein unbeschwertes Arbeitsklima bereitzustellen.

Um FM gerecht zu planen, müssen folglich alle genannten Bedingungen erfüllt sein. Wichtig ist insbesondere der Blick in den Betrieb des Gebäudes. Die Nutzung des Gebäudes muss im Vordergrund stehen, um diese zu optimieren und die Kernprozesse der Nutzer nicht zu behindern. Der Facility Manager ist dann in der Nutzungsphase für das

Gebäude verantwortlich und kümmert sich um alle gebäuderelevanten Aspekte, die mit dem Kernprozess des Nutzers nichts zu tun haben. Somit kann der Nutzer sich voll und ganz auf seine Hauptaufgabe konzentrieren.

2.2 FM im Immobilienlebenszyklus

Im Vorfeld fiel schon öfter der Begriff Immobilienlebenszyklus, nun gilt es zu klären, was damit gemeint ist und in welchem Zusammenhang dieser zum FM steht.

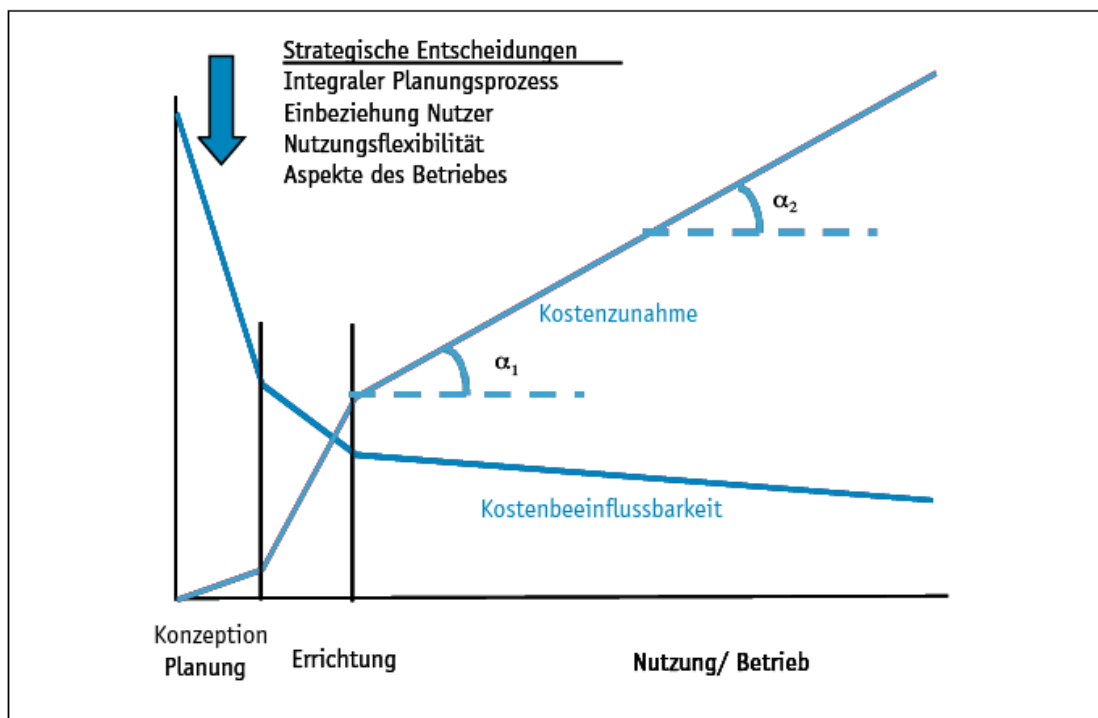
Der Immobilienlebenszyklus beschreibt alle Phasen, die eine Immobilie im Laufe ihrer Entwicklung und ihres Daseins durchläuft. Diese Betrachtung beginnt ab der Entwicklung einer Immobilie, sprich schon bevor das Gebäude an seinem Standort steht. Auch die Planung und der Bau des Gebäudes werden betrachtet. Darauf folgt die Phase, in der das fertige Gebäude zu seinem Zweck genutzt wird und schlussendlich die Verwertungsphase zu Renovierung, beziehungsweise Sanierung, Umnutzung oder Abriss führt. Alle diese Teilphasen, die jede Immobilie durchläuft, beschreibt der Immobilienlebenszyklus. Aber auch wie bei der Definition des FM gibt es in der Beschreibung des Lebenszyklus unterschiedliche Formulierungen und Ansichten. Selbst in der Anzahl der Phasen und deren Bezeichnung gibt es gravierende Unterschiede. Die **Anlage 1** zeigt die 9 Lebenszyklusphasen des FM, laut der GEFMA 100-1 von 2004. Diese beinhaltet die Konzeption und die Planung, welche im Folgenden als Entwicklungsphase zusammengefasst wurde. Darauf folgen Errichtung, Vermarktung und Beschaffung, welche als Realisierungsphase zusammengefasst werden. Weiterhin gibt es den Betrieb, beziehungsweise die Nutzung, welche die längste Phase des Zyklus darstellt. Auf diese folgt nur noch die Verwertungsphase, welche Umbau und Sanierung, Leerstand und Verwertung beinhaltet. Während das FM in der Entwicklungs- und Realisierungsphase rein strategische Aufgaben hat, werden die Aufgaben in der Nutzungsphase zu operativen, das heißt das FM muss aktiv handeln.¹⁴ Daher wird das FM in der Planungs- und Realisierungsphase strategisches FM und in der Nutzungs- und Verwertungsphase operatives FM genannt. Allerdings löst das Operative das Strategische nicht komplett ab, grob gesehen besteht das strategische FM über den gesamten Lebenszyklus hinweg.¹⁵ Sehr wichtig ist, dass bei der Lebenszyklusbetrachtung die Zusammenhänge zwischen allen genannten Phasen im Auge behalten werden. Schließlich wirkt sich alles, was während der Planung beschlossen wird sowohl auf die Nutzungsphase, als auch auf die Verwertungsphase aus. Wird beispielsweise aus Kostengründen mit minderwertigen Materialien geplant und gebaut, wirkt sich dies in der Nutzungsphase unter Umständen

¹⁴ Vgl. Preuß und Schöne 2006, S.48.

¹⁵ Vgl. Mehli 2015, S.5.

schnell auf den Verschleiß dieser Baustoffe aus und dies könnte wiederum eine kurze Nutzungsphase bis zur nächsten Verwertungsphase nach sich ziehen. In der Verwertungsphase muss sich dann also die Frage gestellt werden, ob es sinnvoll ist zu renovieren, beziehungsweise zu sanieren, oder ob das Gebäude abgerissen werden muss. Im Falle eines Abrisses könnten die minderwertigen Baustoffe zusätzlich noch zu hohen Entsorgungskosten führen, falls diese nicht recyclebar sind. So kann aus dem Lebenszyklus schnell ein Teufelskreislauf werden.

Im Fokus des Lebenszyklus stehen also häufig die Kosten und in welchen Phasen diese noch zu beeinflussen sind. Häufig möchte der Bauherr die Planungs- und Baukosten so gering wie möglich halten, da er auf diese scheinbar noch den größten Einfluss hat. Allerdings ist die Nutzungsphase in der Regel die längste Phase und somit auch mit den größten Kosten verbunden. In folgender Abbildung wird der Einfluss auf die Kosten bildlich dargestellt.



16

Abbildung 3: Beeinflussbarkeit der Kosten im Lebenszyklus

Hier wird deutlich, dass in Bezug auf die Kosten alle Phasen ineinander spielen. Je mehr Zeit und folglich auch Kosten in die Konzeptionsphase investiert werden, umso weiter

können die Nutzungskosten gesenkt werden. Wird sich beispielsweise schon in der Konzeptionsphase intensiv mit der Nutzung und den Ansprüchen der Nutzer befasst, kann das Gebäude so auf diese Bedürfnisse angepasst werden. Demzufolge können somit die Kosten in der Nutzungsphase geringer gehalten werden, als in einem Gebäude, das zwar architektonisch schön ist, aber in der Bewirtschaftung Probleme bringt, da es beispielsweise schwer zu reinigen ist, weil in der Konzeptionsphase die Reinigung nicht berücksichtigt wurde. FM und der Lebenszyklus spielen also in allen genannten Phasen ineinander und ohne beides nicht von Anfang an zu verknüpfen, ist es in der heutigen Zeit nahezu unmöglich, eine Großimmobilie erfolgreich zu entwickeln und zu bewirtschaften.¹⁷

Um diese Verknüpfungen zu verstehen, ist es notwendig die einzelnen Phasen, wie im Folgenden, genauer zu betrachten.

2.2.1 Zyklusphase - Entwicklungsphase

Die Entwicklungsphase beschreibt den Zeitraum, bevor das Gebäude errichtet ist. Dabei handelt es sich unter anderem um die so genannte Bedarfsermittlung. Diese befasst sich beispielsweise mit der Standortsuche und -analyse, also die Auswahl des Grundstücks, auf dem das Gebäude errichtet werden soll.¹⁸ Dabei wird geprüft, ob der Standort für die geplante Immobilie geeignet ist. Des Weiteren wird ein Nutzungskonzept erstellt, bei diesem werden Annahmen über die Anforderungen der künftigen Nutzer getroffen. Besonders ist dabei die entsprechende Branche zu beleuchten, um alle nötigen technischen Anlagen und Services der Unternehmensorganisation und –struktur anzupassen.¹⁹ All diese Überlegungen zur Nutzungskonzeption stehen natürlich auch immer in Abhängigkeit zu baurechtlichen Vorschriften, welche viele Faktoren, wie die Flächenfestlegung und Ausstattungsstandards maßgeblich mit beeinflussen.²⁰ Die vorhandenen finanziellen Mittel für Grundstück, Bauvorbereitungen und den Bau müssen genauestens durchgeplant und schon im Vorfeld auf alle Gewerke und Genehmigungen, sowie Planer und Durchführende Kräfte aufgeteilt werden und jeweils einen gewissen Puffer für eventuelle unvorhergesehene Probleme bereitstellen.²¹ Bei der eigentlichen Entwurfs- und Genehmigungsplanung besteht dann eine Zusammenarbeit zwischen Fachplanern, Statikern, Architekten und Ingenieuren, um die Ideen und Entwürfe in ein umsetzbares Konzept zu

¹⁷ Vgl. Balck u. Merz 2004, S.11.

¹⁸ Vgl. Hellerforth 2001, S. 45.

¹⁹ Vgl. ebenda.

²⁰ Vgl. ebenda.

²¹ Vgl. Neufert 2009, S. 70.

verwandeln.²² In diesem Punkt ist auch der Facility Manager sehr wichtig, da dieser dafür sorgt, dass Erfahrungen zu Nutzungsaspekten während der Konzeption und Planung ausreichend berücksichtigt werden.²³ Häufig werden nämlich eben diese, an den Nutzer angepassten Aspekte aus planungs- und baukostentechnischen Gründen verworfen, um Kosten zu sparen, da zum Leidwesen der Nutzer häufig nicht an die Nutzungskosten gedacht wird.²⁴ Schließlich belaufen sich die eben genannten Nutzungs- und auch Instandhaltungskosten auf die nächsten 50 bis 100 Jahre der Immobilie.²⁵

Folgende FM-Aspekte sollten beispielsweise in der Entwicklungsphase berücksichtigt werden, um eine optimierte Nutzung zu ermöglichen:

- Ausgewogenheit von Gestaltung, Funktionalität und Wirtschaftlichkeit für das Gesamtbauwerk
- Hohe Flächeneffizienz bei gleichzeitiger Wahrung sämtlicher Arbeitsschutzbestimmungen, der Ergonomie und der sonstigen menschlichen Grundbedürfnisse am Arbeitsplatz
- Hohe Flexibilität sowohl hinsichtlich der Gesamtnutzung des Objektes (Reversibilität), als auch hinsichtlich der Ausgestaltung einzelner Arbeitsbereiche
- Gute Instandhaltbarkeit von Bauteilen, Anlagen und Einrichtungen
- Gute Pflegbarkeit und Reinigbarkeit von Fassaden, Bodenbelägen und allen sonstigen Bauteilen, die einer laufenden Pflege und Reinigung bedürfen ²⁶

Finden diese Punkte Anwendung und werden sie schon während der frühen Planung berücksichtigt, so stehen einer späteren FM-gestützten Nutzung kaum Komplikationen bevor. Ebenso ist die FM-Dokumentation ein wichtiger Bestandteil der Planung, da anderenfalls wichtiges Know-How einfach verloren geht und die Dokumentation auch in Sachen Versicherung und Betreiberverantwortung ein wichtiger Baustein zur Absicherung und Beweisführung darstellt. ²⁷ Auch die GEFMA hat aufgrund der Wichtigkeit einer solchen Dokumentation in allen Lebenszyklusphasen eine Richtlinie erstellt, in welcher die Unterstützungsmöglichkeiten einer FM-Dokumentation hervorgehoben werden,

²² Vgl. Hellerforth 2001, S. 46.

²³ GEFMA 100-2 2004, S. 2.

²⁴ Vgl. Preuß u. Schöne 2006, S. 54.

²⁵ Vgl. Hellerforth 2001, S.46.

²⁶ GEFMA 100-2 2004, S.2.

²⁷ Vgl. Nitzsche 2017, S.3.

diese Richtlinie nennt sich GEFMA-Richtlinie 198.²⁸ Es werden in dieser Phase auch die Baustoffe und Materialien ausgewählt. In dieser Hinsicht ist es wichtig auf ökologische Baustoffe zu achten, welche möglichst wenig Schadstoffe ausstoßen und im Abrissfall leicht zu entsorgen und zu recyceln sind.²⁹ Auch die Reinigung der verwendeten Materialien ist ein nicht außer Acht zu lassendes Kriterium. Der letzte Schritt und somit der fließende Übergang von Planung zur Realisierung ist die Ausschreibung und Vergabe des Projektes nach der vollständigen Leistungsbeschreibung, sprich Ausführungsplanung nach HOAI³⁰ §15, Leistungsphase 5, die die Baufirma erfüllen muss.³¹ Wichtig ist es, schon in der Ausschreibung die Bewerber auf die Wichtigkeit der FM-gerechten Baudurchführung aufmerksam zu machen und schon hier die regelmäßige Überprüfung der Forderungen anzukündigen.³² Wird sich dann nach Abwägung der einzelnen PreisLeistungsverhältnisse der versprochenen Qualität und weiterer Entscheidungskriterien für eine Firma entschieden, kann die Realisierungsphase beginnen.

2.2.2 Zyklusphase - Realisierungsphase

Bei der Realisierungsphase handelt es sich um die Entstehung des Gebäudes. In dieser Phase werden alle Planungen der Entwicklungsphase in die Tat umgesetzt. Hier zeigt sich also, wie hochwertig die Planer gearbeitet haben und ob die Konzepte umsetzbar sind. Jetzt müssen alle Ausführungszeichnungen, Detailzeichnungen, Sonderzeichnungen, Raumbücher und sonstige Instrumente zur Ausführungsplanung vollständig und zur Umsetzung vorhanden sein.³³ Vor Baubeginn ist es wichtig, der Baufirma die Wichtigkeit der Einhaltung des Konzeptes nahezu legen und diese auch auf mögliche Konsequenzen im Falle der Nichteinhaltung aufmerksam zu machen.³⁴ Eine Bauplanung in der Realisierungsphase eins zu eins umzusetzen ist nahezu unmöglich, denn es treten immer wieder Komplikationen auf, die in der Planung nicht berücksichtigt werden konnten. Demzufolge müssen spontan Lösungen gefunden werden, um Probleme bei der Umsetzung zu beheben, was in den meisten Fällen zu Veränderungen des Konzeptes führt. Wichtig ist dabei zu beachten, dass das Konzept nicht schwerwiegend verändert wird. Es muss daher regelmäßig der Fortschritt des Baus begutachtet werden, um die Planungsumsetzung zu überprüfen. Diese so genannten Kontrollmaßnahmen beziehen sich

²⁸ Vgl. Nitsche 2017, S.4.

²⁹ Vgl. Arwed 2000, S.37.

³⁰ HOAI ist die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure die für einzelnen Leistungen derer, die entsprechenden Honorare beschreibt.

³¹ Vgl. Neufert 2009, S. 72.

³² Vgl. Arwed 2000, S. 256.

³³ Vgl. Neufert 2009, S. 72.

³⁴ Vgl. Arwed 2000, S. 256.

nicht nur auf die eigentliche Baudurchführung, sondern genauso auf die verwendeten Materialien und ob diese den Anforderungen von Planer, Bauherr und Facility Manager entsprechen, sowohl im zeitlichen Rahmen, als auch im bautechnischen. Der zeitliche Rahmen des Baufortschrittes wird am Bauablaufplan gemessen, welcher beispielsweise als Balkendiagramm die Zeiten für die einzelnen Bauabschnitte und Gewerke festlegt. Es wird somit bildlich dargestellt, zu welcher Zeit welches Gewerk, bzw. welcher Bauabschnitt begonnen und beendet wird.³⁵ Die Objektüberwachung (nach HOAI, §15, Leistungsphase 8 und 9) ist demzufolge die wichtigste Instanz aus Planersicht, da diese für die Einhaltung der Vorgaben und Ziele, sowie der baurechtlichen Vorschriften sorgt. Außerdem ist es die Aufgabe der Objektüberwachung jegliche Fortschritte und bedeutende Vorkommnisse in einem so genannten Bautagebuch festzuhalten.³⁶ Dieses hilft bei der vorzeitigen Fehlerbehebung und lässt Verzögerungen und Komplikationen schneller erkennen. Auch die Einhaltung des Kostenplanes gilt es stets zu überwachen, um bestmöglich den Finanzplan einzuhalten.³⁷ Werden alle Gewerke planmäßig ihren Aufgaben gerecht und erfüllen ihre Arbeit nach Plan, so kann nach Beendigung des Baus die Abnahme des fertigen Gebäudes erfolgen, bei dieser werden so genannte Mängellisten geführt. Das bedeutet, es wird detailliert alles aufgeführt, was noch verbessert oder verändert werden muss, um den Ansprüchen des Bauherrn zu genügen. Die Baufirma ist dann in der Pflicht alle Mängel zur Zufriedenheit des Auftraggebers zu beseitigen. Erst wenn alle Arbeiten zufriedenstellend nach Plan und Vorschrift erfüllt werden, findet die endgültige Abnahme und Übergabe des Bauwerkes statt. Daraufhin geht die Verantwortung über das Bauwerk an den Eigentümer. Ab diesem Zeitpunkt spricht man von der Nutzungsphase, welche im folgenden Abschnitt näher beleuchtet wird.

2.2.3 Zyklusphase - Nutzungsphase

Die Nutzungsphase einer Immobilie ist in der Regel die längste Phase, die ein Gebäude erlebt, daher ist die Unterstützung durch FM so wichtig. Das FM hat die Möglichkeit durch intelligente Gebäudeplanung und Bewirtschaftung, Nutzungs- und Instandhaltungskosten enorm einzusparen, wodurch der Mehraufwand bei der Erstinvestition sich bereits nach wenigen Jahren amortisiert.³⁸ In der Nutzungsphase dreht sich alles um das Kerngeschäft des Nutzers und dieses unterstützt das FM indem es dem Nutzer alle Aufgaben abnimmt, die nichts mit deren Kerngeschäft zu tun haben und bewirtschaften somit das

³⁵ Vgl. Neufert 2009, S. 74.

³⁶ Vgl. ebenda.

³⁷ Vgl. ebenda.

³⁸ Vgl. Diederichs 2005, S 558.

Gebäude optimal für den Nutzer. Allerdings soll das FM das Gebäude nicht nur bewirtschaften, sondern währenddessen auch die Prozesse optimieren und somit möglichst Kosten sparen.³⁹ In der Nutzungsphase handelt es sich hauptsächlich um das sogenannte operative FM, welches häufig auch als Gebäudemanagement bezeichnet wird.⁴⁰ Dieses wird häufig nochmals unterteilt in das infrastrukturelle, kaufmännische und technische Gebäudemanagement.⁴¹ Das technische Gebäudemanagement befasst sich sozusagen mit der technischen Betriebsführung, dem Instandhaltungsmanagement und dem Energiemanagement.⁴² Im kaufmännischen Gebäudemanagement geht es um, auf die Immobilie bezogenen buchhalterische Leistungen, wie das Nutzungskostenmanagement, Miet- und Vertragsmanagement sowie Dienstleistungsausschreibungen und deren Vergabe.⁴³ Beim infrastrukturellen Gebäudemanagement handelt es sich um sogenannte geschäftsstützende Dienstleistungen, welche die Gebäudenutzung gewährleisten.⁴⁴ Diese Aufgaben sind unter anderem das Arbeitsplatz- und Büroservicemanagement, Umzugsmanagement und Sicherheitsmanagement.⁴⁵ In manchen Fällen wird hierzu noch das Flächenmanagement aufgezählt, aber häufig wird dieses auch separat als eigener Bereich dargestellt. Die Wichtigkeit all dieser Teilbereiche ist nicht zu unterschätzen, denn nur wenn all diese Tätigkeiten bedarfsgerecht ausgeführt werden, kann eine optimale Nutzung gewährleistet werden. Die Besten Möglichkeiten hat das FM, wenn es von der Planung an mit in die Gebäudeentwicklung einbezogen wird, doch in den meisten Fällen wird das FM erst später beauftragt und das aus unterschiedlichen Beweggründen.⁴⁶ Ist das FM Teil der Unternehmensstrategie und Gesamtplanung, mit den Zielen das eigene FM aufzubauen und zu optimieren, außerhalb des Kerngeschäftes die Kosten bei Diensten zu senken und sich durch Outsourcing von Diensten auf das Kerngeschäft konzentrieren zu können, stellen diese Voraussetzungen einen günstigen Einstieg für das FM dar.⁴⁷ Wird das FM allerdings nur beauftragt, weil es gerade Trend ist und um Personal abzubauen und durch Outsourcing Kosten zu sparen, stehen für das FM die falschen Beweggründe im Vordergrund und die Kerngeschäfte können nicht optimal unterstützt werden.⁴⁸ Wie bereits erwähnt, ist es schwieriger das FM in eine bereits bestehende Unternehmensstruktur einzugliedern, da

³⁹ Vgl. Diederichs 2005, S.556.

⁴⁰ Vgl. Preuß u. Schöne 2006, S.48.

⁴¹ Vgl. ebenda, S.54.

⁴² Vgl. Hellerforth 2001, S.123.

⁴³ Vgl. ebenda, S.117.

⁴⁴ Vgl. Preuß und Schöne 2006, S.55

⁴⁵ Vgl. ebenda.

⁴⁶ Vgl. Schneider 2001, S.17

⁴⁷ Vgl. ebenda.

⁴⁸ Vgl. ebenda.

bei deren Einführung erst das Know-How wiederbeschafft werden muss, wie beispielsweise Informationen über die technischen Anlagen, welche ab der Übergabe des Gebäudes an den Eigentümer in großen Teilen verloren gegangen sind und diese erst wieder beschafft werden müssen. Ähnlich ist es auch beim Flächenmanagement, es bietet sich an, schon während Planung und Bau, sogenannte Raumbücher anzulegen und mit Verwaltungssoftwares zu arbeiten, damit das Wissen über eben diese Flächen und deren Besonderheiten nicht verloren gehen. Sogenannte CAFM-Systeme (Computer Aided Facility Management – Systeme) dienen dazu alle relevanten Daten über das Gebäude und dessen Technische Anlagen und Besonderheiten zu erfassen und diese Informationen in der Nutzungsphase zur Verfügung zu stellen.⁴⁹ Wird dieses System erst während der Nutzung des Gebäudes eingeführt, so ist die Datenerhebung ein wesentlicher Aufwand und kostet viel Zeit und Geld. Diese Maßnahmen sind für die optimale Bewirtschaftung des Gebäudes und die Unterstützung der Kernprozesse der Nutzer nahezu unverzichtbar. Die Hauptaufgabe des FM liegt bei der Nutzungsphase also hauptsächlich im operativen Bereich, der strategische Part hat sich hier schon zurückgezogen. Alle Aufgabenbereiche des FM sind unterschiedlich, je nach Art der Immobilie, Art der Nutzung und Hauptgeschäften der Eigentümer.⁵⁰ Wichtig ist es also die Folgekosten positiv zu beeinflussen, das bedeutet, optimale Bewirtschaftung um Betriebskosten zu senken und dabei nicht die Anliegen und Kernprozesse des Nutzers einzuschränken. Das FM sorgt also besonders in der Nutzungsphase dafür, dass es dem Nutzer möglich ist, sich auf sein Kerngeschäft zu konzentrieren, um optimal zu arbeiten.

2.2.4 Zyklusphase - Verwertungsphase

Der Übergang von der Nutzungsphase zur Verwertungsphase ist immer fließend, schließlich beinhaltet die Verwertungsphase auch kleinere Sanierungen und Renovierungen. Fälschlicherweise wird die Verwertungsphase häufig mit dem Abriss eines Gebäudes gleichgesetzt, allerdings beinhaltet diese Phase viel mehr, wie die Entwicklung eines neuen Nutzungskonzeptes, Renovierung und Sanierung, Stilllegung und als letzte Instanz der Abriss.⁵¹ Bei Sanierungen hat das FM die Aufgabe, verstärkt auf die Nutzerwünsche einzugehen, um durch die Revitalisierung des Gebäudes eine Optimierung der Kernprozesse zu generieren.⁵² Auch aus Gründen des Zeitmanagements und der Ressourcenschonung sollte die Phase der Verwertung, also zum Beispiel Sanierung, gut

⁴⁹ Vgl. Balck u. Merz 2004, S. 19.

⁵⁰ Vgl. Hellerforth 2001, S.114.

⁵¹ Vgl. ebenda, S.342.

⁵² Vgl. ebenda, S.132.

geplant werden, um Kosten, den Zeitaufwand und mögliche Verzögerungen zu minimieren und die Nutzeraspekte, sowie Umweltverträglichkeit, genauestens einzukalkulieren.⁵³ Nur die jährliche Abfallbelastung beläuft sich insgesamt schon auf 60%, allein durch die Entsorgung von Baustoffen, weswegen unbedingt auf die Materialauswahl geachtet werden sollte, welche die Umwelt so wenig wie möglich belasten und die Entsorgung vergünstigt, oder sogar Materialien, welche zur Wiederverwendung geeignet sind, zu nutzen.⁵⁴ Wenn keine Revitalisierungsmöglichkeiten bestehen, wird das Gebäude in der Regel abgerissen, damit schließt sich der Zyklus, indem sich wieder die Entwicklungsphase mit der Bedarfsermittlung anschließt und der Kreislauf von neuem beginnt. Häufig liegt dazwischen allerdings ein längerer Zeitraum, da nur in wenigen Fällen, direkt nach dem Abriss eine neue Immobilie geplant und errichtet wird. Schon allein die Tatsache, dass verschiedene Bauwerksbestandteile unterschiedliche Lebensdauern aufweisen, ist ein Grund für die Verwertungsphase in unterschiedlichen Stadien.⁵⁵ Die Verwertungsphase wird aus verschiedenen Gründen eingeleitet, beispielsweise aus Erhaltungsgründen, weil Schäden und Abnutzungen beseitigt werden oder aus Modernisierungsgründen, weil der Energieverbrauch optimiert werden soll, oder wenn das Gebäude an neue Nutzer angepasst werden muss.⁵⁶ Der Zyklus beginnt nach Revitalisierungsarbeiten, also nicht wie beim Abriss von neuem bei der Entwicklung, sondern direkt wieder bei der Nutzungsphase. Der Abriss ist folglich nur eine Möglichkeit von vielen in der Verwertungsphase und außerdem ist Abriss und Entsorgung nur die letzte Instanz, wenn es keine weiteren Möglichkeiten mehr gibt, das Gebäude zu Revitalisieren. Dies sind nur wenige mögliche Gründe, die Verwertungsphase einzuleiten. Die folgende Abbildung verdeutlicht die unterschiedlichen Modifikationsmöglichkeiten eines Gebäudes in der Verwertungsphase und aus welchen Gründen ein Gebäude oder Teile dessen, modernisiert oder abgerissen werden.

⁵³ Vgl. Hellerforth 2001, S.132.

⁵⁴ Vgl. ebenda.

⁵⁵ Vgl. ebenda, S. 344.

⁵⁶ Vgl. Diederichs 2006, S. 619.

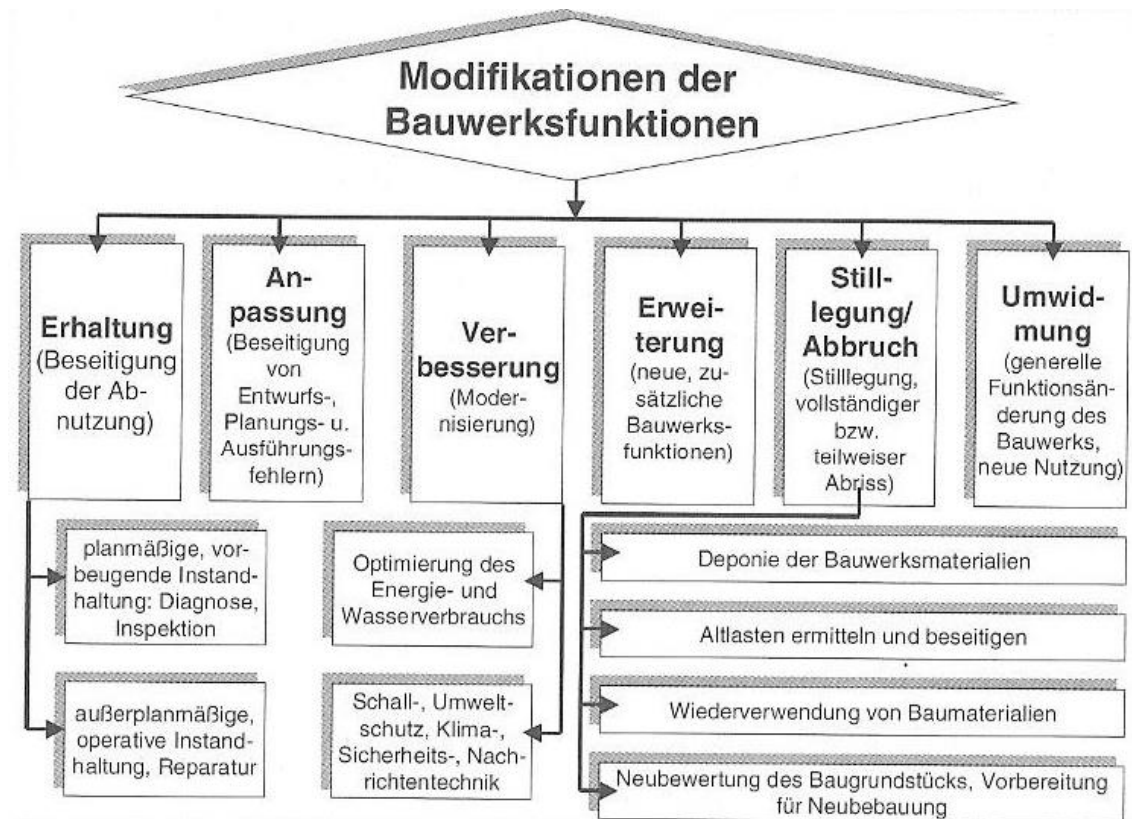


Abbildung 4: Modifikationen der Bauwerksfunktionen⁵⁷

Diese Abbildung verdeutlicht, durch die Pfeile auch eine Art hierarchische Struktur, welcher die Verwertungsphase unterliegen könnte. Durch die Abbildung wird schließlich ein Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten der Verwertungsphase gegeben.

2.3 Lebenszykluskosten

Der Immobilienlebenszyklus ist ein komplexes System, welches von Gebäude zu Gebäude in seinen Details unterschiedlich ablaufen kann, im allgemeinen Ablauf aber in der Regel übereinstimmt. Allerdings sind mit dem Zyklus und jeder Phase, immer dementsprechende Kosten verbunden, welche nicht zu unterschätzen sind. Es wurde lange davon ausgegangen, dass die Kosten der einzelnen Phasen unabhängig voneinander sind und somit auch die Verantwortlichen der einzelnen Phasen, sich nur um die eigene Verantwortung gekümmert hat, ohne Zusammenhänge aus Entwicklungs- und Nutzungsphase zu ziehen.⁵⁸ Heute sind die Zusammenhänge zwischen Bau- und Nutzungskosten bekannt und es wird sich darum gekümmert, dass das Know-How über das

⁵⁷ Hellerforth 2001, S.345.

⁵⁸ Krimmling 2013, S.27.

Gebäude nicht verloren geht. Bei FM- gestützten Planungen wird das Gebäude auf den Nutzer angepasst. Dies beeinflusst natürlich auch die Kosten in jeder Phase des Zyklus. Die LZK⁵⁹ zu berechnen dient allgemein als Planungshilfsmittel, um schon im Voraus die anfallenden Kosten im Überblick zu behalten und noch mögliche Kostensenkungen einzuleiten.⁶⁰ Jede einzelne Lebenszyklusphase lässt für die Phase typische Kosten entstehen. Viele dieser Kosten treten bei nahezu jedem Gebäude auf, daher können diese gut als Kennzahlen von sich ähnelnden Gebäuden verwendet werden. Im übertragenen Sinne handelt es sich bei den LZK also um eine Art Wirtschaftlichkeitsberechnung des Gebäudes. Durch eine detaillierte Dokumentation in allen Phasen des Zyklus können dann für ähnliche Gebäudetypen die Kosten grob verglichen und somit beispielweise Verbesserungen angestellt werden. Wie auch schon zu Beginn der Arbeit erwähnt wurde, besteht durchaus die Möglichkeit die Nutzungskosten schon in der Bau- und Entwicklungsphase durch Einsatz von nachhaltigen Materialien oder besseren technischen Anlagen positiv zu beeinflussen, auch wenn dadurch die Baukosten steigen. Da die Nutzung eines Gebäudes in der Regel die längste Phase darstellt, ist es nur sinnvoll die Kosten während der Nutzungsphase zu senken, um nachhaltig Kosten zu sparen. Betrachtet werden hierbei die Entwicklungskosten, die möglichen Betriebs- und Instandhaltungskosten und die Verwertungskosten im Falle des Abrisses oder der Sanierung.⁶¹ Die Kosten für die Entwicklungsphase setzen sich aus den Gehältern der Planer zusammen, welche sich aus der HOAI entnehmen lassen und aus den Kosten für Genehmigungen. In der Realisierungsphase entwickeln sich die Kosten grob aus den Gehältern der Arbeiter, den Kosten der Materialien und für Strom und Werkzeuge, sämtliche Erschließungskosten, Ausgleichzahlungen und vieles mehr. Diese Kosten werden in der DIN 276-1: Kosten im Bauwesen zusammengefasst und geben einen Überblick über die Erstkosten einer Immobilie.⁶² Sobald Planung und Bau der Immobilie abgeschlossen sind, laufen ab der Inbetriebnahme des Gebäudes die Nutzungskosten oder auch Folgekosten genannt.⁶³ Diese sind beschrieben in der Din 18960 – Nutzungskosten im Hochbau. Diese setzen sich grob zusammen aus den Verbrauchskosten von Rohstoffen, Strom, Wasser usw. und außerdem aus Kosten für den Gebäudeerhalt, wie Reinigungskosten und Hausmeisterdiensten, Überwachung, Reparaturen und Ähnlichem. Das Zusammenspiel zwischen Baukosten und Baunutzungskosten wird sehr deutlich, wenn zum Beispiel die Baukosten minimiert werden. Ohne Rücksicht auf die Nutzungskosten ist dies ein eindeutiges Kurzfristen denken, da diese Kosten somit häufig zu hoch bleiben und eine nachträgliche Minimierung dieser, mit einem hohen Zeit und Kostenaufwand eingeleitet

⁵⁹ Lebenszykluskosten; die Kosten, die in jeder Phase des Immobilienlebenszyklus entstehen.

⁶⁰ Vgl. Pelzeter 2006, S.3.

⁶¹ Vgl. BMUB 2016, S. 33.

⁶² Vgl. Pelzeter 2006, S.64.

⁶³ Vgl. ebenda, S. 52.

werden muss.⁶⁴ Die Abstimmung der Baukostenerhöhung, durch beispielsweise Anlagen oder Materialien die im Gegenzug zu Einsparungen der Nutzungskosten führen, sind ratsam, denn nur wenn sowohl Bau- als auch Nutzungskosten gleichermaßen berücksichtigt werden, kann eine Optimierung beider Seiten erreicht werden.⁶⁵ Die Abrisskosten gemäß der DIN 276-1 werden zwar derzeit nicht in der Nachhaltigkeitsbewertung berücksichtigt, ergeben sich aber aus den Kosten für Rückbau und Materialentsorgung, somit zeigt sich wieder die Wichtigkeit der nachhaltigen Materialauswahl schon vor Baubeginn.⁶⁶

Es spielt seit der Energiekrise von 1976 in den USA außerdem eine große Rolle, im Vorfeld die Lebenszykluskosten zu berechnen, um die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes betrachten zu können und rechtzeitig mögliche energiesparende Maßnahmen einleiten zu können.⁶⁷ Diesbezüglich wurden von der National Bureau of Standards verschiedene Richtlinien erstellt um besonders die Bewertung von Energiesparmaßnahmen für öffentliche Gebäude zu ermöglichen und zu standardisieren. Bei diesen Berechnungen sollen die Anfangs- und Folgekosten einer Investition gegenüber gestellt werden, damit auch die Zahlungszeitpunkte berücksichtigt werden können, werden Diskontierungszinssätze und Kostensteigerungsansätze für fossile Brennstoffe vorgegeben.⁶⁸ Diese Berechnungen ermöglichen die relative Vorteilhaftigkeit verschiedener Alternativen zu bewerten und einzuschätzen, dabei handelt es sich allerdings nur um Schätzungen und nicht um tatsächliche Budgetplanungen.⁶⁹ In Deutschland stellt auch der „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung eine Grundlage zur LZK-Berechnung dar, da es keine einheitliche Grundlage für diese Berechnung gibt. Nach diesem Leitfaden wird die Barwertmethode zur Berechnung der einzelnen Kostengruppen und Teilbereiche genutzt, da die LZK-Berechnung eine Art Wirtschaftlichkeitsberechnung darstellt, läuft sie nach einem ähnlichen Verfahren ab.⁷⁰ Wichtig ist außerdem, alle benötigten Daten zu erheben, das betrifft die Baukosten und die Betriebskosten gleichermaßen. Diese Daten können dann sowohl aus den bereits genannten DIN Normen gezogen, oder vergleichende pauschal angenommene Durchschnittswerte zur Berechnung der Nutzungskosten erhoben werden.⁷¹

⁶⁴ Vgl. Hellerforth 2001, S. 359.

⁶⁵ Vgl. ebenda, S. 359.

⁶⁶ Vgl. BMUB 2016, S. 33.

⁶⁷ Vgl. Pelzeter 2006, S. 9.

⁶⁸ Vgl. ebenda, S. 10.

⁶⁹ Vgl. ebenda.

⁷⁰ Vgl. Zimmermann 2012, S. 16.

⁷¹ Vgl. ebenda.

In Anlage 2 wird ein Beispielschema dargestellt, um den Ablauf der Berechnungsmethode zu verdeutlichen. Die folgenden Angaben sind zur LZK-Berechnung folglich notwendig:

- Gebäude- und Nutzungsart
- Betrachtungszeitraum in Jahren
- Festlegung der Art des Umfangs, z.B. inkl./ exkl. Kosten für Rückbau und Entsorgung, inkl./ exkl. Einnahmen und Erlöse, inkl./ exkl. Förderungen
- Festlegung des Detaillierungsgrads der Kostenermittlung
- Herstellungs- und Nutzungskosten
- Festlegung des Kalkulationszinssatzes in Prozent
- Umgang mit der Mehrwertsteuer
- Quellen für rechnerische Nutzungsdauer der Bauteile
- Stundenverrechnungssätze für ausgewählte Dienstleistungen, z.B. Reinigung €/h
- Preise und Tarife für Energieversorgung, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung
- Jährliche Preissteigerung, ggf. getrennt für unterschiedliche Kostenarten.⁷²

Die Angabe des Betrachtungszeitraumes richtet sich nach der geplanten Lebensdauer der Immobilie. Diese kann je nach Bau- und Konstruktionsart unterschiedlich sein, aber laut des Leitfadens für nachhaltiges Bauen wurde dafür ein Richtwert von 50 Jahren festgelegt.⁷³ Werden alle diese Punkte genau betrachtet und dementsprechende Werte angenommen, kann die LZK-Berechnung relativ genau erfolgen. Es muss dennoch bewusst sein, dass es sich bei allen Angaben um Annahmen handelt und die LZK somit nur Näherungswerte sind und niemals die genauen Kosten widerspiegelt. Dennoch ist diese Annäherung ein wichtiger Bestandteil für jegliche Kalkulationen im Immobilienbereich, sowohl für Bauanliegen oder die Bewirtschaftung des Gebäudes.

Die Richtlinien und Normen die sich in Deutschland mit den Kosten im Bauwesen und in der Nutzungsphase beschäftigen sind, unter anderem die DIN 276 – Kosten im Bauwesen, die DIN 18960 Nutzungskosten im Hochbau, die HOAI, welche sich mit den Löhnen der Architekten und Ingenieure befasst und welche Kosten folglich für diese entstehen und die GEFMA 200, welche sich mit der Zuordnung von Kostengruppen beschäftigt. Doch dazu im folgenden Kapitel mehr.

⁷² Zimmermann 2012, S. 8.

⁷³ Vgl. ebenda, S. 8.

2.4 Richtlinien und Normen

Richtlinien und Normen sind auch im Immobilienbereich unerlässlich, wenn Einheitlichkeit geschaffen werden soll. Sie sind verpflichtende Empfehlungen, an die sich gehalten werden soll, um die Einheitlichkeit zu wahren, sie gelten als Ausdruck des technischen Standes.⁷⁴ Allerdings besteht kein direkter Zwang diese einzuhalten. Sie werden dennoch auch vor Gericht als Beurteilungsgrundlage hinzugezogen. Gäbe es keine Regeln, dann könnte jeder frei nach seinem Belieben bauen, auch die dafür anfallenden Kosten würden beliebig variieren, beziehungsweise immer mehr steigen, weil jeder immer mehr verdienen möchte. Daher sind Richtlinien und Normen von so großer Bedeutung, zum Schutz aller Beteiligten.

Regelwerke, Richtlinien und Normen gibt es viele, daher ist es wichtig zu wissen, welche Vorschriften und Empfehlungen für welche Bereiche anzuwenden sind. Im Folgenden werden einige Richtlinien und Normen, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind, näher erklärt und deren Anwendungsgebiete beleuchtet.

2.4.1 DIN 276 - Kosten im Bauwesen

Diese DIN-Norm bezieht sich, wie der Name schon sagt, auf die Kosten, welche im Bauwesen anfallen. Hierdurch wird die Kostenplanung im Bauwesen ermöglicht, ebenso wie die Gliederung und die Ermittlung bestimmter Kosten von Hochbauten, Ingenieurbauwerken, Freianlagen und sogar Verkehrsanlagen und deren Zusammenhänge im Projekt.⁷⁵ Diese DIN bezieht sich allerdings nur auf die Neubau-, Umbau- und Modernisierungskosten im Bauwesen von Gebäuden und deren Anlagen, nicht aber auf anfallende Nutzungskosten nach der Fertigstellung.⁷⁶ Mithilfe dieses Normentwurfes werden Begriffe und Grundsätze für die Kostenplanung im Bauwesen und Unterscheidungsmerkmale von Kostengruppen festgelegt und vereinheitlicht, um die Kostenplanung und Kostenermittlungen vergleichbarer zu machen.⁷⁷ Die Norm definiert außerdem im Vorfeld die wichtigen Begriffe, die zur Kostenermittlung notwendig sind, um die richtige Anwendung und das Verständnis über die Norm zu gewährleisten.⁷⁸ Größtmögliche Wirtschaftlichkeit, Kostensicherheit und -transparenz sind die Anforderungen, die an ein Bauprojekt gestellt werden. Daher soll die Norm es sich zum Ziel machen, die Einhaltung

⁷⁴ Vgl. wissenmedia GmbH 2011, S.548.

⁷⁵ Vgl. E DIN 276: 2017, S. 3.

⁷⁶ Vgl. ebenda.

⁷⁷ Vgl. ebenda.

⁷⁸ Vgl. ebenda, S. 4.

dieser Punkte zu vereinheitlichen und somit zu ermöglichen.⁷⁹ Kostenermittlungen finden in der Regel im Vorfeld eines Bauvorhabens statt und dienen der Finanzierungsüberlegung und zur Kostenkontrolle und -steuerung, um außerdem die passenden Entscheidungen für Planung, Vergabe und Ausführung zu treffen.⁸⁰ Die DIN 276 regelt im Detail die Art und Weise der Kostenermittlung und der dementsprechenden Dokumentation, um diese anzuerkennen, indem alle Schritte genauestens festgelegt werden und sämtliche Abweichungen vom vorgeschriebenen Schema detailliert begründet und nachgewiesen werden müssen, um Gültigkeit zu behalten. Das Schema, nach welchem die Kosten laut DIN-Norm berechnet werden, nennt sich Stufen der Kostenermittlung, diese gibt genau die einzelnen Schritte zur Berechnung der Kosten und deren Detaillierungsgrad vor.⁸¹ Diese 6 Stufen der Kostenermittlung lauten:

- Kostenrahmen
- Kostenschätzung
- Kostenberechnung
- Kostenvoranschlag
- Kostenanschlag
- Kostenfeststellung⁸²

Alle Stufen sind genau beschrieben und geben vor, wie sie jeweils zu handhaben sind, um die Norm zu erfüllen und somit gültig zu sein. Weitere entscheidende Punkte sind die Kostenkontrolle, die der Überwachung der Kostenentwicklung dient und die Grundlage für die Kostensteuerung darstellt, welche zielgerichtet die Beeinflussung der Kostenentwicklung und deren Einhaltung von Kostenvorgaben sicherstellt. Die Kostenvorgabe stellt die Grenzen der Kosten auf und hilft somit, diese zu sichern und mögliche Maßnahmen einzuleiten, für den Fall der Vorgabenüberschreitung. Die Kosten werden in der DIN 276 außerdem in acht Kostengruppen (KG) gegliedert und dabei in hunderter-Schritten dargestellt, wie es in der folgenden Aufzählung dargestellt ist:

- 100 Grundstück
- 200 Vorbereitende Maßnahmen
- 300 Bauwerk – Baukonstruktion
- 400 Bauwerk – Technische Anlagen
- 500 Außenanlagen
- 600 Ausstattung und Kunstwerke

⁷⁹ Vgl. E DIN 276: 2017, S. 6.

⁸⁰ Vgl. ebenda.

⁸¹ Vgl. ebenda, S. 8.

⁸² Vgl. ebenda, S. 8-10.

- 700 Baunebenkosten
- 800 Finanzierung⁸³

Diese acht Kostengruppen sind jeweils noch in die zweite und dritte Ebene untergliedert und somit detailliert beschrieben, um die genaue Zuordnung zu vereinfachen und zu spezifizieren.⁸⁴ Um den Aufbau der Kostengruppen etwas zu verdeutlichen, im Folgenden ein kurzer Auszug aus der Kostengruppe 100 Grundstück.

Tabelle 1: Auszug aus der Kostengruppe 100 der DIN 276⁸⁵

Kostengruppen (KG)		Anmerkungen
100	Grundstück	Kosten der für das Bauprojekt vorgesehenen Fläche eines oder mehrerer im Grundbuch und im Liegenschaftskataster ausgewiesenen Grundstücke; Dazu gehören die mit dem Grundstückserwerb verbundenen Nebenkosten sowie die Kosten für das Aufheben von Rechten und Belastungen.
110	Grundstückswert	Als Kosten ist der Verkehrswert (Marktwert) des Grundstücks und ggf. auch grundstücksgleicher Rechte (z. B. bei Erbbaurecht) zum Zeitpunkt der Kostenermittlung anzusetzen.
120	Grundstücksnebenkosten	Kosten, die im Zusammenhang mit dem Erwerb des Grundstücks entstehen
121	Vermessungsgebühren	Gebühren für die Grenzvermessung (z. B. Abmarkung, Grenzfeststellung, Teilungsvermessung) sowie für die Vermessung zur Übernahme in das Liegenschaftskataster; Die Kosten vermessungstechnischer Leistungen (z. B. Lageplan, Bauvermessung) gehören zur KG 745.
122	Gerichtsgebühren	Gebühren für die mit dem Grundstückserwerb verbundenen Eintragungen und Löschungen im Grundbuch
123	Notargebühren	Gebühren für die Aufstellung sowie die Abwicklung und den Vollzug des notariellen Kaufvertrags
124	Grunderwerbsteuer	Steuer für den Erwerb von unbebauten und bebauten Grundstücken sowie grundstücksgleichen Rechten
125	Untersuchungen	Untersuchungen zu Altlasten und zu deren Beseitigung, Baugrunduntersuchungen und Untersuchungen über die Bebaubarkeit, soweit sie zur Beurteilung des Grundstückswertes dienen

Hier wird deutlich, wie genau die einzelnen Kostengruppen und Untergruppen beschrieben sind, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen. Die Zuordnung der Kosten zur jeweiligen Kostengruppe ist der letzte Punkt der DIN 276. Sind alle Baukosten zugeordnet und Normgerecht berechnet, folgen die Nutzungskosten, die ein Gebäude nach seiner Fertigstellung hervorbringt. Diese Nutzungskosten und deren Berechnung werden im Folgenden in der DIN 18960 beschrieben.

⁸³ E DIN 276: 2017, S. 12.

⁸⁴ ebenda, S.12.

⁸⁵ ebenda, S. 13.

2.4.2 DIN 18960 - Nutzungskosten im Hochbau

Diese Norm dient der Planung der Nutzungskosten, sowie ihrer Ermittlung und Gliederung, sie ist ähnlich strukturiert, wie die DIN 276 und baut gewissermaßen auf ihr auf. Zu Beginn werden die wichtigen Begriffe, die zur Kostenermittlung von Nöten sind, definiert und daraufhin wird noch detailliert deren Anwendung beschrieben.⁸⁶ Der Grund der Nutzungskostenberechnung liegt in der Förderung von frühzeitigen alternativen Überlegungen in der Planung, um die Nutzungskosten im festgelegten Rahmen zu sichern und um Risiken zu vermeiden.⁸⁷ Auch bei der Erhebung von Nutzungskosten, sind eine genaue Dokumentation und die Befolgung der Norm von großer Bedeutung, um diese einheitlich und vergleichbar zu gestalten.⁸⁸ Nur so kann können Schlussfolgerungen aus den Berechnungen gezogen und dementsprechende Konsequenzen eingeleitet werden, um Risiken zu vermeiden und die Nutzungskosten so gering wie möglich zu halten.⁸⁹ Wie auch bei der Berechnung von Baukosten, gibt es bei der Nutzungskostenberechnung verschiedene Berechnungsstufen:

- Nutzungskostenrahmen
- Nutzungskostenschätzung
- Nutzungskostenberechnung
- Nutzungskostenanschlag
- Nutzungskostenfeststellung

Diese Schritte dienen der stufenweisen Detaillierung der Berechnungen, um möglichst genaue und realistische Ergebnisse zu erhalten. Auch in dieser Norm werden im Anschluss die Nutzungskosten in einzelne Kostengruppen untergliedert. In dieser Norm gibt es 4 Kostengruppen:

- 100 Kapitalkosten
- 200 Objektmanagementkosten
- 300 Betriebskosten
- 400 Instandsetzungskosten⁹⁰

⁸⁶ DIN 18960: 2008, S. 4-7.

⁸⁷ Vgl. ebenda, S. 5.

⁸⁸ Vgl. ebenda, S. 6.

⁸⁹ Vgl. ebenda, S. 6.

⁹⁰ DIN 18960: 2008, S. 7.

Auch diese sind in zweite und dritte Ebene unterteilt, um die Zuordnung zu vereinfachen und zu spezifizieren. Die DIN 276 und die DIN 18960 sind die Grundlage für eine Lebenszyklusberechnung.

2.4.3 VDI 6009 - Facility Management Anwendungsbeispiele aus dem Gebäudemanagement

Diese Richtlinie befasst sich intensiv mit den Begriffen Facility Management und dem Gebäudemanagement (GM). Zur Erstellung dieser Richtlinie wurde ein Mustergebäude bewirtschaftet, dabei handelte es sich um ein Verwaltungsgebäude mit Mischnutzung.⁹¹ Der einzige Nutzen dieses Objekts war es, die verschiedenen Aufgaben und Leistungen des Facility Managements und des Gebäudemanagements zu untersuchen und übungsweise zu durchlaufen, um die einzelnen Arbeitsschritte aufzuführen und erläutern zu können.⁹² Schließlich werden auch zu Beginn dieser Richtlinie bestimmte Begriffe definiert, so wie etwa, Facility Management, Gebäudemanagement oder auch Flächenmanagement. Außerdem werden Verbindungen zu anderen Richtlinien, Normen oder Vorschriften hergestellt, welche es sich empfiehlt zu kennen, um diese Richtlinie zu begreifen und anwenden zu können.⁹³ Zunächst werden die Aufgaben des Gebäudemanagements genauer erläutert und aufgeschlüsselt, um diese zu verstehen und nachzuvollziehen.⁹⁴ Hierbei geht es auch um die Anforderungen der Nutzer, für diese wird das Gebäudemanagement schließlich durchgeführt. Dabei handelt es sich beispielsweise um Sauberkeit, Sicherheit, aber auch kaufmännische Aufgaben, wie Ressourcenplanung und Abrechnungen.⁹⁵ Alle in dieser Richtlinie aufgeführten Methoden und Erkenntnisse entstanden aus dem bereits erwähnten Musterobjekt. Dieses wurde in der Richtlinie auch nochmals genauer beleuchtet und jedes Detail über das Grundstück, das Gebäude und dessen Wert, sowie dessen Nutzungsbereiche dargestellt und erläutert.⁹⁶ Auch das Projekt an sich wurde nochmals genau beschrieben, das bedeutet, wie das Gebäudemanagement im Mustergebäude abgelaufen ist und welche Vorüberlegungen es gegeben hat. Alle Vorgehensweisen und Ergebnisse wurden genau analysiert und dokumentiert und durch diese Richtlinie für andere nutzbar gemacht.⁹⁷ Auch die anfallenden Kosten wurden dokumentiert und sind nun als vergleichbare Kennzahlen für

⁹¹ Vgl. VDI 6009, S. 2.

⁹² Vgl. ebenda.

⁹³ Vgl. ebenda, S. 8- 14.

⁹⁴ Vgl. ebenda, S. 8- 14.

⁹⁵ Vgl. ebenda, S. 8- 14.

⁹⁶ Vgl. ebenda, S. 15-31.

⁹⁷ Vgl. ebenda, S. 31-44.

ähnliche Objekte nutzbar, beziehungsweise als Richtwerte für pauschale Annahmen.⁹⁸ Diese Richtlinie bietet folglich ebenfalls eine Grundlage für die LZK-Berechnung und ist generell im FM Bereich von großem Nutzen.

2.4.4 GEFMA 100 - FM Grundlagen und Leistungsspektrum

Die GEFMA 100 befasst sich ebenfalls mit dem FM und definiert dieses nach dem Stand von Wissenschaft und Forschung, sowie dem Verständnis von mitwirkenden Marktteilnehmern.⁹⁹ Diese Richtlinie zielt darauf ab, das Verständnis von FM zu festigen und mithilfe von neu gewonnenen Erkenntnissen und Erfahrungen den Begriff des FM zu prägen.¹⁰⁰ Die GEFMA 100 ist in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil befasst sich damit die Grundlagen zu vermitteln und der zweite Teil stellt ein mögliches Leistungsspektrum des FM dar.¹⁰¹ Zu Beginn werden die Fragen geklärt, wem das FM zu Nutzen kommt und welche Grundsätze dafür aufgestellt wurden. Zugleich werden FM spezifische Begriffe erläutert und in verschiedene Kategorien unterteilt, um diese verständlicher zu machen.¹⁰² Des Weiteren wird strikt zwischen FM und GM unterschieden und es wird ein fester Bezug zum Lebenszykluskonzept dargestellt und in neun Phasen gegliedert. Diesbezüglich werden die Aufgaben des FM in jeder Phase des Lebenszyklus veranschaulicht.¹⁰³ Ebenso wird auf die verschiedenen Anwendungsbereiche des FM eingegangen, wie beispielsweise bei selbstnutzenden Eigentümern, oder bei gewerblichen Vermietern usw., hierbei werden die verschiedenen Anforderungen der unterschiedlichen Anwendungsgebiete verdeutlicht.¹⁰⁴ Es wird außerdem noch die Verknüpfung des FM mit der Gesetzgebung hervorgehoben, da so viele Richtlinien und Gesetze rund um das FM existieren, wird geschlussfolgert, dass das FM und öffentlichrechtliche Belange im Einklang zueinander stehen.¹⁰⁵ Der Zweite Teil der GEFMA 100 soll den FM-Anwender dabei unterstützen, aus einer vorgegebenen Leistungspalette die richtigen Serviceleistungen für ein anwendungsspezifisches FM, speziell für seinen Standort auszuwählen.¹⁰⁶ Diesem Teil der GEFMA 100 liegt ein Anhang bei, welcher es dem Anwender

⁹⁸ Vgl. VDI 6009, S. 39.

⁹⁹ Vgl. GEFMA 100-1, S. 1.

¹⁰⁰ Vgl. ebenda, S. 1.

¹⁰¹ Vgl. ebenda, S. 1.

¹⁰² Vgl. ebenda, S. 1-5.

¹⁰³ Vgl. ebenda, S. 5-9.

¹⁰⁴ Vgl. ebenda, S. 10.

¹⁰⁵ Vgl. ebenda, S. 11.

¹⁰⁶ Vgl. GEFMA 100-2, S. 1.

möglich macht, für ihn zutreffende oder nichtzutreffende Leistungen anzukreuzen und somit diese in Kategorien zu unterteilen:

- Leistung ist für den beabsichtigten FM-Anwendungsfall nicht erforderlich oder wird außerhalb und unabhängig vom FM erbracht
- Leistung ist erforderlich und soll als FM-Eigenleistung erbracht werden
- Leistung ist erforderlich und soll als FM-Fremdleistung erbracht werden¹⁰⁷

Dies soll allerdings nicht als Maßgabe für eine organisatorische Zuordnung verstanden werden, daher soll eine geplante Eigenleistung in eine Aufbauorganisation übertragen werden und die als FM-Fremdleistung ausgewiesenen Leistungen in ein Leistungsverzeichnis überführt werden, worauf eine Ausschreibung und Vergabe erfolgt.¹⁰⁸ Weiterhin wird in der Richtlinie beschrieben, wie die Ergebnisse und deren Qualität am besten zu kontrollieren sind und wie Abläufe optimiert werden können, beispielsweise durch das Zusammenfassen von Einzelleistungen.¹⁰⁹ Außerdem soll das FM in den frühen Lebenszyklusphasen schon einbezogen werden, um bestmögliche Ergebnisse für die Bewirtschaftung erzielen zu können.¹¹⁰ Weiterhin wird die Vergütung von Leistungen angesprochen und verdeutlicht, dass sich an bereits existierende Verordnungen zu halten ist, bzw. die Vergütung gesondert zu verhandeln und vertraglich festzuhalten ist.¹¹¹ Nachfolgend wird in der Richtlinie die Strukturierung des FM bezüglich des Lebenszyklus beschrieben und Detaillierungsmöglichkeiten angegeben, sowie zitierte und unterstützende Richtlinien und Normen aufgeführt, die zur Erstellung der GEFMA 100 beigetragen haben.¹¹² Schließlich folgt eine Reihe von Anhängen, die zur Anwendung der beschriebenen Maßnahmen notwendig sind und die Auswahl des passenden FM für den Anwender erleichtern sollen, wie beispielsweise der Bogen zur Kategorisierung der FM-Leistung in Eigenleistung, Fremdleistung und nicht erforderliche Leistungen, welches ein hilfreiches und unterstützendes Element zur Auswahl der passenden FM-Leistungen darstellt.¹¹³

¹⁰⁷ GEFMA 100-2, S. 1.

¹⁰⁸ Vgl. ebenda, S. 1.

¹⁰⁹ Vgl. ebenda, S. 2.

¹¹⁰ Vgl. ebenda, S. 2.

¹¹¹ Vgl. ebenda, S. 2.

¹¹² Vgl. ebenda, S. 2-4.

¹¹³ Vgl. ebenda, S. 5-36.

2.4.5 GEFMA 200 - Kosten im Facility Management

Die GEFMA 200 befasst sich mit den Kosten für das gesamte FM und ist die erste Richtlinie, welche die Kosten lebenszyklusübergreifend darstellt und gliedert.¹¹⁴ Diese Richtlinie ist sozusagen die Kostengliederungsstruktur als Ergänzung zur GEFMA 100, dadurch wird eine Einheitlichkeit der Strukturen von Leistungen und Kosten erreicht.¹¹⁵ Außerdem stützt sich diese Richtlinie an die DIN 276 und die DIN 18960, somit wird eine Einheitliche Struktur geschaffen und es findet eine stetige Verbesserung und Neuerung der Normen und Richtlinien statt, da diese immer wieder bearbeitet werden.¹¹⁶ Die Richtlinie gibt Vorschläge, wie Kosten verarbeitet werden können, im Hinblick auf:

- Die Entwicklung einer Lebenszykluskostenrechnung
- Die Entwicklung einer Prozesskostenrechnung
- Weitere punktuelle oder temporäre Analysen mit Anwendung eines noch tiefer gehenden Prozessnummernsystems
- Benchmarking¹¹⁷

In dieser Richtlinie werden Begriffe, die sich auf Kosten beziehen, definiert, wie Nutzungskosten, Projektkosten und einige weitere.¹¹⁸ Daraufhin wird der Aufbau der Gliederungsstruktur erklärt und es werden Detaillierungsmöglichkeiten aufgezählt, die die Kostenstruktur noch genauer unterteilen.¹¹⁹ Es wird außerdem sehr viel Wert auf Einheitlichkeit auch in Bezug auf andere Richtlinien und Normen gelegt, um Missverständnisse und Verwirrung, so gut es geht, zu unterbinden. Diese Einheitlichkeit wird nochmals erläutert. Um die Einheitlichkeit möglich zu machen, sind bereits bestehende Normen integriert worden, auf deren Struktur und Inhalt in der GEFMA 200 eingegangen wurde. Dies trägt dazu bei, Möglichkeiten zur Erweiterung der DIN 276 und DIN 18960 vorzugeben.¹²⁰ Schließlich gibt die GEFMA 200 noch die Verarbeitung der Kosten in einer Lebenszyklusabrechnung vor und erläutert somit die Berechnung und den eigentlichen Hintergrund dieser Richtlinie, Kosten zu gliedern und so zu vereinheitlichen, dass das Verständnis über Kostengruppen und -gliederung beibehalten werden kann.¹²¹

¹¹⁴ Vgl. GEFMA 200, S. 1.

¹¹⁵ Vgl. ebenda, S. 1.

¹¹⁶ Vgl. ebenda, S. 1.

¹¹⁷ GEFMA 200, S. 1.

¹¹⁸ Vgl. ebenda, S. 1-2.

¹¹⁹ Vgl. ebenda, S. 2-3.

¹²⁰ Vgl. ebenda, S. 3-4.

¹²¹ Vgl. ebenda, S. 4.

2.4.6 Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR)

Die Arbeitsstättenverordnung gibt vor, wie ein Arbeitgeber die Arbeitsstätten in Bezug auf die Sicherheit, den Schutz und die Gesundheit der Arbeitnehmer einzurichten und zu betreiben hat.¹²² „Die Technischen Regeln für Arbeitsstätten“, auch Arbeitsstättenrichtlinien (ASR) genannt, dienen der Konkretisierung der Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung.¹²³ Zuerst wird in der ArbStättV definiert, für welche Arbeitsstätten welche Paragraphen zutreffen und wie sich die unterschiedlichen Arbeitsstätten auszeichnen, um diese unterscheiden zu können und die passenden Regelungen für die entsprechenden Arbeitsstätten anwenden zu können.¹²⁴ Daraufhin werden verschiedene Begrifflichkeiten erläutert und definiert, wie sich Arbeitsstätten allgemein auszeichnen und welche Bereiche dazu zählen.¹²⁵ Auch Unterschiede zwischen Arbeitsräumen und Arbeitsplätzen, sowie viele weitere Begrifflichkeiten werden genau definiert, um eine einwandfreie Anwendung der Verordnung zu ermöglichen.¹²⁶ In den darauffolgenden Paragraphen, ab §3 werden die Regeln für den Arbeitgeber dargestellt und es wird vermittelt, dass der Arbeitgeber sich in der Verantwortung befindet, ein sicheres Arbeitsumfeld für seine Angestellten zu schaffen.¹²⁷ Ihm wird daher genau erläutert, wie man mögliche Gefahren und Sicherheitsmängel durch die sogenannte Gefährdungsbeurteilung erkennt.¹²⁸ In den Paragraphen 3a und 4 wird beschrieben, wie ein Arbeitsplatz eingerichtet und bewirtschaftet werden soll, damit von diesem keine Gefahren ausgehen und welche besonderen Anforderungen vorliegen um stets die größtmögliche gesundheitliche Sicherheit für die Angestellten zu gewährleisten.¹²⁹ Auch der Nichtraucherchutz spielt eine Rolle in dieser Verordnung, nicht aber seinen Angestellten das Rauchen zu verbieten, sondern vielmehr Maßnahmen festzulegen, um die nicht rauchenden Angestellten vor dem Tabakrauch zu schützen.¹³⁰ Weiterhin ist es wichtig die Arbeitnehmer immer ausreichend und angemessen über die möglichen Gefahren am Arbeitsplatz zu informieren, dies geschieht am besten anhand der Gefährdungsbeurteilung aus §3.¹³¹ Die Verordnung beschreibt weiterhin die Bildung des zentralen Ausschusses für Arbeits-

¹²² Vgl. ArbStättV 2016, §1.

¹²³ Vgl. ASR A1.6, S.2.

¹²⁴ Vgl. ArbStättV 2016, §1.

¹²⁵ Vgl. ebenda, §2.

¹²⁶ Vgl. ebenda, §2.

¹²⁷ Vgl. ebenda, §3.

¹²⁸ Vgl. ebenda, §3.

¹²⁹ Vgl. ebenda, §§3a und 4.

¹³⁰ Vgl. ebenda, §5.

¹³¹ Vgl. ebenda, §6.

stätten und dessen Aufgaben, wie die Ermittlung und Erstellung von Regeln und Kenntnissen zum Arbeitsschutz, um stets auf dem aktuellen Stand der Technik zu sein.¹³² In §9 wird auch auf die Konsequenzen der Nichteinhaltung dieser Verordnung hingewiesen, da es sich bei vorsätzlicher oder fahrlässiger Missachtung der Vorgaben um Straftaten oder Ordnungswidrigkeiten handelt.¹³³ Die ASR dienen der genaueren Erläuterung zu den einzelnen Punkten in der Verordnung, sie werden vom Ausschuss für Arbeitsstätten ermittelt und angepasst und daraufhin vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales veröffentlicht.¹³⁴ Sie helfen also die Vorschriften anhand dieser Regeln umzusetzen und geben dem Arbeitgeber mehr Sicherheit, sodass er davon ausgehen kann, der Verordnung über Arbeitsstätten gerecht zu werden, insofern er die technischen Regeln der Arbeitsstätten anwendet und erfüllt.¹³⁵

Für diese Arbeit sind besonders die ASR A1.6 Fenster, Oberlichter, lichtdurchlässige Wände; ASR A1.7 Türen und Tore sowie ASR V3a.2 Barrierefreie Gestaltung von Arbeitsstätten, vorrangig interessant.

2.4.7 Energieeinsparverordnung - EnEV

Die EnEV wurde 2014 das letzte Mal novelliert und seitdem fordert diese Verordnung von Neubauten oder sanierten Bestandsbauten eine nachweisbare Energieeffizienz und demzufolge Energieausweise, um dies zu belegen.¹³⁶ Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gemacht, bis zum Jahr 2050 den Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland nahezu klimaneutral zu gestalten.¹³⁷ Um dieses Vorhaben zu unterstützen wurden in der EnEV eine Vielzahl an Vorschriften festgelegt, welche bei Neubauten und Grundsaniierungen von Bestandsgebäuden zwingend eingehalten werden müssen.¹³⁸ Neben diesen Vorschriften möchte die Bundesregierung weitere Anreize für Bauherren schaffen, um diese Vorhaben zu erfüllen, wie zum Beispiel durch eine intensive Förderpolitik.¹³⁹ Zur Vereinfachung dieser und beteiligter Vorschriften, wie etwa das damit einhergehende Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), welches für Neubauten gilt, werden die Vorschriften aktuell gehalten und nach Möglichkeit vereinfacht und zusammengeführt. Neuesten Informationen zufolge soll 2018 das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) in Kraft treten, welches voraussichtlich die Verordnungen und Gesetze zur Energieeinsparung vereinen und novellieren soll, um dies zu vereinfachen und auf dem neusten Stand

¹³² Vgl. ArbStättV §7.

¹³³ Vgl. ebenda §9.

¹³⁴ Vgl. ASR A1.6 S.1.

¹³⁵ Vgl. ebenda S.1.

¹³⁶ Vgl. Tuschinski 2018a, S.4.

¹³⁷ Vgl. EnEV 2014, §1.

¹³⁸ Vgl. ebenda, §1.

¹³⁹ Vgl. ebenda, §1.

zu halten.¹⁴⁰ Die EnEV ist wie die meisten Verordnungen aufgebaut, zu Beginn werden der Zweck und die Anwendungsbereiche beschrieben und darauf folgt eine Begriffsbestimmung, um die genaue Anwendung der Verordnung zu gewährleisten.¹⁴¹ Im zweiten Abschnitt werden die Anforderungen beschrieben, welche es zu erfüllen gilt, in erster Linie geht es hierbei um Neubauten, einerseits von Wohngebäuden, aber auch Nichtwohngebäuden.¹⁴² Des Weiteren folgen Hinweise zu Strom aus erneuerbaren Energien, Dichtheit des Gebäudes und die Mindestluftwechselrate, sowie Informationen zum Wärmeschutz, Wärmebrücken und Andere.¹⁴³ Der Abschnitt drei befasst sich dahingegen mit der Sanierung von Bestandsgebäuden und welche Vorschriften es hierbei zu beachten gilt, um der Verordnung gerecht zu werden.¹⁴⁴ Im Abschnitt 4 folgen dann genauere Erläuterungen zu den technischen Anlagen, also zu Heiz- und Kühlanlagen, Raumlufttechnik und zur Warmwasserversorgung. Dabei wird beschrieben, wie diese Anlagen in Betrieb zu nehmen sind und welche Aufgaben sie erfüllen, sowie deren Wirkungsweise unter den gegebenen Anforderungen.¹⁴⁵ Das Thema Energieausweis und Verbesserung der Energiebilanz wird im fünften Abschnitt näher beleuchtet, dabei wird darauf eingegangen, auf welcher Datengrundlage dieser Ausweis erstellt wird, wofür dieser benötigt wird und wie man mit dessen Hilfe die Energiebilanz nachhaltig verbessern kann.¹⁴⁶ Im darauffolgenden Abschnitt werden allgemeine Regeln und Ordnungswidrigkeiten dargestellt und deren Einhaltung, beziehungsweise Konsequenzen der Nichteinhaltung beschrieben, sowie die Erläuterung der Vorschriften, bei Mischnutzung von Gebäuden. Hierbei wird deutlich, dass der Bauherr immer in der Pflicht ist die Einhaltung der Vorschriften zu kontrollieren.¹⁴⁷ Schlussendlich werden im letzten Abschnitt Übergangsvorschriften geregelt und wie diese zu handhaben sind.¹⁴⁸

¹⁴⁰ Vgl. Tuschinski 2018b, S. 4.

¹⁴¹ Vgl. EnEV 2014 §§ 1 - 2.

¹⁴² Vgl. ebenda, §§ 3 - 4.

¹⁴³ Vgl. ebenda, §§ 4 - 6.

¹⁴⁴ Vgl. ebenda, §§ 8 - 12.

¹⁴⁵ Vgl. ebenda, §§ 13 - 15.

¹⁴⁶ Vgl. ebenda, §§ 16 - 21.

¹⁴⁷ Vgl. ebenda, §§ 22 - 27.

¹⁴⁸ Vgl. ebenda, §§ 28 - 31.

3 Bewertung von Gebäudebauteilen nach FM-Kriterien

Eine Immobilie ist ein komplexes Bauwerk, welches aus einer Vielzahl verschiedener Materialien und Bauteilen besteht, welche alle Auswirkungen auf die Bewirtschaftung dessen haben. Daher ist es von großer Bedeutung schon in der Entwicklungsphase einen Facility Manager zu Rate zu ziehen, um die Bauteile der Nutzung entsprechend auszuwählen. Da es unzählige Größen, Formen und Materialien gibt, ist es umso schwerer die Richtige Wahl für das Gebäude zu treffen, diese sollte also wohl überlegt sein. In dieser Arbeit wird besonders Wert auf Fenster und Türen gelegt. Diese werden im Folgenden näher beleuchtet und nach FM-Kriterien, wie die Reinigung und Instandhaltung, Sicherheit, Material und weitere Kriterien bewertet. Andere ausschlaggebende Bauteile wie Böden, Decken oder Wände, um nur einige zu nennen, können in ähnlichen weiterführenden Arbeiten behandelt werden. Aufgrund des begrenzten Umfangs wurde in dieser Arbeit auf die Beschreibung weitere Bauteile verzichtet.

3.1 Fenster

Fenster sind ein wichtiger Bestandteil von Gebäuden. Zur natürlichen Belichtung und Belüftung von Innenräumen sind sie unerlässlich, außerdem regeln sie den Ein- und Ausblick, beispielsweise stellt der Meerblick häufig einen besonderen Mehrwert dar.¹⁴⁹ Es gibt Fenster in verschiedenen Größen, Formen, Öffnungsarten und Materialien, welche alle ihre Vor- und Nachteile haben. Die Größe der Fenster ist ebenso entscheidend, da große Fenster einerseits zwar eine Menge Tageslicht liefern, andererseits allerdings auch zu hohem Energieverlust führen, denn transparente Flächen, wie Glas, haben eine geringere Dämmwirkung, als geschlossene Wandflächen.¹⁵⁰ Das Material aus dem ein Fensterrahmen besteht ist zum einen entscheidend für die Investitionshöhe, da das Material und die Verarbeitung zum größten Teil den Preis bestimmen, aber auch zum anderen für die Betriebs- und Verwertungsphase sehr interessant. Die Ansprüche des Bauherrn bestimmen somit die Art und den Aufbau des Fensters, die Planer haben dabei die Aufgabe die Bauteile den Wünschen des Bauherrn entsprechend anzupassen und diesen zur geeigneten Auswahl zu beraten. Die folgenden Abschnitte liefern Informationen zu verschiedenen Materialien, Bauarten und Verglasungen, sowie zu Reinigungs- und Instandhaltungsthematiken.

¹⁴⁹ Vgl. Neufert 2009, S.109.

¹⁵⁰ Vgl. ebenda, S.109.

3.1.1 Auswahl und Haltbarkeit des Materials

Hierbei geht es neben der Verglasung zum größten Teil um die Rahmen der Fenster und aus welchem Material sie bestehen, wie beständig das Material ist und wie es verarbeitet wurde. Betrachtet man die Baustoffe aus ökologischer Sicht, sind alle gewissermaßen bedenklich, ob in der Herstellung oder in der Verwertung. Aufgrund der Knappheit von einheimischen Hölzern sind diese ökologisch gesehen nur bedingt zu empfehlen und es ist darauf zu achten, dass die Hölzer aus zertifizierter ökologischer Forstwirtschaft stammen.¹⁵¹ Aber auch die Verwendung exotischer Hölzer trägt zur Zerstörung der klimanotwendigen Regenwälder bei und belastet nachweislich die Umwelt.¹⁵² Rahmen aus Aluminium zu fertigen hat einen hohen Energieaufwand bei der Herstellung.¹⁵³ Ebenso wie Kunststoffrahmen, bei diesen kommt noch die umstrittene Nutzung und Entsorgung bei der Betrachtung hinzu, da womöglich giftige Dämpfe austreten und Kunststoff auch in der Entsorgung nicht problemlos ist.¹⁵⁴ Auch Stahl fordert einen hohen Energieaufwand in der Herstellung und ist aufgrund seiner guten wärmeleitenden Eigenschaften aus energetischer und bauphysikalischer Sicht ungeeignet, bietet aber in mancher Hinsicht höhere Sicherheit.¹⁵⁵ Folglich gibt es keine eindeutige Präferenz für ein bestimmtes Material. Bei sachgemäßer Verarbeitung und Konstruktion der einzelnen Werkstoffe, sind diese von ihrer Qualität nahezu gleichwertig.¹⁵⁶ Im Jahr 2010 wurden in etwa 12,6 Millionen Fenster hergestellt, anteilig waren davon 56% Kunststofffenster, 22% aus Aluminium, 18% aus Holz und die weiteren Anteile verteilen sich auf die sogenannten Verbundwerkstoffe, wie Holz-Aluminium oder Kunststoff-Aluminium-Fenster, sowie Stahlfenster.¹⁵⁷ Vielmehr kommt es bei der Materialauswahl auf die jeweilige Nutzung und spezifischen Rahmenbedingungen des Einzelfalls an, um das passende auszuwählen.¹⁵⁸ Im Folgenden wird auf die verschiedenen Materialien genauer eingegangen.

Zunächst wird der Werkstoff Holz näher beleuchtet. Hölzer unterscheiden sich sehr untereinander, es kommt auf die Struktur und das Gewicht an und jedes hat seine jeweiligen Vor- und Nachteile. Fichtenholz ist ein sehr leichtes, nicht sehr dauerhaftes und pflegebedürftiges Holz. Tannenholz ist der Fichte sehr ähnlich und häufig sehr astreich. Kiefernholz wiederum ist im Kern durchaus Hart und anfällig für Bläuepilzbefall und neigt

¹⁵¹ Vgl. Arwed 2000, S. 193.

¹⁵² Vgl. ebenda, S. 193.

¹⁵³ Vgl. Niemz 2011, S.4.

¹⁵⁴ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

¹⁵⁵ Vgl. ebenda.

¹⁵⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 27.

¹⁵⁷ Vgl. ebenda, S. 27.

¹⁵⁸ Vgl. Arwed 2000, S. 193.

außerdem zu Harzfluss.¹⁵⁹ Das Holz der Lärche ist sehr standfest und beständig, anders als die Douglasie, welche eher der Fichte oder Tanne ähnelt, aber etwas zäher ist.¹⁶⁰ Dagegen ist Eichenholz mittelschwer bis schwer, hart und daher sehr dauerhaft, somit sicher gegen Holzschädlinge und Schwammbefall.¹⁶¹ Die Esche ist hart, zäh und elastisch und es gibt auf dem Markt nur ein geringes Angebot, wie auch von der Ulme, welche hart, fest und langfasrig ist.¹⁶² Erle, Akazie und Obstbaumsorten sind ebenfalls zum Fensterrahmenbau geeignet, allerdings sind diese Holzsorten nur selten am Markt zu finden.¹⁶³ Bei der Verarbeitung von Hölzern zu Fensterrahmen ist zu beachten, dass diese möglichst offenporig zu lasieren, beziehungsweise zu tränken sind.¹⁶⁴ Lasuren sind dafür zuständig, das Material vor mechanischer Beanspruchung zu schützen und Witterungs- und Chemikalieneinflüsse zu mindern. Es soll die Wasseraufnahme einschränken aber einen Feuchteaustausch garantieren und gleichzeitig eine farbliche Gestaltung ermöglichen, um die Behaglichkeit zu unterstützen. Die Lebensdauer der Hölzer ist verschieden. Weichhölzer haben eine durchschnittliche Nutzungsdauer von 35 Jahren, während Hartholzfenster eine Lebensdauer von etwa 70 Jahren haben.¹⁶⁵ Die Nutzungsdauer ist natürlich auch abhängig, vom gegebenen Pflegeaufwand der investiert wird, um die Fenster gut zu erhalten und kann je nach Aufwand variieren.¹⁶⁶ Auf tropische Hölzer wie Afzelia, Brasilkiefer, Makore, Meranti, Sapeli, Sipo, Teak und Oregonpinie, sollte aufgrund des Raubbaus und der Schäden für die Umwelt aus ökologischer Sicht verzichtet werden, sofern diese nicht nachweislich aus geordnetem zertifiziertem forstwirtschaftlichem Anbau stammen.¹⁶⁷ In einigen Gebieten Deutschlands wurden sogar Verbote ausgesprochen tropische Hölzer zu verwenden. Diese Verbote gelten zwar nicht für den privaten Bauherrn, es empfiehlt sich aber dies als Vorbild zu nehmen.¹⁶⁸ Fällt die Entscheidung doch auf tropische Hölzer, sollten sie offenporig getränkt werden und dies sollte optimal auf die Holzsorte angepasst werden. Die Lebensdauer dieser Hölzer und somit die, der aus diesem Material gefertigten Fensterrahmen, liegt durchschnittlich bei 40 bis 45 Jahren.¹⁶⁹ Die Entsorgung von Holzrahmen ist für das Ökosystem unbedenklich, insofern keine unerlaubten, schadstoffreichen Lasuren verwendet wurden.

¹⁵⁹ Vgl. ebenda, S. 193.

¹⁶⁰ Vgl. Arwed 2000, S. 193.

¹⁶¹ Vgl. DGFH 2000, S. 6.

¹⁶² Vgl. ebenda.

¹⁶³ Vgl. Arwed 2000, S. 193.

¹⁶⁴ Vgl. ebenda.

¹⁶⁵ Vgl. ebenda.

¹⁶⁶ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

¹⁶⁷ Vgl. ebenda.

¹⁶⁸ Vgl. Arwed 2000, S. 194.

¹⁶⁹ Vgl. ebenda.

Zur Auswahl des richtigen Holzes für den Fensterbau lässt sich sagen, dass es möglichst gleichmäßig gewachsen sein sollte, in großen Abmessungen zur Verfügung steht und über möglichst wenig Äste verfügt.¹⁷⁰ Weiterhin sollte es besonders robust gegenüber Pilzen, Insekten und Witterungseinflüssen sein, sowie widerstandsfähig gegen mechanische Einflüsse.¹⁷¹ Des Weiteren sollte das Holz eine gewisse Festigkeit aufweisen, sich aber dennoch gut bearbeiten, streichen und lasieren lassen.¹⁷² Die DIN EN 350-2 bietet eine Unterteilung der Hölzer in natürliche Beständigkeitsklassen, welche sich hauptsächlich auf zerstörende Pilze bezieht.¹⁷³ Eine Vielzahl der Rahmenhölzer werden aus Schichtholz, aufgrund der Formstabilität hergestellt. Hierfür wurde die Richtlinie „Lamellierung von Profilen für Holzfenster“ vom Institut für Fenstertechnik in Rosenheim erstellt.¹⁷⁴ Das Material Holz besticht im Fensterbau also nicht nur durch seine ansprechende Optik, sondern bei der richtigen Pflege auch durch Beständigkeit und Langlebigkeit. Allerdings besteht ein erhöhter Pflege- und Instandhaltungsaufwand, welcher nicht vernachlässigt werden sollte, da die Rahmen sonst frühzeitig verschleifen und sich die Lebensdauer erheblich verkürzen kann.

Kunststofffenster sind auf dem Markt häufig vertreten. Die meisten werden aus thermoplastischem, hochschlagzähem PVC (Polyvinylchlorid) durch so genanntes Extrudieren geformt, somit wird das Material zu Blendrahmen und Flügeln verarbeitet und daraufhin im so genannten Schweißspiegelverfahren verbunden.¹⁷⁵ Häufig wird gerade bei größeren Fenstern eine Armierung der Profile mit Stahlblechen durchgeführt, um die Stabilität dieser zu erhöhen.¹⁷⁶ Fenster aus PU (Polyurethan) werden zu massiven Hartschaumprofilen polymerisiert und an der Oberfläche zu einer glatten Haut verdichtet. Auch hier werden Metallprofile zur Stabilisierung verwendet.¹⁷⁷ Bei Fensterprofilen aus Kunststoff muss bei der Montage unbedingt die hohe Wärmeausdehnung des Kunststoffes beachtet werden. Mit Temperaturänderungen gehen beim Kunststoff auch Längenänderungen der Profile einher, was es notwendig macht, die Metallarmierungen in jeder Kunststoffschweißnaht etwa 10 Millimeter kürzer zu verbauen, als die Kunststoffprofile, weil Metall und Kunststoff unterschiedlichen Wärmeausdehnungen unterliegen.¹⁷⁸ Der Marktanteil von PVC-Fenstern liegt bei etwa 50%, was wohl an deren guter Wärmedämmung liegt, da Kunststoff ein schlechter Wärmeleiter ist, sowie an der verhältnismäßig günstigen

¹⁷⁰ Vgl. Benitz-Wildenburg o.A., S.7.

¹⁷¹ Vgl. Benitz-Wildenburg o.A., S.7.

¹⁷² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 31.

¹⁷³ Vgl. ebenda, S. 31.

¹⁷⁴ Vgl. ebenda, S. 31.

¹⁷⁵ Vgl. ebenda, S. 29.

¹⁷⁶ Vgl. Bundesverband ProHolzfenster 2003, S.1.

¹⁷⁷ Vgl. Arwed 2000, S. 194.

¹⁷⁸ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 29-30.

Anschaffung und dennoch langen Lebensdauer von etwa 40 Jahren.¹⁷⁹ Es existieren zudem Recyclingverfahren, die es ermöglichen, die Kunststoffe wieder zu verwenden. Werden sie allerdings wieder zum Fensterbau genutzt, ist die Zugabe von Schlagzähkonzentrat notwendig, um die notwendige Schlagzähigkeit wieder zu erreichen. Aktuell ist es allerdings nicht die Regel den Kunststoff zu recyceln, meist wird er auf Verbrennungsanlagen vernichtet.¹⁸⁰ In Hinsicht auf das Aussehen dieser Profile schneiden sie allerdings im Vergleich zu Holz oder Aluminiumprofilen eher mäßig ab.

Fenster aus Aluminium werden auf dem Markt auch immer gefragter, dies liegt wohl an der guten Witterungsbeständigkeit, der leichten Verarbeitbarkeit, der Fugendichtheit und der recht hohen mechanischen Belastbarkeit dieser Profile.¹⁸¹ Sie haben eine durchschnittliche Nutzungsdauer von bis zu 60 Jahren und sind daher recht langlebig.¹⁸² Außerdem sind sie recht beliebt aufgrund ihres dekorativen Aussehens. Im Vergleich zu Kunststoffprofilen sind sie allerdings eher preisintensiv.¹⁸³ allerdings werden, wie schon erwähnt, bei der Herstellung Schwermetallemissionen freigesetzt, wodurch eine Belastung für die Umwelt entsteht.¹⁸⁴ Außerdem ist ein enormer Energieaufwand (rund 200.000 kWh/m³) bei der Produktion von Nöten, welches eine zusätzliche ökologische Belastung darstellt.¹⁸⁵ Da Aluminium allein ein guter Wärmeleiter ist, macht es den Einsatz von glasfaserverstärkten Polyamid-, oder Polyethylen-Isolierstegen notwendig. Dadurch erreicht das Profil den Wärmedämmwert von Isolierglasscheiben (Wärmedurchgangskoeffizient von 3,0W/(m²K)), die Stege unterbrechen den Wärmefluss und sorgen somit für eine bessere Wärmedämmung.¹⁸⁶ Üblich hierbei ist das Dreikammer-System, hier bilden die Außenschale, das Mittelstück, welches mit den Isolierstegen bestückt ist und die Innenschale jeweils eine eigene Kammer.¹⁸⁷ Die sonst übliche Tauwasserbildung an der raumseitigen Fensteroberfläche wird durch die 10°-Isotherme innerhalb des Profils abgeleitet und bietet somit ein angenehmes Raumklima.¹⁸⁸ Die Oberfläche der Profile kann durch die sogenannte Tauchfärbung oder auch durch eine Pulverbeschichtung vor anodischer Oxidation geschützt werden und dies bietet gleichzeitig auch farbliche Gestaltungsmöglichkeiten.¹⁸⁹ Sind die Profile mit einer farbigen

¹⁷⁹ Vgl. ebenda, S. 29.

¹⁸⁰ Vgl. Arwed 2000, S. 195.

¹⁸¹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 28.

¹⁸² Vgl. Reis 2016, S. 9.

¹⁸³ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

¹⁸⁴ Vgl. Arwed 2000, S. 195.

¹⁸⁵ Vgl. Arwed 2000, S. 195.

¹⁸⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 28.

¹⁸⁷ Vgl. ebenda, S. 29.

¹⁸⁸ Vgl. ebenda, S. 29.

¹⁸⁹ Vgl. ebenda, S. 29.

Oberflächenbeschichtung aus Kunstharzverbindungen ausgestattet, so halten diese nur etwa 25 Jahre. Danach ist eine neue Beschichtung nötig, welche in regelmäßigen Abständen der Wartung durch einen Maler bedarf. Abgesehen von diesem besonderen Fall sind Aluminiumprofile sehr beständig und benötigen daher keinen großen Pflege- und Wartungsaufwand. Der ökologische Pluspunkt dieses Materials ist, dass Aluminium beliebig oft recycelt werden kann und somit einen gewissen Mehrwert liefert.¹⁹⁰

Vergleichsweise neu auf dem Fenstermarkt sind Verbundprofile, dabei werden Aluminium, Holz, Stahl und Kunststoff in verschiedenen Kombinationen verwendet, das gebräuchlichste Beispiel dafür ist das Holz-Aluminium-Fenster.¹⁹¹ Dabei besteht die Außenseite des Fensters aus einem Aluminiumprofil, welches sehr wetterbeständig ist und die Innenseite des Fensters besteht aus Holz, wodurch die gute Wärmedämmung des Holzes zum Vorteil wird.¹⁹² Dieses Fenster vereint somit die Vorteile der beiden Materialien Holz und Aluminium. Die Fenster sind nun pflegeleicht, da die Pflegeanstriche für das Holz an der Außenseite entfallen und die Wärmedämmung ist im Vergleich zum einfachen Aluminiumfenster bedeutend besser.¹⁹³ Sie sind zudem sehr stabil und langlebig und bieten ein angenehmes Raumklima. Wichtig bei Verbundprofilen ist die Hinterlüftung der beiden Schalen, Außerdem muss aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten die Aluminiumschale über Klemmbolzen gleitend auf dem Holzrahmen befestigt sein.¹⁹⁴ Die Kombination der verschiedenen Materialien ist nahezu unbegrenzt, wichtig sind nur die jeweiligen Vorzüge dieser sinnvoll zu nutzen. Es gibt beispielsweise auch Verbundprofile aus drei verschiedenen Materialien.¹⁹⁵

Stahlfenster werden hauptsächlich im Industrie- und Gewerbebereich eingesetzt und waren im Wohn- und Bürobereich lange Zeit eher selten zu finden.¹⁹⁶ Allerdings gewinnen sie aufgrund ihrer Widerstandfähigkeit und der erhöhten Brandschutzbedingungen wieder an Zuspruch.¹⁹⁷ Neuwertige wärmegeämmte Stahlprofile erfüllen, wie die Aluminiumprofile, aufgrund der integrierten Isolierstege auch die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV).¹⁹⁸ Sie müssen durch bestimmte Beschichtungen gegen Rost geschützt und folglich auch regelmäßig gewartet werden.¹⁹⁹ Dennoch ist aufgrund

¹⁹⁰ Vgl. Bundesverband ProHolzfenster 2003, S. 2.

¹⁹¹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 30.

¹⁹² Vgl. ebenda.

¹⁹³ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

¹⁹⁴ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 30.

¹⁹⁵ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 30.

¹⁹⁶ Vgl. Klos u. Seitz 2011, S. 14.

¹⁹⁷ Vgl. Fouad 2013, S. 896.; Gressmann u.a. 2014, S. 28.

¹⁹⁸ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 28.

¹⁹⁹ Vgl. Arwed 2000, S. 196.

der hohen Stabilität der Stahlprofile die Möglichkeit gegeben einen geringeren Profilquerschnitt zu wählen, welches durchaus gestalterische Vorteile hat. Allerdings sollte der Querschnitt nicht zu gering sein, da sonst die Stabilität leidet und der Verschleiß erhöht wird.²⁰⁰ Stahlfenster haben eine Nutzungsdauer von etwa 40 Jahren, sind aber in der Herstellung ähnlich umweltbelastend wie Aluminiumfenster, mit einem Primärenergiebedarf von 70.000kWh/m³ und einem erheblichen Umfang an Schadstoffemissionen.²⁰¹ Die Entsorgung der Fenster läuft über den Schrotthandel, welcher die Teile zurück in den Materialkreislauf führt, allerdings werden beim Einschmelzen Schadstoffe durch den Anstrich frei.²⁰² Wenn dieser nicht zuvor mechanisch entfernt führt dies zur Luftbelastung.

Der wichtigste Bestandteil neben den Rahmen eines Fensters ist wohl das Glas. Dieses gibt es in verschiedenen Ausführungen mit jeweils bestimmten Eigenschaften, die sich durch verschiedene Herstellungsverfahren entwickeln. Es wird in der Regel bei etwa 1550°C, aus einer Rohstoffmenge, welche aus dem Glasbinder Quarzsand, dem Flussmittel Soda, dem Stabilisator Kalk und bestimmten Oxiden, wie Aluminiumoxid oder Magnesiumoxid, erschmolzen.²⁰³ Metalloxide sind auch für unterschiedliche Färbungen des Glases verantwortlich, je nach Farbwunsch werden andere Metalloxide verwendet.²⁰⁴ Glas wird in Hinsicht auf seine Struktur und sein Verhalten bei der Abkühlung als Flüssigkeit angesehen und somit als unterkühlte Schmelze bezeichnet.²⁰⁵ Aus physikalischer Sicht gilt Glas als ein spröder Werkstoff, welcher in eine Vielzahl scharfer Bruchstücke zerfällt, wenn man dessen Elastizitätsgrenze durch mechanische oder thermische Spannung überschreitet.²⁰⁶ In der heutigen Zeit wird Glas mit Hilfe des sogenannten Float-Verfahrens hergestellt, dabei wird die Glasschmelze mittels eines Bades aus flüssigem Zinn mit einer Schmelztemperatur von 232°C heruntergekühlt, damit das Glas in fester Form herausgezogen werden kann.²⁰⁷ Die Glasdicke wird dabei von der Ziehgeschwindigkeit beeinflusst.²⁰⁸ Dieses Verfahren ermöglicht es ein planparalleles, verzerrungsfreies Glas herzustellen.²⁰⁹ Durch verschiedene Verfahren kann das Glas an die von ihm geforderten Eigenschaften angepasst werden. Eine thermische Nachbehandlung des hergestellten Glases erhöht dessen Zug- und Biegefestigkeit, was

²⁰⁰ Vgl. Arwed 2000, S. 195.

²⁰¹ Vgl. Arwed 2000, S. 196.

²⁰² Vgl. VFF o.A., S. 4.

²⁰³ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 9.

²⁰⁴ Vgl. Neufert 2009, S. 116.

²⁰⁵ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 9.

²⁰⁶ Vgl. Neufert 2009, S. 116.

²⁰⁷ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 9.

²⁰⁸ Vgl. ebenda.

²⁰⁹ Vgl. ebenda.

im Falle des Glasbruchs bewirkt, dass keine scharfen Splitter entstehen, sondern das Glas in stumpfe Krümel zerfällt und somit das Verletzungsrisiko von Personen verringert werden kann, dieses Glas nennt man Einscheibensicherheitsglas (ESG).²¹⁰ Auch durch verschiedene Beschichtungen kann man die Eigenschaften des Glases verbessern, indem die Durchlässigkeit oder Reflexion definierter Wellenlängen verändert wird und das Glas beispielsweise schlechter Wärme leitet und somit ein Wärmeschutzglas entsteht.²¹¹ Die Verbindung einzelner Scheiben, indem sie mit einer Zwischenlage versehen werden, bieten vielfältige Möglichkeiten, so kann eine reisfeste Folie zwischen den Scheiben eingebracht werden, welche das Herunterfallen von Splittern des Glases verhindert, dies nennt sich dann Verbundsicherheitsglas (VSG).²¹² Außerdem kann durch diese Folien auch ein gestalterischer Aspekt abgedeckt werden, indem Folien mit Mustern oder vielfältigen Farben verwendet werden. Besondere Gelfüllungen zwischen den Scheiben können den Durchgang von unerwünschten Wärmestrahlungen verhindern, diese nennt man dann Brandschutzverglasung.²¹³ Dies sind einige Beispiele für die Vielfalt der Funktionsgläser, welche in der heutigen Zeit der zahlreichen Verordnungen und Normen eine große Rolle spielen.

Um das richtige Fenster für das jeweilige Gebäude auszuwählen wurde vom ift Rosenheim eine Einsatzempfehlungsmatrix aufgestellt, welches die Fenster nach Widerstandsfähigkeit gegen Wind, Schlagregen und Luftdurchlässigkeit in verschiedene Kategorien einteilt.²¹⁴ Im folgenden Textverlauf wird diese ift-Richtlinie vom Jahr 2005 erläutert. Je nach Standort und Geschoss, also Einbauhöhe des Fensters, werden die verschiedenen Klassen ausgewählt. Dem liegt eine Windlastzonenkarte von Deutschland, in welcher gebietsweise verzeichnet wurde welche Windlasten in welchen Regionen auftreten zugrunde, diese ist in **Anlage 3** zu finden.²¹⁵

Es wird zwischen vier Windlastzonen unterschieden:

- Zone 1 → 22,5 m/s
- Zone 2 → 25,0 m/s
- Zone 3 → 27,5 m/s
- Zone 4 → 30,0 m/s

²¹⁰ Vgl. Thienel 2008, S. 14.

²¹¹ Vgl. Neufert 2009, S. 116.

²¹² Vgl. Thienel 2008, S. 15.

²¹³ Vgl. Neufert 2009, S. 116.

²¹⁴ Vgl. ift Rosenheim 2005.

²¹⁵ Vgl. ebenda, S. 7.

Auch die Geländekategorie spielt eine entscheidende Rolle, ob es sich also um Binnen- oder Küstenland, unterschieden in Nord- und Ostsee, oder Inseln handelt, da sich die Witterungserscheinungen in diesen Geländen unterscheiden.²¹⁶ Weiterhin wird unterschieden in verschiedene Rahmendurchbiegungen und dem jeweiligen Prüfdruck, welchem das Fenster standhält:

- A entspricht einer Durchbiegung von $\leq 1/150$
- B entspricht einer Durchbiegung von $\leq 1/200$
- C entspricht einer Durchbiegung von $\leq 1/300$

Bei den jeweiligen Prüfdrücken, welche in sieben Kategorien unterteilt sind, wird folgendermaßen unterschieden:

- Kategorie 1 mit einem Prüfdruck von 400Pa
- Kategorie 2 mit einem Prüfdruck von 800Pa
- Kategorie 3 mit einem Prüfdruck von 1200Pa
- Kategorie 4 mit einem Prüfdruck von 1600Pa
- Kategorie 5 mit einem Prüfdruck von 2000Pa
- Kategorie E2500 mit einem Prüfdruck von 2500Pa
- Kategorie E3000 mit einem Prüfdruck von 3000Pa

Wird also ein Fenster verlangt, welches bei einem Prüfdruck von 1200Pa eine maximale Durchbiegung von $1/200$ aufweist, handelt es sich um die Bezeichnung B3, bezüglich der Windlast.

Bei der Schlagregendichtheit verhält es sich ähnlich, hierbei ist allerdings zu bedenken, ob das Fenster durch beispielsweise Vordächer oder Dachüberstände geschützt wird, oder nicht. Ungeschützte Fenster bekommen die Bezeichnung A und geschützte Fenster B. Daraufhin werden wiederum verschiedene Prüfdrücke in Fünfschritten von Null bis 1050Pa in Kategorie A unterteilt. Die Kategorie B wird nur in 4 verschiedene Prüfdrücke gegliedert, da diese, aufgrund des Schutzes, nicht so viel Widerstand leisten müssen.

Die Luftdurchlässigkeit ist die letzte Eigenschaft die überprüft wird:

- Kategorie 1 maximaler Prüfdruck 150Pa
- Kategorie 2 maximaler Prüfdruck 300Pa
- Kategorie 3 und 4 maximaler Prüfdruck 400Pa²¹⁷

²¹⁶ Vgl. ift Rosenheim 2005, S.6.

²¹⁷ Vgl. ebenda, S.9.

Fasst man diese Bestimmungen zusammen erhält, man folgende Auswahltablelle.

Tabelle 2: Auswahltablelle für Belastungskategorien von Fenstern ²¹⁸

1	Einbauhöhe der Fenster	EG: 2,50 m	1. OG: 5,50 m	2. OG: 8,50 m	3. OG: 11,50 m							
2	Windlastzone	1	2	3	4							
3	Geländekategorie	Binnenland	Küste und Inseln der Ostsee	Küste der Nordsee	Inseln der Nordsee							
4	Widerstand gegen Windlast											
	Rahmendurchbiegung	A ($\leq 1/150$)		B ($\leq 1/200$)		C ($\leq 1/300$)						
		1	2	3	4	5	E2500	E3000				
	Prüfdruck P1* (Pa)	(400)	(800)	(1 200)	(1 600)	(2 000)	(2 500)	(3 000)				
5	Schlagregendichtheit											
	Ungeschützt (A) Prüfdruck (Pa)	1 A (0)	2 A (50)	3 A (100)	4 A (150)	5 A (200)	6 A (250)	7 A (300)	8 A (450)	9 A (600)	E 750 (750)	E 1050 (1050)
	Geschützt (B) Prüfdruck (Pa)	1 B (0)	2 B (50)	3 B (100)	4 B (150)							
6	Luftdurchlässigkeit											
	Maximaler Prüfdruck (Pa)	1 (150)		2 (300)		3 (600)		4 (600)				

In dieser Tabelle ist als Beispiel ein mindestens dreistöckiges Gebäude markiert, in welchem die Fenster in einer Einbauhöhe von 11,50m eingebaut werden sollen. Es handelt sich um die Windlastzone 2 im Binnenland, also eventuell Bayern. Anhand der Tabelle in **Anlage 4** kann man nun feststellen, welche Mindestanforderungen an diese Fenster gestellt werden. Beispielsweise die Kategorien B2 – 4A – 3, somit kann in Tabelle 2 festgestellt werden, welche Belastungen diese Fenster aushalten müssen und folglich die ideale Auswahl mit Hilfe des Herstellers getroffen werden.

3.1.2 Bau- und Öffnungsarten

Es gibt eine Vielzahl an Fensterformen und Öffnungsarten, der Kombination dieser Möglichkeiten sind nahezu keine Grenzen gesetzt. Es ist allerdings wichtig zu beachten, dass das Fenster auch zur entsprechenden Nutzungsart des Raumes passt, dass also das Fenster beim Öffnen nicht den Arbeitsbereich einschränkt oder Verletzungsgefahren davon ausgehen.

²¹⁸ ift Rosenheim 2005, S. 9.

Die Öffnungsarten in der folgenden Abbildung stellt die Grundformen der Fensteröffnungsmöglichkeiten dar.

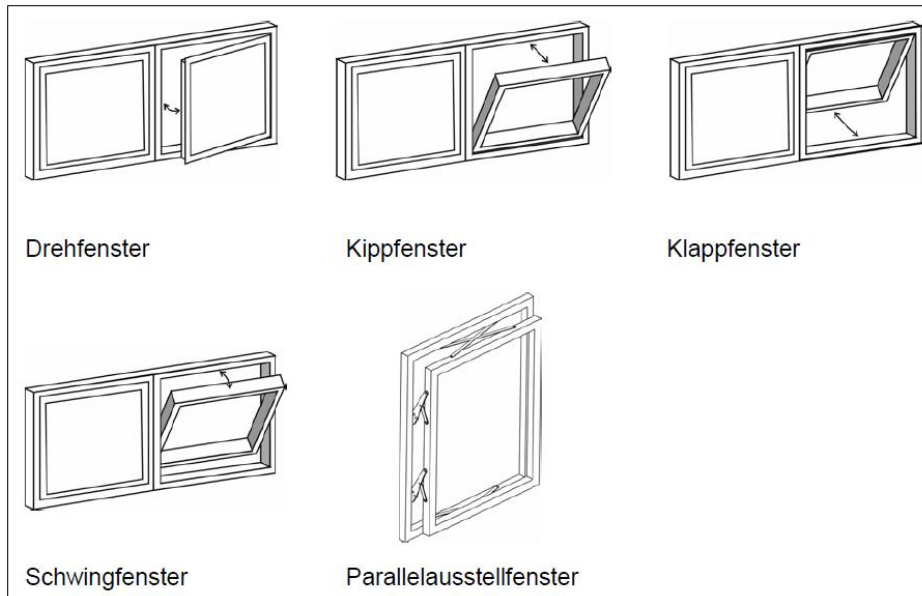


Abbildung 5: Öffnungsarten von Fenstern ²¹⁹

Meist besteht eine Kombination aus diesen Formen, die Kombination aus Dreh- und Kippfenster ist die wohl bekannteste Fensterform. Außerdem, unterscheiden sich die verschiedenen Öffnungsarten in ihren Lüftungseigenschaften und in der Art und Weise, wie sie beim Öffnen Einfluss auf den Raum nehmen. Drehfenster bieten die Möglichkeit einer wirkungsvollen Stoßlüftung, für im besten Fall 5 bis 10 Minuten, um einen guten Luftaustausch zu gewährleisten und dennoch die Auskühlung des Raumes zu vermeiden.²²⁰ Beim Öffnen des Fensters steht der Flügel allerdings in den Raum hinein, was zu Platzproblemen am Arbeitsplatz und zu möglichen Verletzungen durch Anstoßen an den Flügeln führen kann.

Kippfenster allein bewirken keine gute Lüftung, je nachdem, wie die Flügel im Fensterelement angebracht sind, herrscht vorwiegend eine Zuluft- oder Abluftwirkung, was einen geregelten Luftaustausch nicht möglich macht.²²¹ Diese Form nimmt beim Öffnen kaum Platz vom Raum ein und ist daher auch unmittelbar am Arbeitsplatz keine Behinderung.

²¹⁹ ASR A1.6 2017, S.2.

²²⁰ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 25.

²²¹ Vgl. ebenda, S. 25

Die Schwingflügeloption stellt eine gute Lösung für das Lüften dar, da in jeder Öffnungslage die Zu- und Abluftbereiche gleich groß sind und somit ein gleichmäßiger Luftaustausch ermöglicht werden kann.²²² Eine artverwandte Öffnungsart zum Schwingflügel ist der Wendeflügel, hierbei befinden sich die entstehenden Öffnungen links und rechts vom Fensterflügel und nicht oben und unten wie beim Schwingflügel, das Wirkungsprinzip der Lüftung ist bei beiden dennoch identisch.²²³ Die eine Flügelhälfte wird nach außen gedreht, wodurch die andere in den Raum ragt, dies kann bei großen Flügeln, ähnlich wie beim Drehfenster zu Behinderungen am Arbeitsplatz führen.

Das Klappfenster ähnelt in Hinsicht auf die Lüftungseigenschaften sehr dem Kippfenster, da auch hier entweder Zu- oder Abluft überwiegt.²²⁴ In diesem Falle wird der Flügel nach außen geklappt, wodurch im Inneren des Raumes keinerlei Einschränkungen durch den Flügel entstehen.

Eine weitere, hierzulande allerdings seltene Öffnungsart ist das Schiebefenster, hierbei ist die Öffnungslage stufenlos einstellbar und ist somit für die Lang-, als auch für die Kurzzeitlüftung gut geeignet.²²⁵ Häufig findet diese Öffnungsform in Dachflächen von Wintergärten Anwendung, im Wohn- oder Gewerbebereich ist sie weniger gebräuchlich.²²⁶ Auch diese Form schränkt den Platz im Raum keinesfalls ein, da die Flügel nur parallel zur Seite verschoben werden. Hierbei ist nur zu beachten, den Schiebevorgang nicht durch Gegenstände zu blockieren.

Eine noch wenig verbreitete Öffnungsart ist das Parallelausstellfenster, oder auch Abstellfenster genannt. Bei dieser Öffnungsart wird das Fenster beim Öffnen einige Millimeter nach innen verlagert, dies bietet eine bessere Durchlüftung und eine höhere Sicherheit im geöffneten Zustand, im Vergleich zu herkömmlichen Kippfenstern.²²⁷ Auch der Raum wird kaum eingeschränkt, da das Fenster nur etwa 6 Millimeter öffnet.²²⁸ Diese Öffnungsform ist auch in Hinsicht auf die Einbruchsicherheit gegenüber den anderen Öffnungsarten von Vorteil. Es lässt sich im geöffneten Zustand nicht so leicht aushebeln wie ein Kippfenster und aufgrund der schmalen Öffnung besteht auch keine Einstiegsmöglichkeit, wie bei Dreh-, Schiebe- oder Schwing- und Wendeflügel. Außerdem ist der

²²² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 26.

²²³ Vgl. ebenda, S. 27.

²²⁴ Vgl. ebenda, S. 26.

²²⁵ Vgl. ebenda, S. 27.

²²⁶ Vgl. ebenda, S. 27.

²²⁷ Vgl. Winkhaus-Firmenpräsentation o.A., S. 13.

²²⁸ Vgl. ebenda, S. 12.

geöffnete Zustand des Fensters kaum auf den ersten Blick erkennbar, was potentielle Einbrecher schon am Versuch es zu öffnen hindern könnte.

Kombinationen aus den Verschiedenen Öffnungsarten sind immer von Vorteil, da man so, je nach Gebrauch, die Öffnung anpassen kann. Anhand der eben aufgeführten Eigenschaften ist wohl eine Kombination aus Dreh- und Parallelabstellfenster die idealste Lösung für Lüftung, Platz und Sicherheit. Aber auch in Hinsicht auf Reinigung und Instandhaltung spielt die Art der Öffnung eine entscheidende Rolle, wie im nachfolgenden Kapitel näher beschrieben wird.

3.1.3 Reinigung und Instandhaltung

Die Sauberkeit spielt ganz besonders im öffentlichen Bereich eine erhebliche Rolle, um die Repräsentativität eines Gebäudes zu bewahren. Dies betrifft nicht nur die Räumlichkeiten an sich, sondern auch die Fenster, welche von außen und innen sichtbar sind. Hierbei kommt es vor allem auf die Öffnungsweise der Fenster an, eine wichtige Frage dabei ist, können die Fenster so geöffnet werden, dass auch die Außenseite der Fenster von innen gereinigt werden kann? Ist dies nicht der Fall, so müssen aufwändige und kostspielige Technik, wie Befahranlagen oder Fassadenaufzüge benutzt werden oder es müssen Sicherungshaken für Industriekletterer und deren Sicherungsseile an der Fassade befestigt sein.²²⁹ Diese Sicherheitstechnik für die Arbeitskräfte ist von großer Bedeutung, diese aufwendige Technik erhöht allerdings auch die Kosten für die Reinigungsarbeiten, falls die Reinigungsfirma diese Technik selbst beschaffen muss.²³⁰ Um diese Technikaufwände zu vermeiden, spielt also die Öffnungsart der Fenster eine wichtige Rolle, in Hinsicht auf die Reinigung der Fensteraußenseite von innen.²³¹ Es gibt eine Vielzahl verschiedener Öffnungsarten und Kombinationen aus diesen, wie im Kapitel 3.1.2 beschrieben wurde. Es wird unterschieden zwischen Dreh-, Klapp-, Kipp-, Schwing-, Schiebe-, Wende- und Drehkipplügel. Für die Fensterreinigung ist die Drehöffnung die geeignetste Art, da die Reinigungskraft somit die Möglichkeit hat die Außenseite des Fensters vom Inneren des Gebäudes zu reinigen, dies ermöglicht eine schnellere Reinigungsleistung und ein sicheres Arbeiten.²³² Die Reinigung der Fenster wird gerade im öffentlichen Bereich meist von auf Fenster und Gebäude spezialisierte Reinigungsfirmen durchgeführt. Die jeweiligen Reinigungsintervalle werden vom Eigen-

²²⁹ Vgl. Lange 2017, S. 25.

²³⁰ Vgl. ebenda, S. 25.

²³¹ Vgl. ebenda, S. 26.

²³² Vgl. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft 2016, S. 20.

tümer festgelegt und in der Ausschreibung an den Dienstleister mitgeteilt. Es ist empfehlenswert die Fenster in Büroräumen, wenigstens einmal im Jahr von außen und innen zu reinigen. Je nach Repräsentanz der Räumlichkeit kann dies allerdings individuell mit dem Reinigungsdienstleister vereinbart werden. Hierbei wird nicht nur die Scheibe gereinigt, sondern auch die Rahmen und Fensterbänke. Dabei ist wiederum das Material ausschlaggebend für die Auswahl der Reinigungsmittel, da einige Materialien von etwa säurehaltigen oder falsch dosierten Reinigungsmitteln beschädigt werden könnten.²³³ Außerdem ist beim Einbau der Fenster zu beachten, möglichst keine engen Nischen oder tote Winkel entstehen zu lassen, welche für die Reinigung hinderlich sind, da hierfür wieder ein größerer Reinigungsaufwand nötig wird und somit die Kosten steigen.²³⁴ Die besten Reinigungsergebnisse werden erzielt, wenn die Fensterflächen, die es zu reinigen gilt, gut erreichbar sind und die Reinigung im besten Fall auf einem sicheren Standplatz, vorzugsweise im Inneren des Gebäudes, stattfinden kann.²³⁵ Folglich sollte schon bei der Planung das Reinigungskonzept erarbeitet werden, um eine wirtschaftliche und sicherer Reinigung für die Betriebsphase des Objektes zu ermöglichen.²³⁶ Des Weiteren sind Bauherr und Architekt gesetzlich dazu verpflichtet, alle baulichen und technischen Vorrichtungen so zu planen, dass am Gebäude gefahrlos entsprechende Reinigungsarbeiten durchgeführt werden können.²³⁷ Verfügt die Immobilie über große Geschosshöhen, hohe, feststehende Fenster, pflegeintensive Rahmen oder ähnliches, so wird die Errichtung von Verkehrswegen und Arbeitsplätzen, speziell für Reinigung und Instandhaltung nötig.²³⁸ Reinigungslaufstege beispielsweise sind fest installierte Wege an der Fassade, welche ausschließlich zu Reinigungs- und Instandhaltungszwecken der Gebäudeaußenhülle genutzt wird, ebenso verhält es sich mit fest installierten Fassadenbefahranlagen oder Arbeitsbühnen.²³⁹ Sind keine fest installierten Einrichtungen vorhanden, so muss immerhin darauf geachtet werden, dass vorübergehende Einrichtungen sachgemäß und sicher eingesetzt werden können, das heißt, es müssen entsprechend große Abstellflächen für die temporären, fahrbaren Anlagen zur Verfügung stehen.²⁴⁰ Vorläufige Vorrichtungen, wie Hubarbeitsbühnen, Gerüste oder temporär aufgehängte Arbeitsbühnen verursachen zusätzliche Kosten für die Reinigung und sind im

²³³ Vgl. Lange 2017, S. 13.

²³⁴ Vgl. ebenda, S. 25.

²³⁵ Vgl. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft 2016, S. 20.

²³⁶ Vgl. ebenda, S. 5.

²³⁷ Vgl. ebenda, S. 10.

²³⁸ Vgl. ebenda, S. 20.

²³⁹ Vgl. ebenda, S. 23.

²⁴⁰ Vgl. ebenda, S. 24.

Vergleich zu fest installierten Anlagen nicht so sicher für die Reinigungskräfte.²⁴¹ Außerdem schränken sie die Bewegungsfreiheit ein und das spiegelt sich auch häufig im Reinigungsergebnis wieder.

Auch die Wahl des Glases kann für die Reinigung entscheidend sein, schließlich gibt es sogenannte selbstreinigende Gläser, welche eine spezielle Beschichtung aus Titanoxid aufweisen.²⁴² Dieser Überzug bewirkt, dass organische Schmutzablagerungen durch UV-Strahlung abgebaut werden, außerdem kann das Regenwasser ablaufen, ohne Wassertropfen zu hinterlassen, da es sich auf dieser Oberfläche wie ein Film über die Scheibe ausbreitet.²⁴³ Diese Schicht ist allerdings nur für die Außenseite der Fenster geeignet, da im Innenraum die UV-Strahlung zu gering ist um den photokatalytischen Effekt auszulösen. Auch bei der Montage ist unbedingt darauf zu achten, kleinste Schäden, Kratzer oder Silikon auf der Scheibe zu vermeiden, da sonst die selbstreinigende Wirkung eingeschränkt wird.²⁴⁴ Auf der Raumseite der Scheibe wird der Lotus-Effekt genutzt, indem eine Beschichtung aufgebracht wird, welche das Abfließen des Wassers auf der Scheibe begünstigt und somit die selbstreinigende Wirkung fördert.²⁴⁵ Diese Gläser ermöglichen längere Abstände zwischen den Reinigungen und senken somit die laufenden Betriebskosten.²⁴⁶ Bei einfachen ESG ist immer darauf zu achten, bei der Reinigung nicht mit scharfen Klingen oder Werkzeugen zu arbeiten, da diese die Glasoberfläche beschädigen können und dies wiederum zum Bruch der Scheibe führen kann.²⁴⁷

Immobilieeigentümer haben ein erhebliches Interesse daran, das Gebäude vor Schäden und Verunreinigungen zu bewahren, schließlich ist dies ausschlaggebend für die Bausubstanz und die Repräsentanz des Bauwerkes. Daher stellt die Reinigung auch einen wichtigen Teil der Instandhaltung dar, auf welche im Folgenden näher eingegangen wird.²⁴⁸ Der Begriff Instandhaltung beschreibt die Leistungen, welche erbracht werden müssen, um eine Anlage oder Maschine längst möglich im besten

²⁴¹ Vgl. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft 2016, S. 24 – 25.

²⁴² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 20.

²⁴³ Vgl. energieheld o.A., S. 1.

²⁴⁴ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 20.

²⁴⁵ Vgl. energieheld o.A., S. 1.

²⁴⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 20.

²⁴⁷ Vgl. ASR A1.6 2017, S. 10.

²⁴⁸ Vgl. Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft 2016, S. 11.

betriebsmöglichen Zustand zu halten.²⁴⁹ Dahinter verbergen sich verschiedene Teilleistungen, wie Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung.²⁵⁰ Diese Leistungen werden wiederum in der DIN 31051 von 2003 genauer definiert und beschrieben.²⁵¹ Gewerblich genutzte Räume, wie Büros, verfügen in den meisten Fällen über Wartungsverträge mit spezialisierten Firmen, welche mit der Instandhaltung beauftragt werden. Ebenso wie bei der Reinigung muss, schon in der Planung darauf geachtet werden, dass die Fenster zugänglich für Instandhaltungsarbeiten sind, denn sowohl Reinigung, als auch Instandhaltung muss von einer sicheren Standfläche aus durchgeführt werden können und diese Fläche muss über ausreichend Bewegungsfreiraum verfügen.²⁵² Regelmäßige Sichtkontrollen, bestenfalls mithilfe einer Checkliste, gewährleisten die frühzeitige Erkennung von Mängeln und Schäden am Fenster und ermöglichen somit eine schnelle und wirtschaftliche Schadenbegrenzung und -behebung.

3.1.4 Sicherheit

Von ganz besonders hohem Interesse ist die Sicherheit in einem Gebäude. Die Personen sollen vor äußeren gefahrbringenden Einflüssen, oder vor Verletzungen durch Glasbruch abgesichert werden. Dies kann sich sowohl auf Umwelteinflüsse beziehen, aber auch auf Einwirkung von anderen Personen, kriminellen Einbrechern beispielsweise. Folglich gilt es, die Personen im Gebäude vor eben diesen Einflüssen nach bestem Wissen zu schützen. Im Bereich der Fenster ist die Verglasung ein wichtiger Faktor, wenn es um die Sicherheit geht, daher wird im Folgenden auf Sicherheitsverglasung eingegangen, welche verschiedenen Möglichkeiten es gibt und in welchen Bereichen sie vorzugsweise angewendet werden. Außerdem gibt es auch zahlreiche technische Vorrichtungen für den Einbruchschutz und die Einteilung in Widerstandsklassen.

Zu den Isoliergläsern zählt neben Wärme- und Sonnenschutzgläsern auch das Schallschutzglas, häufig sind diese Formen sogar in Kombination zu finden.²⁵³ Das Aufbauprinzip bezieht sich auf unterschiedliche Scheibendicken, elastische Scheibenkombination und Scheibenzwischenräume mit dämpfender Funktion.²⁵⁴ Der Schalldämmwert wird hierbei vorrangig von der Scheibendicke beeinflusst. Je größer die Masse, umso höher ist in der Regel der Schalldämmwert.²⁵⁵ Außerdem wird aufgrund

²⁴⁹ Vgl. Glauche 2014a, S. 3.

²⁵⁰ Vgl. ebenda 2014a, S. 3.

²⁵¹ Vgl. ebenda 2014a, S. 3.

²⁵² Vgl. ASR A1.6 2017, S. 9.

²⁵³ Vgl. Neufert 2009, S. 119.

²⁵⁴ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 14.

²⁵⁵ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 14-15.

des zweischaligen Aufbaus und des vergrößerten Scheibenzwischenraumes, welcher mit Gas gefüllt ist, ebenfalls eine schalldämmende Wirkung herbeigeführt, da durch das Gaspolster Resonanzen auftreten, die die Schallausbreitung im unteren Frequenzbereich mindert.²⁵⁶ Auch die Elastizität der Scheiben bewirkt eine Schalldämmung, diese wird durch einen Gießharzverbund oder auch durch eine Schallschutz-PVB-Folie hergestellt, das bedeutet, je höher die Elastizität, desto höher ist dadurch auch die Schalldämmung, da die elastische Einlage das Schwingverhalten mindert.²⁵⁷ Auch in Hinsicht auf die unterschiedlichen Scheibendicken wird ein Dämmwert des Schalls erzielt, hierbei gilt, je unterschiedlicher die Scheibendicke zwischen Außen- und Innenscheibe ist, umso höher ist in diesem Fall wiederum der Schalldämmwert.²⁵⁸ Entscheidend ist allerdings nicht nur die Auswahl des Glases. Allein die richtige Kombination aus Verglasung, Rahmen und Bauanschluss sind bestimmend für die Schalldämmwirkung des Fensters.²⁵⁹ Ebenso von Bedeutung ist die Fugendichte der Fenster, was es notwendig macht, alle Fuge mit Gummi und Kunststoffprofilen zu versehen, um durch diese die Schallausbreitung zu verhindern.²⁶⁰ Das Schallschutzglas zählt hierbei als eine Art der Sicherheitsgläser, da es verhindert, dass unbeteiligte Personen an einem vertraulichen Gespräch teilhaben. Es dient hierbei also der Sicherung von vertraulichen Informationen, beispielsweise wird es für Konferenzräume oder einzelne Bürobereiche für Kundengespräche genutzt. Außerdem schützt es auch die Umgebung vor Lärmbelästigung, in Fabrikhallen, schützt das Glas die Personen in der Umgebung vor dem Lärm der Produktion im Inneren der Produktionsstätte.²⁶¹

Eine weitere sehr bedeutende Verglasungsart ist das Brandschutzglas, da normales Fensterglas bei einseitiger Hitzeeinwirkung in große scharfe Scherben zerspringen würde und somit eine Verletzungsgefahr darstellt und dabei auch den Feuerüberschlag und die schnelle Ausbreitung des Brandes ermöglicht, sind Brandschutzgläser gerade im Brandschutzbereich unerlässlich.²⁶² Die Funktion dieser Gläser, in Verbindung mit Rahmen, Halterung und Dichtungen sollen im Brandfall 30, 60, 90 oder sogar 120 Minuten Stand halten um dem Rauch und Feuer keine Ausbreitungsmöglichkeit zu geben.²⁶³ Diese Feuerwiderstandszeiten sind in der DIN 4102 festgelegt. Brandschutzgläser unterscheiden sich in zwei verschiedene Arten. Die G-Verglasung und die F-Verglasung,

²⁵⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 15; Vgl. Neufert 2009, S. 119.

²⁵⁷ Vgl. Neufert 2009, S. 119; Vgl. Gressmann 2014, S. 15.

²⁵⁸ Vgl. Neufert 2009, S. 119.

²⁵⁹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 15.

²⁶⁰ Vgl. ebenda, S. 50.

²⁶¹ Vgl. ebenda, S. 50.

²⁶² Vgl. ebenda, S. 15.

²⁶³ Vgl. ebenda, S. 15; Vgl. Neufert 2009, S. 123.

welche beide Festverglasungen sind.²⁶⁴ Die G-Ver­glasung hat die Anforderung den Flammen- und den Brandgasdurchtritt für eine bestimmte Zeit zu verhindern, allerdings ist dieses Glas nur eingeschränkt einsetzbar, da es nicht die Wärmestrahlung zurückhalten muss, daher ist diese Art für Fluchtwege nicht zulässig.²⁶⁵ Hauptsächlich wird diese Ver­glasung für Brüstungsbereiche, Fassaden, Trennwände, Oberlichter oder Schrägverglasungen in Dächern eingesetzt.²⁶⁶ Die F-Ver­glasung hat im Unterschied zur G-Ver­glasung neben Rauchgas und Feuerausbreitung auch die Funktion der thermischen Isolation, sprich der Zurückhaltung der Wärmestrahlung zu erfüllen.²⁶⁷ Hierfür werden spezielle Verbundgläser verwendet, welche mit einer klaren Gelschicht gefüllt sind, die im Brandfall aufschäumen oder durch Verdunstungseffekte Energie aufnehmen und somit die Wärmestrahlung absorbieren.²⁶⁸

Neben all diesen Ver­glasungsarten gibt es noch das sogenannte Sicherheitsglas, welches die Räumlichkeiten vor unbefugtem Eindringen oder Personen vor möglichen Verletzungen durch Glasbruch schützen sollen.²⁶⁹ Auch bei Sicherheitsgläsern ist die Kombination aus Wärmeschutz- und Sonnenschutzgläsern möglich.²⁷⁰ Es gibt vier Arten des Sicherheitsglases: Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), Teilvorgespanntes Glas (TVG), Verbundsicherheitsglas (VSG) und das so genannte Drahtglas.²⁷¹ Alle haben ihre Vorzüge und somit festgelegte Einsatzgebiete. Für Ausfachungen von Treppengeländern, Glasinnentüren, Sporthallen, Glasvitrinen oder Ähnliches, wird vorzugsweise das ESG verwendet.²⁷² Bei dieser Ver­glasung steht weniger die Durchbruchshemmung im Vordergrund, sondern eher der Schutz der Personen im Fall des Glasbruchs, vor Schnittverletzungen.²⁷³ Das Glas zerspringt bei Beschädigungen, aufgrund seines besonderen Herstellungsverfahrens in ein Netz aus stumpfkantigen Bruchstücken, welches das Verletzungsrisiko erheblich mindert.²⁷⁴ ESG ist im Allgemeinen sehr schlagfest, elastisch und unempfindlich gegen mögliche Temperaturwechsel im Vergleich zu herkömmlichem Floatglas, daher ist es auch geeignet für Rauchschutztüren oder im Heizkörperbereich.²⁷⁵ Nach der DIN 18516-4 liegt auf dem ESG die Anforderung einen

²⁶⁴ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 15.

²⁶⁵ Vgl. Neufert 2009, S. 123.

²⁶⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 15.

²⁶⁷ Vgl. ebenda, S. 16.

²⁶⁸ Vgl. ebenda, S. 16, Vgl. Neufert 2009, S. 123.

²⁶⁹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 17.

²⁷⁰ Vgl. Neufert 2009, S. 119.

²⁷¹ Vgl. Thienel 2008, S. 14.

²⁷² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 17.

²⁷³ Vgl. ebenda, S. 17.

²⁷⁴ Vgl. ebenda, S. 17.

²⁷⁵ Vgl. ebenda, S. 17.

Heißlagerungstest zu bestehen, sofern es als hinterlüftete Außenwandbekleidung eingesetzt werden soll.²⁷⁶

Ähnlich wie das ESG wird auch das TVG durch thermische Behandlung widerstandsfähiger gemacht, allerdings wird in diesem Fall das Glas noch langsamer abgekühlt und somit im Vergleich zum ESG noch belastbarer, hinsichtlich mechanischer und thermischer Einwirkungen, gemacht.²⁷⁷ In der Praxis wird das TVG allerdings zu Verbund-sicherheitsglas (VSG) weiterverarbeitet und erst dadurch wird ein hochwertiges Sicherheitsglas geschaffen.²⁷⁸ Bei der Herstellung von VSG werden zwei oder mehr Glasscheiben durch zähelastische, reisfeste Folien miteinander verbunden und somit können sich beim Bruch keine scharfkantigen Bruchstücke lösen, da sie an der Folie haften bleiben und das Verletzungsrisiko wird damit erheblich minimiert.²⁷⁹ Hier ist auch eine Drahteinlage möglich, welche beispielsweise in Gussglas eingewalzt wird und dadurch auch das Herabfallen von Splintern verhindert.²⁸⁰ Die Anzahl der miteinander verbundenen Scheiben und die jeweiligen Foliendicken, oder auch Gießharze als Verbindung, sind entscheidend für die Einbruch- und Schallhemmung der Verglasung, sogar eine Durchschusshemmung kann bewirkt werden.²⁸¹ Passende Anwendungsbereiche für diese Gläser sind hauptsächlich im öffentlichen Bereich, wie in Schulen oder Sportstätten, aber auch in allen Bereichen, welche gefährdet sind durch Einbrüche und Vandalismus.²⁸²

In Hochsicherheitsbereichen wie Banken oder Aufenthaltsstätten wichtiger Persönlichkeiten wird unter anderem Panzerglas verwendet. Dieses Glas entsteht durch den Verbund von mindestens vier 25mm dicken Scheiben, wobei allerdings eine Verzerrende Wirkung durch die Lichtbrechung entsteht.²⁸³ Weiterhin ist die Verbindung des Glases mit einer Alarmsicherung möglich. Dabei wird eine elektrische leiterschleife in die isolierglasscheibe eingebrannt, welche mit einer Alarmanlage verbunden wird.²⁸⁴ Im Bruchfall wird die Leiterschleife unterbrochen und dies löst dann den Alarm aus.

²⁷⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 17.

²⁷⁷ Vgl. ebenda, S. 17.

²⁷⁸ Vgl. ebenda, S. 17.

²⁷⁹ Vgl. Thienel 2008, S. 15.

²⁸⁰ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 18.

²⁸¹ Vgl. ebenda, S. 18.

²⁸² Vgl. ebenda, S. 18.

²⁸³ Vgl. ebenda, S. 18.

²⁸⁴ Vgl. ebenda, S. 18.

Die Aufgabe des Sicherheitsglases ist, generell das Verletzungsrisiko durch Scherben zu minimieren, allerdings ist das Anliegen vieler Bauherren, gerade im öffentlichen Bereich, auch die Hemmung von Angriffen zu gewährleisten. Hier kommen die angriffshemmenden Gläser ins Spiel. Diese Verglasungen sind durch unterschiedliche Verbundsicherheitsgläser aufgebaut und haben je nach Aufbau, Durchwurf-, Durchbruch-, Durchschuss- oder Sprengwirkungshemmende Eigenschaften.²⁸⁵ Von jeder Sicherheitsverglasung gibt es auch verschiedene Sicherheitsstufen, das heißt, die Gläser sind unterschiedlich belastbar.

Das Durchwurfhemmende Glas ist beispielsweise in 5 Schutzwirkungsgruppen unterteilt, welche anhand von 4,11 kg schweren Stahlkugeln getestet werden.²⁸⁶ Die genauen Versuchsabläufe sind in der DIN EN 356 festgelegt. Die Sicherheitsabstufungen entstehen durch die unterschiedlichen Fallhöhen, aus denen die Kugel auf die Scheibe aufprallt. Die Sicherheitsstufe P1A muss den Aufprall der Kugel aus 1,50 m dreimal ohne zu zersplittern aushalten.²⁸⁷ Die Fallhöhe bei Stufe P2A beträgt 3 m, bei P3A 6m, bei P4A und P5A 9m, wobei bei Stufe P5A der Versuch dreimal wiederholt wird, das heißt die Scheibe muss dem Aufprall neunmal standhalten.²⁸⁸

Ebenso wird auch das Durchbruchhemmende, so genannte B-Glas getestet, allerdings nicht mit einer Kugel, sondern mit einer maschinell geführten Axt, welche immer wieder auf die Scheibe einschlägt, bis ein 400mm mal 400mm großer Durchbruch entsteht.²⁸⁹ Die Anzahl der dafür benötigten Axthiebe bestimmt dann die Sicherheitsstufe, die Stufe P6B hält etwa 30 bis 50 Schlägen stand, die Gruppe P7B hält 51 bis 70 Schläge aus und ein Glas der Bezeichnung P8B übersteht mehr als 70 Schläge.²⁹⁰

Durchschusshemmende Verglasung wird demzufolge mit verschiedenen Schusswaffen (Pistole und Gewehr) aus unterschiedlichen Entfernungen getestet, indem drei Schüsse in vorgeschriebenen Abständen auf die Scheibe einschlagen, ohne dass die Schüsse durch das Glas hindurch gehen.²⁹¹ In diesem Fall gibt es auch wieder fünf Sicherheitsklassen, C1 bis C5. Zwischen diesen wird nochmals unterschieden in splinterndes und

²⁸⁵ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 19.

²⁸⁶ Vgl. VSSM 2015, S. 8.

²⁸⁷ Vgl. ebenda, S. 8.

²⁸⁸ Vgl. ebenda, S. 8.

²⁸⁹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 19.

²⁹⁰ Vgl. VSSM 2015, S. 8.

²⁹¹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 19.

nicht splitterndes Glas, dies ist wichtig in Bereichen, in denen sich direkt hinter der Scheibe Personen aufhalten könnten.²⁹²

Zu guter Letzt gibt es noch die Sprengwirkungshemmende Verglasung, welche die Anforderung für die Klasse ER1 hat und eine Druckwelle von 50 bis 100 kPa und für die Beanspruchungsart ER4 eine Druckwelle von 250 kPa längere Zeit aushalten muss ohne, dass eine Öffnung entsteht.²⁹³

Unabhängig von der Verglasung gibt es auch andere zusätzliche sicherheitsfördernde Bauteile, wie abschließbare Fenstergriffe und Sicherheitsverriegelungen, welche dem Einbruchschutz dienen.²⁹⁴ Vollkommen sicher gegen Einbrüche und Beschädigungen ist kein Fenster und die zusätzlichen Bauteile sind demzufolge dafür bestimmt, dem Einbruchversuch eine bestimmte Zeit Stand zu halten.²⁹⁵ Einbruchhemmende Vorrichtungen sind beispielsweise verstärkte Rahmenkonstruktionen, Anbohrschutzeinrichtungen, verstärkte Glasleisten oder Beschläge, Schubstangenverriegelungen und Aushebelsicherungen, deren Anforderungen in der DIN EN 1627 bis 1630 zum Einbruchschutz zu finden sind.²⁹⁶ Die Fenster werden mithilfe bestimmter Werkzeuge und der Nachahmung körperlicher Gewalt auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Einbrechern getestet und so in verschiedene Klassen eingeteilt.²⁹⁷ Die Kombination aus dem richtigen Sicherheitsglas und den ergänzenden Sicherheitsbauteilen sind ausschlaggebend für die jeweilige Widerstandsklasse und deren voraussichtlichen Einsatzorten. Dafür bietet die Tabelle in **Anlage 5** nochmals einen Überblick und stellt die Widerstandsklassen, deren Prüfbedingungen und die Widerstandsdauer gegen Einbruchversuche übersichtlich dar.

Die Sicherheit der Menschen ist das höchste Gut, daher kommt der Sicherheitsverglasung und zusätzlichen Sicherheitseinrichtungen eine große Bedeutung zu. Im gleichen Zug leiden darunter häufig die energetischen Eigenschaften des Fensters, auf welche im folgenden Abschnitt näher eingegangen wird.

²⁹² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 19

²⁹³ Vgl. ebenda, S. 19.

²⁹⁴ Vgl. VdS 2010, S. 11.

²⁹⁵ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 46.

²⁹⁶ Vgl. KOWA 2012, S. 18-20.

²⁹⁷ Vgl. VdS 2010, S. 11 u. 16.

3.1.5 Energetische Faktoren

Seit 2014 besteht die neugefasste Energieeinsparverordnung (EnEV), welche hohe Ansprüche an die Wärmedämmfunktion von Baustoffen und insbesondere an Glas stellt.²⁹⁸ Diese Verordnung lässt zum Beispiel den Wärmeschutzgläsern eine erhöhte Bedeutung zukommen. Der Umweltschutz und somit die Energieeinsparung haben in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen und es wurden zahlreiche Richtlinien und Vorschriften erstellt, welche die Energieeinsparung von Gebäuden fördern sollen. Die Energieeinsparverordnung beispielsweise wurde erstellt, mit dem Ansinnen, bis zum Jahr 2050 hauptsächlich nur noch Niedrigenergiehäuser zu bewirtschaften.²⁹⁹ In dieser Verordnung wird bei Neubauten und großen Sanierungen das Hauptaugenmerk auf die Energieeinsparung gelegt. Ein wichtiger Bestandteil davon sind die Fenster und welchen Wärmedämmwert, beziehungsweise welchen Wärmedurchgangskoeffizient diese einhalten müssen, um der Vorschrift zu entsprechen. Hier treten besonders die Isoliergläser in den Vordergrund, wie das Wärmeschutz- und Sonnenschutz-Isolierglas.

Isolierglas im Allgemeinen, besteht aus zwei oder mehreren Floatglasscheiben, welche mit Hilfe eines oder mehrerer Metall- oder Kunststoffrahmen auf Abstand gehalten werden und somit luft- oder gasdicht verbunden sind.³⁰⁰ Zwei Dichtungen sorgen dafür, dass die mechanische Festigkeit des Scheibenverbundes verbessert wird, indem die erste Dichtung aus Butyl für die Haftung der miteinander verbundenen Glasscheiben sorgt, während die zweite Dichtung aus Polysulfid den Raum zwischen den Scheibenkanten und dem Rahmenunterteil ausfüllt.³⁰¹ Der Raum zwischen den Scheiben ist in der Regel meist 16mm breit, wobei sich in diesem Zwischenraum trockene Luft befindet und um Feuchtigkeit zu vermeiden ist ein Trockenmittel in dem Abstandhalter-Rahmen zu finden, welches das Beschlagen der Scheibeninnenseite verhindern soll.³⁰²

Die Zweischeiben-Isolierverglasung wurde auf dem heutigen Markt allerdings zu 70% von Dreischeiben-Isolierverglasung abgelöst.³⁰³

²⁹⁸ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 10.

²⁹⁹ Vgl. Tuschinski 2017, S. 17.

³⁰⁰ Vgl. Neufert 2009, S. 117; Vgl. Gressmann 2014, S. 9.

³⁰¹ Vgl. Gressmann 2014, S. 11.

³⁰² Vgl. Hessinger u. Specht 2011, S. 7- 8.

³⁰³ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 11.

Wärmefunktionsgläser, auch Wärmeschutz-Isolierglas sind auf der Scheibeninnenseite der raumseitigen Glasscheibe im Scheibenzwischenraum mit einer hauchdünnen Edelmetallschicht versehen, die so genannte selektive Schicht.³⁰⁴ Diese verhindert das Energieabstrahlungsvermögen erheblich und sorgt für eine schlechtere Wärmeleitung durch die Scheiben.³⁰⁵ Bei unbeschichteten konventionellen Zweifach-Isoliergläsern würden 65% der Raumwärme einfach verloren gehen.³⁰⁶ Diese selektive Schicht besteht aus zwei Zinnoxidschichten und in deren Mitte eine 10nm dicke Silberschicht. Insgesamt hat die selektive Schicht eine dicke von etwa 0,1mm.³⁰⁷ Die kurzwelligeren Anteile der Sonnenstrahlen können durch diese Schicht durchdringen. Der Großteil der langwelligen Wärmestrahlung allerdings, wird reflektiert und gelangt somit nicht in den Innenraum. Die kurzwelligeren Strahlen, welche eindringen könnten werden von den Räumen und deren Einrichtungsgegenständen absorbiert und zum Großteil wiederum in langwellige Wärmestrahlung abgegeben.³⁰⁸ Diese Wärmestrahlung kann aufgrund der Wärmefunktionsschicht nicht durch das Wärmeschutzglas nach außen treten. Der Wärmedurchgangskoeffizient des Glases liegt dabei bei etwa $0,9\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.³⁰⁹ Wird die Luft im Scheibenzwischenraum gegen Argon, Xenon oder Krypton (Edelgase) ausgetauscht, und für den Randverbund nichtrostender Stahl oder Kunststoff eingesetzt, so kann der Wärmedurchgangskoeffizient nochmals verringert werden.³¹⁰

Sonnenschutzglas ist eine weitere Form des Isolierglases, dieses wird hauptsächlich an Gebäuden mit großen Glasflächen in Südrichtung verwendet.³¹¹ Wie der Name schon sagt, schützt dieses Glas vor übermäßigem Lichteinfall durch Sonnenstrahlen. Dies geschieht teilweise durch Reflexion und Absorption der Strahlen durch das Glas.³¹² Wird das Sonnenschutzglas in Kombination mit Verschattungs- oder Blendschutz Einrichtungen eingesetzt, so können die Kosten durch eine Klimaanlage deutlich eingeschränkt werden, da dieser der Aufheizung des Raumes entgegenwirkt.³¹³ Geläufige, getönte Sonnenschutzgläser beschränken die Lichtdurchlässigkeit und somit auch die Raumhelligkeit, außerdem kann durch deren Färbung die Farbwahrnehmung im Raum verändert werden, welche bei bestimmten Arbeiten hinderlich sein kann.³¹⁴ Diese herkömmlichen

³⁰⁴ Vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung 2004, S.3.

³⁰⁵ Vgl. ebenda, S.3.

³⁰⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 12.

³⁰⁷ Vgl. ebenda, S. 12.

³⁰⁸ Vgl. ebenda, S. 12.

³⁰⁹ Vgl. ebenda, S. 12.

³¹⁰ Vgl. Willems u.a. 2016, S. 62.

³¹¹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 12.

³¹² Vgl. ebenda, S. 13.

³¹³ Vgl. Rossa 2008, S. 6.

³¹⁴ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 13.

getönten Scheiben werden auch als Absorptionsgläser beschrieben, da sie die Sonnenstrahlen teilweise, durch ihre Beschichtung auf Edelmetallbasis im Scheibenzwischenraum, absorbieren.³¹⁵ Dies kann zur Erwärmung der Scheibe führen und diese Wärme wird dann an die Räumlichkeiten abgegeben. Aus energetischer Sicht ist dies nicht erwünscht. Qualitativ hochwertige Sonnenschutzgläser zeichnen sich durch eine hohe Lichtdurchlässigkeit bei niedriger Gesamtenergiedurchlässigkeit aus.³¹⁶ Somit erfüllen sie die Anforderungen, die laut DIN EN 673 an hochwertige Isolierverglasung gestellt wird.³¹⁷ Bei der Auswahl der richtigen Gläser hilft die Kennzeichnung durch ein Wertpaar. Dieses gibt zuerst die Lichtdurchlässigkeit und dann die Gesamtenergiedurchlässigkeit in Prozent an.³¹⁸ Ziel ist es also, dass die langwelligen Wärmestrahlen an der Edelmetallbeschichtung im größtmöglichen Rahmen reflektiert und so vor dem Eindringen in den Raum gehindert werden und gleichzeitig die kurzwelligen Tageslichtstrahlen hindurchzulassen.³¹⁹ In den kalten Monaten funktioniert dieses Prinzip in umgekehrter Richtung, da die Wärme aus dem Raum ebenso an der Edelmetallbeschichtung reflektiert wird und so deren Entweichen gut eingeschränkt werden kann.³²⁰ Neue und revolutionäre Entwicklungen zeigen sich bei einer thermooptisch variablen Polymerbeschichtung (TOP), welche temperaturabhängig den Brechungsindex verändert.³²¹ Diese Schicht ist etwa 45 nm dick und bewirkt bei Außentemperaturen unter 20°C, dass mehr Wärme von außen nach innen durchgelassen wird, bei über 30°C trübt sich die Scheibe und bewirkt somit die Reflexion des größten Teils der Sonnenstrahlung.³²² Neben dieser Entwicklung gibt es auch elektrochrome Scheibensysteme. Dabei sind Floatglasscheiben mit einer Schicht aus Flüssigkristallen überzogen und es liegt eine Spannungsquelle an. Bei Spannungszufuhr wird ein Ionenaustausch und somit eine Einfärbung der Schicht bewirkt.³²³ Das ein- und entfärben dauert zwischen 3 bis 5 Minuten und die Lichttransmission liegt zwischen 50% und 15%, je nach Stufe der Einfärbung.³²⁴

Auch der Einsatz verschiedener Sonnenschutzanlagen kann die unerwünschte Aufheizung des Raumes beschränken. In der kalten Jahreszeit ist dieses Aufheizen zwar häufig erwünscht, weshalb große Fensterfronten auch in Süd- und Südwestlage in die Fassade integriert werden. Im Sommer ist dies häufig allerdings unerwünscht, da sich die Räume

³¹⁵ Vgl. Pilkington Glaskompendium 2002, S.4.

³¹⁶ Vgl. ebenda, S.1.

³¹⁷ Vgl. Neufert 2009, S. 117.

³¹⁸ Vgl. Neufert 2009, S. 117.

³¹⁹ Vgl. Pilkington Glaskompendium 2002, S. 1.

³²⁰ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 13.

³²¹ Vgl. ebenda, S. 13.

³²² Vgl. ebenda, S. 14.

³²³ Vgl. ebenda, S. 14.

³²⁴ Vgl. ebenda, S. 14.

zu stark aufheizen und die Sonnenstrahlung häufig auch bei der Arbeit durch Spiegelungen stören.³²⁵ Der umfassende Begriff Wärmeschutz bezieht sich demzufolge nicht nur auf den Erhalt der Wärme im Raum bei kalten Außentemperaturen, sondern auch auf den Schutz der Räumlichkeiten vor Überhitzung durch die Außenwärme, da anderenfalls auch durch entsprechende Kühlungsanlagen ein hoher Energieaufwand entsteht.³²⁶ Diesen Vorgängen ist eben durch entsprechende Verschattungs- und Sonnenschutzanlagen vorzubeugen. Diese Anlagen stehen auf dem Markt in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung. Es gibt raumseitige und außenliegende Anlagen, aber auch Einrichtungen, die sich im Zwischenraum der Scheibe befinden.³²⁷ Innenliegende Verschattungen dienen lediglich dem Schutz vor der Lichteinwirkung durch Sonnenstrahlen und erfüllen hierbei keine Wärmeschutzaufgaben, da die Wärmestrahlung durch die Scheibe in den Innenraum gelangt.³²⁸ Die in die Scheibe integrierten Sonnenschutzanlagen werden elektrisch betrieben und können somit auf Knopfdruck hoch- und runtergefahren werden und bedürfen keiner Reinigung.³²⁹ Sie bestehen aus teiltransparenten Folien mit Mikroprägungen und erfüllen somit einen Hitze- und Sonnenschutz, sowie einen Blend- und Sichtschutz und eine Wärmedämmwirkung auch in der kalten Jahreszeit.³³⁰ Anders verhält es sich mit äußeren Sonnenschutzanlagen. Diese schirmen die Licht- und Wärmestrahlung ab, bevor diese auf die Scheibe treffen und mindern dabei auch deren Auswirkungen auf die Raumluft.³³¹ Hierbei gibt es Unterschiede zwischen der Materialauswahl und der Bauart der Sonnenschutzanlagen. Werden undurchsichtige Werkstoffe, wie Beton oder Leichtmetall verwendet so bewirken diese eine vollständige Absorption und Reflektion der Strahlen und verhindern somit das ungewollte Aufheizen des Raumes und das Eintreten unerwünschter Lichtstrahlung.³³² Transparente oder trübende Materialien erfüllen diese Anforderungen nur zum Teil, da sie zwar das Eintreten der Strahlung mindern, aber nicht vollständig abschirmen und dennoch ein Teil der Wärme- und Lichteinwirkung in den Innenraum des Gebäudes gelangt.³³³ Bei der Bauart dieser Einrichtungen wird zwischen starren und beweglichen Sonnenschutzanlagen unterschieden, welche in Hinsicht auf Effektivität, Bedienung, Reinigung und Wartungsaufwand deutliche Unterschiede aufweisen.

³²⁵ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 98.

³²⁶ Vgl. Pilkington Glaskompendium 2002, S.2.

³²⁷ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 99.

³²⁸ Vgl. Benitz-Wildenburg u. Rossa (2013), S. 11.

³²⁹ Vgl. ebenda, S. 11.

³³⁰ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 101.

³³¹ Vgl. ebenda, S. 101.

³³² Vgl. Benitz-Wildenburg u. Rossa (2013), S. 11.

³³³ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S. 101.

Der Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern setzt sich also aus der verwendeten Scheibe und der jeweiligen Gasfüllung des Scheibenzwischenraums, sowie dem Material und Aufbau des Rahmens zusammen. Der Rahmenanteil von Fenstern beläuft sich in der Regel auf etwa 30%.³³⁴ Die Tabellen in **Anlage 6** und **7** bieten einen Überblick über die Werte des Wärmedurchgangskoeffizienten bei verschiedenen Aufbauten und Gasen der Scheibe und der Rahmenmaterialien. Aus diesen Werten berechnet der Hersteller den Wärmedurchgang vom Fenster insgesamt.

3.2 Türen

Die Aufgaben der Tür sind vielfältig, die Hauptaufgabe ist es, den Zutritt zu einem Raum zu ermöglichen, oder zu verhindern und je nachdem, an welcher Stelle die Tür verbaut und genutzt wird, ist sie angepasst verarbeitet. Sie muss vielfältige Aufgaben und Anforderungen erfüllen, wie Wärme-, Schall-, Brand- und Einbruchschutzbestimmungen, um nur einige zu nennen.³³⁵ Es ist auch bei den Türen entscheidend, aus welchem Material sie gefertigt sind und welchen Zweck sie zu erfüllen haben, so entscheidet sich die Bauart und das verwendete Material. Türen sind sowohl aus optischen, praktischen, energetischen und sicherheitstechnischen Gründen unerlässlich für ein Gebäude. Der Standort der Türen erfordert in der Planung große Aufmerksamkeit, denn eine Tür an der falschen Stelle kann den Arbeitsbetrieb im Gebäude erheblich beeinflussen. Daher ist die Anordnung der Türen, die Öffnungsrichtung, Größe und Bauart, sowie viele weitere Kriterien von großer Wichtigkeit.³³⁶ In den folgenden Abschnitten werden Türen nach ihrem Material und ihrer Bauart beschrieben, nach Reinigungs- und Instandhaltungsaufwand, nach ihrer jeweiligen Sicherheit und ihren energetischen Einflüssen auf das Klima in den Räumen.

3.2.1 Auswahl und Haltbarkeit des Materials

Wie auch bei den Fenstern gibt es Türen aus den verschiedensten Materialien, welche ihre jeweiligen Vor- und Nachteile und bevorzugte Einsatzorte haben. Die Meisten Türen, gerade für den Wohnbereich werden aus Holz, bzw. aus Holzverbundstoffen gefertigt. Häufig ist auch ein Glasanteil integriert, um die Helligkeit im Raum zu fördern. Grundsätzlich können Türen auch aus Metall, Glas, Kunststoff und Verbundwerkstoffen

³³⁴ Vgl. Willems u.a. 2016, S. 62.

³³⁵ Vgl. Weizenhöfer 2012, S. V.

³³⁶ Vgl. DGUV 2017, S.15.

hergestellt werden.³³⁷ Allgemein wird unterschieden zwischen Innen- und Außentüren und ob die Tür besondere Sicherheitsstandards erfüllen muss.

Das gebräuchlichste Material für Türen ist Holz, die verschiedenen Hölzer und ihre Eigenschaften wurden bereits im Kapitel 3.1.1 beschrieben und treffen ebenso auch hier zu. Die gebräuchlichsten Hölzer für Haus-, also Außentüren, sind Kiefer, Eiche und Lärche, sowie einige Importhölzer, wie Teak, Pitchpinie, Mahagoni oder Afzelia, welche allesamt gemeinsam haben, dass sie sehr wetterbeständig sind, was bei Außentüren von großer Bedeutung ist.³³⁸ Häufig werden Hauseingangstüren aus Holz für Wohngebäude verwendet, aber auch in öffentlichen Bereichen sind sie häufig zu finden, denn sie bieten ausreichend Schutz gegen Feuchtigkeit und Windeinflüsse und liefern zudem, je nach Bauart, auch einen ausreichenden Einbruchschutz.³³⁹

Metalltüren sind im Vergleich zu Holztüren feuerbeständiger und haben eine höhere Biegefestigkeit, aber auch große Beständigkeit gegen Feuchtigkeit aufgrund der Schutzbeschichtung.³⁴⁰ Für große Türanlagen und starken Betrieb empfiehlt sich die Metalltür, besonders für öffentliche Bereiche wie Schulen oder Krankenhäuser aber auch für große Bürokomplexe und Behördengebäude.³⁴¹ Gerade im Bereich der Außentüren kommen häufig feuerverzinkte und kunststoffbeschichtete Stahlprofile zum Einsatz, aber auch pulverbeschichtete Aluminiumprofile oder aus Edelstahl, da diese rostfrei und wetterbeständig sind.³⁴² Türen aus Aluminium bestehen aus stranggepressten Profilen, welche in der richtigen Dimensionierung in jede Richtung biegefest sind.³⁴³ Werden diese im Innenbereich verwendet, so sind diese meistens ungedämmt.³⁴⁴ Für den Außenbereich werden Aluminium-Isolierprofile verwendet, aufgrund der Wärmedämmung. Sie sind vergleichbar mit Fensterprofilen, abgesehen von Dimensionierung, Wandstärke, Sockelprofil und Beschlagskammern.³⁴⁵ Die Kombination verschiedener Profile macht es möglich eine Vielzahl unterschiedlicher Türen und Türanlagen herzustellen. Der Nachteil dieser

³³⁷ Vgl. Gressmann u.a.2014, S. 114.

³³⁸ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

³³⁹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.128.

³⁴⁰ Vgl. ebenda, S.129.

³⁴¹ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

³⁴² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.129.

³⁴³ Vgl. ebenda, S.129.

³⁴⁴ Vgl. ebenda, S.129.

³⁴⁵ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

Profile im Außenbereich ist allerdings die unterschiedliche Wärmeausdehnung bei starken Temperaturunterschieden, welche dazu führen können, dass sich das Profil verzieht.³⁴⁶

Innentüren aus Glas bestehen in den meisten Fällen aus ESG, oder VSG da diese stoßunempfindlich und bruchsicher sind. Außerdem weisen sie eine geringe Anfälligkeit auf Biegebeanspruchung auf.³⁴⁷ Auch bei Glastüren besteht die Möglichkeit der optischen Gestaltung durch Folien oder mechanische Bearbeitung des Glases wie Gravuren oder der Einsatz von Milchglas als Sichtschutz.³⁴⁸ Ganzglastüren verfügen nicht über einen Rahmen, daher wird der rahmenlose Türflügel an Stahlzargen angeschlagen.³⁴⁹ Ist doch ein Rahmen vorhanden handelt es sich nicht um eine Glastür, sondern man bezeichnet dies als verglaste Tür.³⁵⁰ Ganzglastüren werden dennoch kaum für den Außenbereich genutzt, aber sie bieten gerade im Innenbereich eine gute Belichtung und bewirken, dass der Raum größer und heller wirkt. Verglaste Türen, sprich ein Türflügel mit Rahmen und Glasfüllung, werden öfter auch für Hauseingangstüren und Außenbereiche verwendet, da der Rahmen zusätzliche Stabilität liefert und die Dichtigkeit verbessert.

Türen aus Kunststoff werden unterschieden in Thermoplasten, wie PVC oder Duroplasten wie PUR, welche entweder als Rahmentüren mit Glasfüllung oder als Vollplastetür ohne Glasfüllung verwendet werden.³⁵¹ Die Biegefestigkeit von Kunststoffprofilen ist wesentlich geringer, als die von Metallprofilen, weshalb sie durch Einschub von Stahlblechprofilen in die Profilkammern verstärkt werden müssen.³⁵² Im öffentlichen Bereich werden sie kaum verwendet, daher finden sie eher im privaten Wohnungsbereich Anwendung.³⁵³ PVC-Profile sind zwar schlagfest und relativ wetterbeständig, allerdings ist eine Versprödung bei größeren Temperaturwechseln nicht ausgeschlossen.³⁵⁴ Da Sonneneinstrahlung zu Längenausdehnung führt, werden meist nur weiße Profile verwendet, da diese nicht so anfällig sind, wie dunkle Kunststoffprofile.³⁵⁵ dennoch sind diese Türen in allen Farben und Dekoren verfügbar.

³⁴⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.129.

³⁴⁷ Vgl. ift Rosenheim 2010, S. 2.

³⁴⁸ Vgl. SANCO 2014., S. 156 – 159.

³⁴⁹ Vgl. ift Rosenheim 2010, S. 2.

³⁵⁰ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.128.

³⁵¹ Vgl. ebenda, S.129.

³⁵² Vgl. ebenda, S.129.

³⁵³ Vgl. ebenda, S.129.

³⁵⁴ Vgl. ebenda, S.129.

³⁵⁵ Vgl. ebenda, S.129.

Wie bei den Fenstern gibt es auch bei Türen Verbundprofile, das Prinzip verhält sich ähnlich wie bei Fenstern. Es werden die Vorteile der verschiedenen Materialien genutzt und somit die Gesamteigenschaften des Bauteils scheinbar verbessert. Wichtig ist allerdings immer zu beachten, dass unterschiedliche Materialien auch verschieden auf Wärme- und Wettereinwirkungen reagieren und somit häufig voneinander abweichende Längenausdehnungen vorliegen, welche schon bei der Herstellung ausgeglichen werden müssen, indem man eine Art Dehnungsfuge integriert, damit das Profil nicht reißt. Verbindet man also Holz- und Aluminiumprofile, so wird sich die gute Wärmedämmung des Holzes zu Nutze gemacht und im Gegenzug die Wetterbeständigkeit des Aluminiums.³⁵⁶

Die Einsatzempfehlung des ift-Rosenheim ist auch für Außentüren anwendbar und kann nach dem unteren Teil der Tabelle in **Anlage 4**, wie bei den Fenstern angewendet werden.

3.2.2 Bau- und Öffnungsarten

Türen werden hauptsächlich durch ihren Einsatzort unterschieden, sprich nach Außentüren, wie Haustüren oder Balkontüren und nach Innentüren, wie Zimmer-, Wohnungsabschluss-, Kellertüren und weitere.³⁵⁷ Außerdem wird noch nach Anordnung, Bewegungsart, Bauart und Bewegungsrichtung unterschieden, ob sie nach außen oder nach innen öffnen. Dies ist wiederum abhängig von der Funktion der Tür, da Fluchttüren in der Regel immer nach außen öffnen müssen, um eine schnelle Flucht zu ermöglichen, wohingegen herkömmliche Zimmertüren meist ins Rauminnere öffnen.³⁵⁸ Türen bestehen generell aus dem Türrahmen, dem Türflügel und dem Beschlag, welcher aus Türbändern, Schließeinrichtungen und Drückergarnitur besteht.³⁵⁹ Des Weiteren sind Türenmaße in der Regel genormt, einflügelige Drehflügeltüren, beispielsweise mit einer Mindesthöhe von zwei Metern und einer Mindestbreite von 75 Zentimetern, bis hin zu einer Höhe von 2,125 Metern und einer Durchgangsbreite von 1,125 Metern.³⁶⁰ Für die Bauphase sind die Maße und die Türöffnungsrichtung in der Architekturzeichnung vorgegeben, dies bedarf in Hinsicht auf das Nutzungskonzept eine genaue Planung, um die Maße und Anordnung der Türen so zu gestalten, dass sie für den Betrieb förderlich und nicht hinderlich sind.³⁶¹ Man unterscheidet nach der Öffnungsart unter Drehflügeltüren,

³⁵⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.128.

³⁵⁷ Vgl. Neufert 2009, S 125.

³⁵⁸ Vgl. Neufert 2009, S 125.

³⁵⁹ Vgl. Gressmann 2014, S.114.

³⁶⁰ Vgl. ebenda, S.114.

³⁶¹ Vgl. ebenda, S.114.

Schiebetüren, Faltflügeltüren und Karusselltüren, welche auch in der folgenden Abbildung dargestellt sind.³⁶²

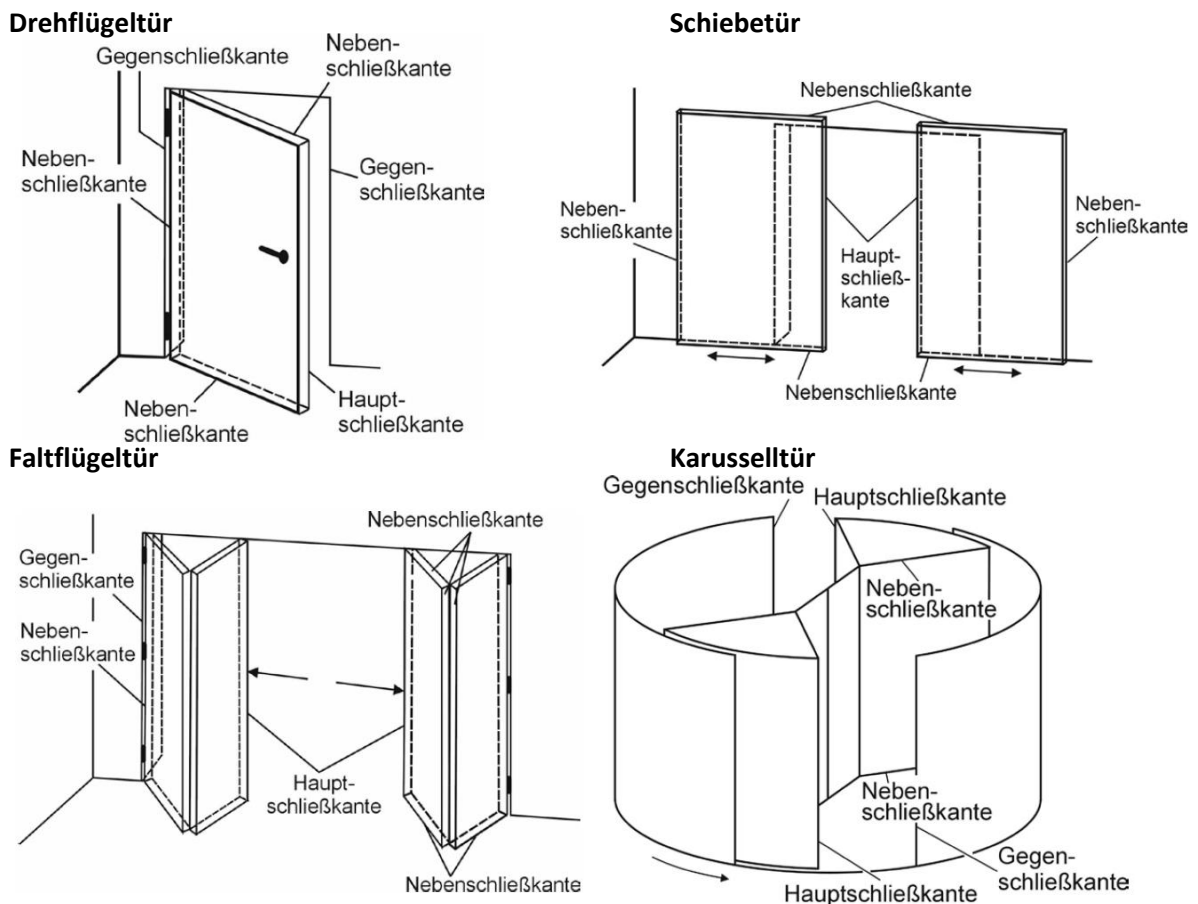


Abbildung 6: Bewegungsarten von Türen ³⁶³

Darunter sind Drehflügeltüren die gebräuchlichsten. Sie drehen sich beim Öffnen an der senkrechten Achse einer Kante des Türflügels.³⁶⁴ Diese Türen gibt es sowohl ein- als auch zweiflügelig. Sie gehören zur Gruppe der Anschlagtüren, da beim Schließen der Türflügel bündig auf den Rahmen anschlägt.³⁶⁵ In privaten und Wohngebäuden öffnen diese Türen in der Regel nach innen, in öffentlichen Gebäuden, wie Verwaltungsgebäuden, Kaufhäusern oder Kinos ist die Öffnung nach außen vorgeschrieben, da eine schnelle Entfluchtung gegeben sein muss.³⁶⁶ Bei zweiflügeligen Anschlagtüren, bei denen

³⁶² Vgl. ASR A1.7 2009, S 4 – 5.

³⁶³ ASR A1.7 2009, S 4 – 5.

³⁶⁴ Vgl. ASR A1.7 2009, S 4 – 5.

³⁶⁵ Vgl. Gressmann u.a.2014, S.115.

³⁶⁶ Vgl. ebenda, S.115-117.

beide Drehflügel ohne einen Mittelpfropfen aufeinander schlagen, spricht man von Stulptüren.³⁶⁷ Dabei ist zu beachten, dass meist der rechte Drehflügel, der für den allgemeinen Durchgangsverkehr ist, und der andere, in diesem Fall linke Flügel, wird als Stehflügel bezeichnet und kann je nach Gebrauch festgestellt oder gelöst und somit auch geöffnet werden, um eine breitere Durchgangsfläche zu ermöglichen.³⁶⁸ Eine weitere Türart ist die Pendeltür, diese ist auf der Abbildung nicht verzeichnet, da es sich im Prinzip um eine art Drehflügeltür handelt, nur dass diese nicht zu den Anschlagtüren zählt, weil sie in beide Richtungen durchschwingen kann.³⁶⁹ Diese Türen findet man häufig in der Gastronomie im Durchgang von der Küche zum Gastraum, da die Kellner mit ihren vollen Tablets so einfach in jede Richtung durch diese Tür gehen können. Hierbei ist es Vorschrift, dass eine Sichtverbindung zur Gegenseite besteht, da sonst Gefahren von der Benutzung dieser Tür ausgehen können.³⁷⁰ Aufgrund von Spiralfedern im Bandinneren, schließt die Tür automatisch und mithilfe eines speziellen Pendeltürschlosses ist auch das Abschließen dieser Türen möglich.³⁷¹

Schiebetüren bieten einen guten Ausblick und Lichteinfall in den Raum und ermöglichen das Öffnen der Tür ohne jeglichen Raumverlust, wie es bei Drehflügeltüren der Fall wäre. Die Türflügel werden hängend in Laufschielen auf Rollen geführt, dies ist jeweils oben oder in Bodenlaufschielen möglich.³⁷² Anstelle von Türgriffen werden hierbei meist eingelassene Griffmuscheln verwendet, auch das Abschließen dieser Türen ist aufgrund spezieller Schiebetürschlösser möglich.³⁷³ In der Regel werden sie so verbaut, dass sie beim Öffnen in der Wand verschwinden und somit im geöffneten Zustand unsichtbar sind.³⁷⁴ Allerdings können sie auch vor der Wand angebracht werden, die benötigt dann aber wiederum einen gewissen Platz für den Türflügel im Raum.

Karussell- oder auch Rotationstüren bestehen aus mindesten zwei bis zu vier Flügeln, einem Drehkreuz, der Trommelwand und dem Deckenring und die Flügel sind zumeist verglast mit ESG oder VSG.³⁷⁵ Zum Schutz vor Zugluft sind Bürstendichtungen an den

³⁶⁷ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.119.

³⁶⁸ Vgl. ebenda, S.119.

³⁶⁹ Vgl. TSH System GmbH o.A. b, S.6.

³⁷⁰ Vgl. ebenda, S.6.

³⁷¹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.121.

³⁷² Vgl. TSH System GmbH o.A. b, S 9.; Gressmann 2014, S.123.

³⁷³ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.123.

³⁷⁴ Vgl. ebenda, S.124.

³⁷⁵ Vgl. ebenda, S.122.

Flügelprofilen angebracht, welche den Luftdurchzug stoppen und dennoch reibungsloses drehen der Flügel ermöglichen.³⁷⁶ Diese Türen können sowohl händig durch schieben, aber auch automatisch, häufig mit Bewegungsmeldern und Sensoren, betrieben werden.³⁷⁷ Bei größeren Türanlagen empfiehlt sich jedoch der automatische Betrieb. Die Türflügel durchlaufen eine Umdrehung in etwa einer Minute, sobald die Sensoren einen Passanten erkennen wird die Geschwindigkeit auf vier Umdrehungen in der Minute Beschleunigt, was einer normalen Schrittgeschwindigkeit entspricht, sodass die Person die Tür bequem durchlaufen kann.³⁷⁸ Wird allerdings ein stehendes, oder ein sehr langsames Objekt erkannt, passt sich die Rotationsgeschwindigkeit diesem an und stoppt auch, wenn dies notwendig ist.³⁷⁹ sobald das Hindernis verschwunden ist läuft die Tür wieder im normalen Rhythmus. Die Flügel sind außerdem so angebracht, dass sie im Falle von Stromausfall wie Pendelflügel betätigt werden können, sodass die Passanten nicht in der Tür eingesperrt werden.³⁸⁰ Weiterhin können die Flügel auch eingeklappt werden um beispielsweise einen Luftaustausch zu ermöglichen. Um die Tür abzuschließen werden die Flügel elektromagnetisch verriegelt und verhindern so unerwünschtes Eindringen.³⁸¹

Faltdüren, auch bezeichnet als Harmonikatüren oder verschiebbare Innentrennwände sind an Laufwerken aufgehängt und mit Bändern an den senkrechten Türflügelkanten verbunden, dabei ist die Fluchtung der Bandachse mit der Aufhängung sehr wichtig, um eine gute Funktion zu garantieren.³⁸² Bei diesen Türen werden also mehrere Flügel durch besagte Bänder miteinander verbunden und so beweglich gemacht. Dadurch können sie wie eine Ziehharmonika zusammengefaltet werden, dabei entsteht nur ein geringer Raumverlust.³⁸³

Alle Türen sind sowohl als händig betriebene, aber auch als automatisch betriebene Türen erhältlich. Neben verschiedenen Öffnungsarten und Türsystemen, gibt es auch eine Auswahl an Türeinlagen, welche das Innere einer Tür darstellen. Die folgende Abbildung bietet einen Überblick über die verschiedenen Einlagemöglichkeiten.

³⁷⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.122.

³⁷⁷ Vgl. Gretsch-Unitas GmbH 2015, S. 15-16.

³⁷⁸ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.122.; Vgl. Gretsch-Unitas GmbH 2015, S. 25.

³⁷⁹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.122.

³⁸⁰ Vgl. ebenda, S.122.

³⁸¹ Vgl. Gretsch-Unitas GmbH 2015, S. 21; Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.122.

³⁸² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.126.

³⁸³ Vgl. ebenda, S.126.

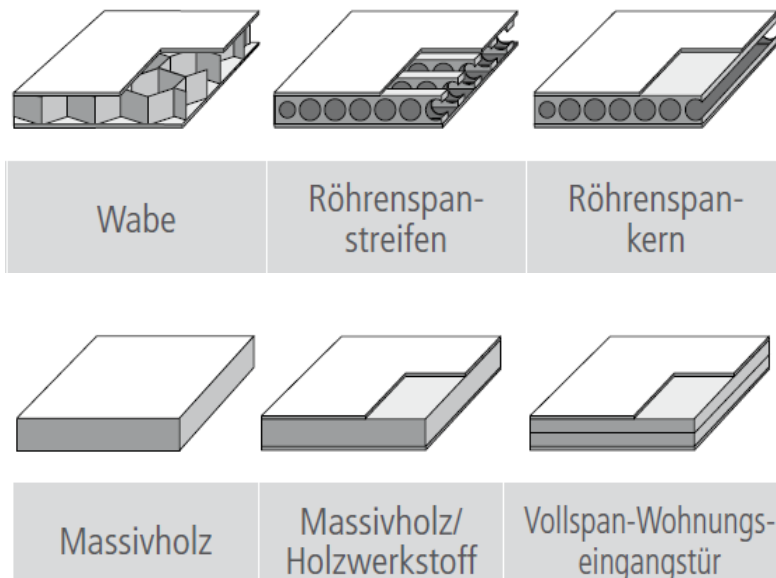


Abbildung 7: Türeinlagen³⁸⁴

Die Einlagen bestimmen sowohl das Gewicht, als auch die Stabilität der Tür und schließen somit auch auf den Einsatzort dieser. Die **Anlage 9** zeigt eine Übersicht über die verschiedenen Klima- und Beanspruchungsklassen. Dementsprechend wird die Vollspaneinlage vorzugsweise für Wohnungs- oder Hauseingangstüren genutzt, da sie sehr stabil und Klimabeständig ist, wohingegen sich die anderen Einlagen für Innentüren unterschiedlicher Nutzung eignen. Die Vollspaneinlage gibt es je nach Ausführung für jede Klima- und Beanspruchungsklasse und kann daher je nach Anforderung ausgewählt werden.³⁸⁵ Die Wabeneinlage besteht aus engdimensionierter Pappe, hat ein Flächengewicht von etwa 10 kg/m² und entspricht dabei der mechanischen Beanspruchungsgruppe N, ist also für Wohn-, Schlaf-, Ess- und Sanitärräume durchaus geeignet.³⁸⁶ Auch Türen mit Röhrenspanstreifen zählen zur Beanspruchungsgruppe N und sind mit 12 kg/m² etwas schwerer als die Wabeneinlage und bestehen wie es der Name schon sagt aus durchgehenden Röhrenspanstreifen.³⁸⁷ Der Röhrenspankern ist mit 17kg/m² schwerer und stabiler, zählt zur Beanspruchungsgruppe M und gehört der Klimaklasse 1 an, daher ist eine Tür mit dieser Einlage für Büroräume und öffentliche Verwaltungen geeignet.³⁸⁸ Eine Einlage aus Massivholz entspricht ebenfalls der mittleren Beanspruchungsgruppe, das Flächengewicht ist allerdings je nach Ausführung verschieden.³⁸⁹ Für starke

³⁸⁴ Kilsgaard o.A., S. 4.

³⁸⁵ Vgl. Beschlag Paul o.A., S.1.

³⁸⁶ Vgl. Sieberath o.A., S.1.; Vgl. Beschlag Paul o.A., S.1.

³⁸⁷ Vgl. Beschlag Paul o.A., S.1.

³⁸⁸ Vgl. Sieberath o.A., S.1.; Vgl. Beschlag Paul o.A., S.1.

³⁸⁹ Vgl. Beschlag Paul o.A., S.1.

Feuchtigkeitsbeanspruchung, wie Badezimmer oder Küchen in öffentlichen Einrichtungen, gibt es spezielle Feuchtraumtüren.³⁹⁰

Neben den unterschiedlichen Einlagen gibt es auch verschiedene Oberflächenausführungen. Von Lacken in abwechslungsreichen Gestaltungsmöglichkeiten über Furniere, CPL-Beschichtungen oder Massivholz stehen vielfältige Alternativen zur Verfügung.³⁹¹ Diese Beschichtungen bieten neben zahlreichen optischen Varianten auch einen Abrieb- und Stoßschutz.

3.2.3 Reinigung und Instandhaltung

Auch Türen müssen in regelmäßigen Abständen gereinigt und instandgehalten werden. Auch wenn die heutigen zeitgemäßen Türen recht pflegeleicht und wartungsarm sind, sollte stets die Empfehlung des Herstellers beachtet werden.³⁹² Türen liefern meist den ersten Eindruck von einem Gebäude oder Raum und gerade bei Bürogebäuden soll dieser ein repräsentativer sein. Außerdem werden Türen in den meisten Fällen händig betrieben, das heißt die Türklinke wird mit der Hand betätigt, um sie zu öffnen. Dies wiederum führt dazu, dass eine Vielzahl von Keimen und Bakterien über den Tag hinweg auf der Klinke verbreitet und an jeden der sie benutzt weitergegeben werden. Dies kann im schlimmsten Fall zu Krankheitsverbreitung mit großem Ausmaß führen, daher ist es besonders wichtig die Türen in bestimmten Abständen zu reinigen und besonders die Türklinken regelmäßig feucht abzuwischen. Generell sind die Pflege- und Reinigungsintervalle abhängig von den ästhetischen Bedürfnissen des Eigentümers oder der Nutzer und sollte daher auch nach Sichtkontrollen durchgeführt werden.³⁹³ Die Wahl der Reinigungsmittel ist abhängig vom Material der zu reinigenden Flächen und sollte daher genau darauf abgestimmt sein, um das Material nicht zu beschädigen.³⁹⁴ Meist sprechen die Hersteller auch Empfehlungen für Reinigungsmittel aus. Leichte oberflächliche Beschädigungen, wie Kratzer, können in vielen Fällen durch spezielle Öle oder Wachse beseitigt werden. Bei größeren Beschädigungen sollte dennoch ein Fachmann gerufen werden, da dieser über die benötigten Verfahrenstechniken verfügt.³⁹⁵

Die Wartungsintervalle von Innentüren ohne besondere Schutzanforderungen, sind abhängig von der Beanspruchung und den Empfehlungen des Herstellers, generell sollte

³⁹⁰ Vgl. Sieberath o.A., S.1.

³⁹¹ Vgl. Schörghuber Spezialtüren KG 2015, S.496

³⁹² Vgl. TSH o.A.a, S.1.

³⁹³ Vgl. ebenda, S. 5.

³⁹⁴ Vgl. Fachausschuss Bauelemente o.A., S. 2.

³⁹⁵ Vgl. ebenda, S.2.

jede Tür aber wenigstens einmal jährlich überprüft werden.³⁹⁶ Bei diesen Wartungsarbeiten werden in der Regel die Zargendichtungen, Bodendichtungen, Schlösser, Drücker, elektrische Türöffner, Bänder, Türschließer und falls vorhanden auch Feststellanlagen auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft und durch Pflegemaßnahmen einem Verschleiß längerfristig vorgebeugt.³⁹⁷ Feststellanlagen von Funktionstüren sollten außerdem monatlich vom Betreiber auf ihr Funktionstüchtigkeit überprüft werden und Defekte gilt es schnellstmöglich zu beheben. Einmal jährlich muss die Prüfung von einer Fachperson ausgeführt werden.³⁹⁸ Funktionstüren, wie Feuer- und Rauchschutztüren, unterliegen einer regelmäßigen Wartungspflicht und dabei ist die Wartungsanleitung des Herstellers von den ausführenden Fachkräften unbedingt zu befolgen.³⁹⁹ Vor jeglichen Instandhaltungsarbeiten ist sicherzustellen, dass die Türflügel vor unbeabsichtigten Bewegungen gesichert sind, um Verletzungen bei der Arbeit auszuschließen.⁴⁰⁰ Außerdem muss bei automatischen Türen der Antrieb abgeschaltet werden und vor irrtümlichem oder unbefugtem Einschalten gesichert werden.⁴⁰¹ Eine Übersicht zu Wartungsarbeiten der Türen im Innenbereich liefert die **Anlage 10**.

3.2.4 Sicherheit

Im Hinblick auf die Sicherheit gibt es auch für Türen spezielle Arten und Verriegelungsmöglichkeiten. Hierbei handelt es sich um Rauch-, Feuer- und Schallschutztüren, sowie einbruchhemmende Türen, welche alle der Unterstützung der Sicherheit dienen.

Rauchschutztüren sind ein besonders wichtiges Element der Sicherheit von Menschen in Gebäuden, denn im Brandfall ist die Hauptgefahr für Personen nicht das Feuer direkt, sondern die Rauch- und Brandgase, welche dabei entstehen, da diese sich viel schneller ausbreiten, als die Flammen.⁴⁰² Der Rauch behindert die Sicht, welche für die Flucht unbedingt notwendig ist und durch die giftigen Gase wird auch schnell die Atmung behindert und es treten Vergiftungserscheinungen auf, was wiederum schnell zur Bewusstlosigkeit führt.⁴⁰³ Aus diesen Gründen wird von der Landesbauordnung der Einsatz von

³⁹⁶ Vgl. ebenda, S.1.

³⁹⁷ Vgl. TSH o.A.a, S.1 – 4.

³⁹⁸ Vgl. ATA Electronic 2013, S. 6

³⁹⁹ Vgl. TSH o.A.a, S. 4

⁴⁰⁰ Vgl. ASR A1.7 2009, S. 19

⁴⁰¹ Vgl. ebenda, S. 19

⁴⁰² Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.135.

⁴⁰³ Vgl. TSH o.A. b, S 4.

Rauchschtüren an jeder Stelle verlangt, wo die Rauchausbreitung zu einer Gefährdung von Menschen führt.⁴⁰⁴ Zu diesen Bereichen zählen Flure in Geschossen, mit mehr als vier Wohn- oder Nutzungseinheiten, sowie Flure mit einer Länge von mehr als 30 Metern, welche in Brandabschnitte und durch Rauchschtüren zu unterteilen sind und in Hochhäusern gilt diese Regelung, um Flure durch Rauchschtüren in maximal 20 Meter lange Abschnitte zu unterteilen.⁴⁰⁵ Rauchschtüren haben die Aufgabe den Raum, der durch sie begrenzt wird, für etwa zehn Minuten rauchfrei zu halten, um die Flucht und Rettung von Personen in diesem Zeitraum zu ermöglichen.⁴⁰⁶ Die DIN 18095 stellt Anforderungen an Rauchschtüren, wie die Rauchdichte, die Begrenzung der Leckrate, dass sich die Türen im Brandfall von selbst schließen müssen und im Falle einer Feststellstange müssen Rauchmelder angebracht werden, die durch ihr Auslösen die Türfeststellung aufhebt.⁴⁰⁷ Aufgrund ihrer Wichtigkeit sind diese Türen überwachungspflichtig. Sie sind besonders gekennzeichnet und müssen regelmäßig, wenigstens einmal im Jahr, von autorisierten Personen geprüft werden und monatlich vom Betreiber auf sachgemäße Funktion kontrolliert werden.⁴⁰⁸ Bei verglasten Rauchschtüren muss bruchsicheres Glas verwendet werden, wie Drahtglas, ESG, vorgespanntes Bor-Silikatglas, VSG oder Brandschutzplatten und Metallpaneele.⁴⁰⁹ Holz, Aluminium oder Stahl sind die Materialien, aus denen Rauchschtüren hergestellt werden, dabei müssen die Türblätter bei Holztüren mit einer speziellen Brandschutzeinlage versehen werden.⁴¹⁰ Außerdem weisen sie an den Rändern expansionsstreifen auf, welche im Brandfall aufquellen und die Tür vor Rauch abdichten.⁴¹¹ Auch für die Dichtheit der Bodenschwelle gibt es besondere Möglichkeiten. Dichtungen ohne Schwelle sind, Auflaufdichtungen, automatische Senkdichtung, Schlauchdichtung oder Magnetbodendichtungen oder im Falle einer Schwelle die Schwellenanschlagdichtung.⁴¹²

Die Landesbauordnung verlangt für öffentliche Gebäude nicht nur Rauch-, sondern auch Feuerschtüren in Fluren und Treppenhäusern.⁴¹³ Diese, auch als Brandschutz Türen bekannten Bauteile unterliegen genau wie die Rauchschtüren einer regelmäßigen Überwachungspflicht durch autorisiertes Personal und jegliche Veränderungen an der Tür,

⁴⁰⁴ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.135.

⁴⁰⁵ Vgl. ebenda, S.135.

⁴⁰⁶ Vgl. ebenda, S.135.

⁴⁰⁷ Vgl. ATA Electronic 2013, S. 5.

⁴⁰⁸ Vgl. ebenda, S. 6.

⁴⁰⁹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.136.

⁴¹⁰ Vgl. Müller 2018, Experteninterview.

⁴¹¹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.136.

⁴¹² Vgl. ebenda, S.136.

⁴¹³ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.137.; Vgl. ATA Electronic 2013, S. 2.

wie beispielsweise das nachträgliche Einsetzen eines Sichtfensters führt dazu, dass die Tür nicht mehr als Brandschutzelement zugelassen ist.⁴¹⁴ Es gibt verschiedene Feuerwiderstandsdauern dieser Türen, welche eingeteilt sind in T-30 feuerhemmend für 30 Minuten und T-90 feuerbeständig für 90 Minuten. Allerdings werden diese Bezeichnungen nach neuer europäischer Norm geändert in EI₂30-C, welches nach EN1634-1 zwar die Anforderungen der T-30 Tür erfüllt, aber gleichzeitig auch die Ansprüche erhöht, wodurch die T-30 nicht mehr den Anforderungen der europäischen Norm entspricht.⁴¹⁵ Die Tabelle in **Anlage 11** bietet dazu eine Übersicht über die neuen Kennzeichnungen und Bestimmungen der Brandschutztüren. Die Feuerschutztür hat die Aufgabe die Brandausbreitung für eine gewisse Zeit zu verhindern. Diese hohen Ansprüche machen wiederum zahlreiche Prüfungen erforderlich, ob die Tür dafür geeignet ist.⁴¹⁶ Werden aus optischen Gründen Brandschutztüren mit Sichtgläsern eingebracht, müssen dies Brandschutzgläser der Feuerwiderstandsklasse F sein, in seltenen Fällen genehmigt die Bauaufsicht auch G-Gläser.⁴¹⁷ Eine weitere wichtige Einrichtung stellen Feststellanlagen dar. Brandschutztüren müssen in der Regel immer geschlossen sein, ist dies aus betrieblichen Gründen hinderlich für die Arbeitsabläufe, so müssen Feststellanlagen installiert werden, diese ermöglichen in Kombination mit einem Brandmelder das automatische Schließen der Brandschutztür.⁴¹⁸

Neben Bränden gibt es auch noch andere Gefahren für ein Gebäude und die darin befindlichen Personen oder Wertgegenstände, beispielsweise Einbrüche. Auch für diesen Fall gibt es spezielle einbruchhemmende Türen. Für diese Türen gelten die gleichen Widerstandsklassen und Prüfbedingungen, wie für einbruchhemmende Fenster.⁴¹⁹ deren Aufgabe ist es, einem Einbruchversuch längst möglich Stand zu halten und dies unter Einwirkungen verschiedener Werkzeuge. Wie Polizeistatistiken zeigen, brechen Täter ihren Einbruchversuch ab, wenn sie nicht binnen weniger Minuten Zutritt in das Gebäude erlangt haben.⁴²⁰ Diese Türen verfügen über zusätzliche Schutzeinrichtungen, wie verstärkte umlaufende Zargen, gefalzte Türblätter, Stahlsicherungsbolzen, welche hinter der Stahlzarge haken und somit ein Aushebeln verhindern, wartungsfreie Bänder mit gesicherten Bandbolzen, Sicherheitsschlösser, Schließzylinder mit Aufbohrschutz

⁴¹⁴ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.137.

⁴¹⁵ Vgl. Matschi 2015, S. 7.; Vgl. Schopbach 2008, S. 24.

⁴¹⁶ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.137.

⁴¹⁷ Vgl. ebenda, S.137.

⁴¹⁸ Vgl. ATA Electronic 2013, S. 5.

⁴¹⁹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.148.

⁴²⁰ Vgl. ebenda, S.148.

und vieles mehr.⁴²¹ Diese verschiedenen Vorkehrungen sind in ihrer Kombination ausschlaggebend für die jeweilige Widerstandsklasse.

Eine weitere Art der Schutztüren sind Schallschutztüren, welche ihren Einsatz in der Regel in Konzertsälen, Arztpraxen und Konferenz- oder Verhandlungsräumen finden.⁴²² Herkömmliche Zimmertüren haben ein Schalldämmmaß von etwa 15 bis 20 Dezibel, was keinen guten Schallschutz bietet, während Schallschutztüren einen Schalldämmwert von 27 bis hin zu 47 Dezibel aufweisen können.⁴²³ Die Schalldämmvorschriften sind je nach Nutzungsart der Räumlichkeiten unterschiedlich, zum Beispiel wird in herkömmlichen Wohnräumen der Schalldämmwert niedriger angesetzt, als bei öffentlichen Einrichtungen wie Schulen.⁴²⁴ In der DIN 4109 sind alle Anforderungen an Schallschutzmaßnahmen aufgeführt. Allerdings gibt es kaum feste Vorschriften für Verwaltungs- und Bürogebäude, weshalb hierbei nur nach allgemein anerkannten Regeln der Technik gehandelt wird. Die Tabelle in **Anlage 8**, gibt Schalldämmwertempfehlungen für Verwaltungs- und Bürogebäude.⁴²⁵ Da zwar von den technischen Geräten, wie PCs und Büromaschinen kaum noch Lärm ausgeht, so wird doch die Vertraulichkeit der Gespräche in den Räumlichkeiten nie an Bedeutung verlieren, weshalb vertrauliche Informationen stets geschützt werden müssen.⁴²⁶ Dies macht es also besonders in Besprechungsräumen, oder generell in Räumlichkeiten in denen vertrauliche Gespräche geführt werden, notwendig den Schalldämmwert zu erhöhen. Eine Tür allein kann den Schallschutz des Raumes dennoch nicht gewährleisten, da auch die Schalldämmeigenschaften der Wände und Decken eine entscheidende Rolle spielen. Schon die Montage der Tür ist ausschlaggebend für den Schalldämmwert, da die Fugendichtheit zwischen Zarge und Flügel, sowie der Bauanschluss, Bodendichtung und der Verschluss bei falscher Montage den Schalldämmwert der Tür enorm beeinflussen.⁴²⁷

3.2.5 Energetische Faktoren

Die Aufgabe einer Tür, besonders die einer Außentür ist es neben Durchgangs-, bzw. Verschlussmöglichkeiten auch das Innen- vom Außenklima zu trennen.⁴²⁸ Somit soll vermieden werden, dass im Winter die Heizenergie verloren geht, weil die Tür den Luftzug

⁴²¹ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.148.

⁴²² Vgl. ebenda, S.150.

⁴²³ Vgl. ifz Rosenheim 2015, S. 3.

⁴²⁴ Vgl. ebenda, S. 3.

⁴²⁵ Vgl. Sälzer o.A. , S. 1 - 2.

⁴²⁶ Vgl. ebenda, S. 4

⁴²⁷ Vgl. Gressmann u.a. 2014, S.150.

⁴²⁸ Vgl. ebenda, S.114.

nicht verhindert. Hauptsächlich werden also nur Wärmeschutzanforderungen an die Gebäudehülle gestellt und somit im Hinblick auf Türen, ausschließlich auf Außentüren.⁴²⁹ Durch die Novellierung der EnEV von 2014 sind auch im Hinblick auf den Wärmedurchgangskoeffizienten (U_D) von Außentüren Anpassungen gemacht worden. Zuvor lag der U_D bei $2,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und wurde mit der Novellierung auf $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ herabgesetzt, was dem heutigen Stand der Technik entspricht.⁴³⁰ Da zwischen den Räumen, die von Innentüren begrenzt werden, häufig keine großen Temperaturunterschiede herrschen, sind in der EnEV keine Anforderungen an Innentüren enthalten.⁴³¹ Entscheidend ist also nicht der Temperatur-, bzw. Klimaunterschied zwischen einzelnen Räumen, sondern dass die Wärme der Räume im Winter nicht nach außen gelangt und somit Energieverluste verzeichnet werden. Oder auch im Sommer, dass die warme Luft nicht in den kühlen Raum tritt. Der Wärmedurchgangskoeffizient ist ausschlaggebend, abhängig vom Material aus dem die Tür besteht. Vergleicht man Metall- und Holztüren, so wird ein gravierender Unterschied deutlich, wie die folgende Tabelle zeigt. Diese Angaben beziehen sich auf Innentüren, da sie die geforderten Werte für Außentüren nicht erfüllen würden.

432

Tabelle 3: der Wärmedurchgangskoeffizient von Türen

1	Konstruktionsmerkmale	Wärmedurchgangskoeffizient $U_{D,BW}$ in $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
2	Türen aus Holz, Holzwerkstoffen und Kunststoff	2,9
3	Türen aus Metallrahmen und metallenen Bekleidungen	4,0

Außentüren sind nochmals gedämmt und verstärkt, um die EnEV – Anforderungen zu erfüllen.

⁴²⁹ Vgl. Demel 2016, S. 3.

⁴³⁰ Vgl. ebenda, S. 3.

⁴³¹ Vgl. ebenda, S. 3.

⁴³² Willems u.a. 2016. S. 74.

4 Betrachtung der Gebäudebauteile

Gebäudebauteile müssen einen gewissen Standard entsprechend der Anforderungen an die Nutzung des Gebäudes einhalten, dabei spielt unter anderem die Sicherheit, Lebensdauer und der Pflegebedarf dieser Bauteile eine entscheidende Rolle, allgemein nennt man dies die Qualität der Bauteile. Unterschiedliche Materialien und Bauweisen liefern verschiedene Qualitätsstufen, welche je nach Nutzung und Einsatz Vor- und Nachteile haben. Im Folgenden Kapitel werden die Bauteile in Qualitätsstandards unterteilt und deren Einflüsse auf die Nutzung und Verwertung beschrieben, sowie mögliche Kosten und Einsparnisse. Da diese Arbeit eine Bewertungsgrundlage für Büroräume liefern soll, werden die Bauteilstandards auf Bürostandards übertragen und somit eine Entscheidungshilfe geliefert, welche Bauteile für welche Bürostandards empfehlenswert sind. Hierbei gilt es zu bedenken, dass Fenster und Türen allein nicht den Standard von Büroräumen ausmachen, daher werden einige Bürokonzepte beschrieben und die Anforderungen an Fenster und Türen darauf angepasst.

4.1 Bürotypen

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Bürotypen, welche individuell angepasst auf die jeweilige Nutzung sind und die Arbeitsweise der Beschäftigten bestimmt. Einige dieser Bürokonzepte sind Einzelbüros, Mehrpersonenbüros, Gruppenbüros, Kombibüros, Großraumbüros, offene Bürolandschaften und einige mehr.⁴³³ Einige dieser Konzepte werden nun näher beschrieben.

4.1.1 Einzel-, Mehrpersonen- und Gruppenbüros

Die sogenannten Einzelbüros oder auch Zellenbüros sind, wie der Name schon sagt, nur für einen Beschäftigten vorgesehen, um diesem ein ungestörtes Arbeitsumfeld ohne Ablenkung von Geräuschen oder Aktionen anderer Mitarbeiter zu schaffen.⁴³⁴ Diese Einzelbüros sind meistens entlang der Fensterfassade der Immobilie angeordnet und mit einem Gemeinschaftsflur verbunden.⁴³⁵ Außerdem bietet diese Abgeschlossenheit einen diskreten Raum für vertrauliche Gespräche mit Kunden oder Kollegen und die Angestellten können in der Regel auch das Raumklima, die Beleuchtung und Belüftung

⁴³³ Vgl. DGVU 2016, S. 24.

⁴³⁴ Vgl. Hessisches Immobilienmanagement 2010, S. 9.

⁴³⁵ Vgl. DGVU 2016, S. 24.

individuell auf ihre eigenen Bedürfnisse anpassen ohne sich nach dem Kollegen zu richten.⁴³⁶ Die Abgrenzung erschwert dabei allerdings auch die ungehinderte Kommunikation zwischen den Mitarbeitern und mindert eine mögliche Teamarbeit und geregelte Absprachen.⁴³⁷ Weiterhin entsteht ein erhöhter Flächenverbrauch und bei festen Wänden besteht auch nicht die Möglichkeit die Räumlichkeiten flexibel zu verändern und an neue Anforderungen anzupassen.⁴³⁸ Eine mögliche Option, um die Flexibilität und Kommunikation zu erhöhen, ist der Einsatz von flexiblen Trennwandsystemen, welche beweglich und somit wandelbar sind, sowie der Einsatz von Glas- oder Schrankelementen.⁴³⁹

In Büroeinheiten mit mehreren Beschäftigten herrscht häufig ein höherer Geräuschpegel, welcher zu Konzentrationsstörungen und Unbehagen führen kann und somit die Arbeitseffektivität leidet.⁴⁴⁰ In diesen Büros finden von zwei bis sechs oder ab sieben bis 25 Personen Platz, was die Teamarbeit und Absprachen fördert und auch Vertretungen bei Ausfällen schnell ermöglicht, da ein guter Informationsaustausch besteht.⁴⁴¹ Je nach Größe der Räumlichkeit ist hier durchaus eine flexible Umstrukturierung von Arbeitsplätzen nach Bedarf bedingt möglich.⁴⁴² Allerdings wird hier die individuelle Anpassung der Bedürfnisse des einzelnen Mitarbeiters wieder beschränkt, da Klima und Belichtung nicht mehr nur auf einen Einfluss haben, sondern auf alle im Raum.⁴⁴³

4.1.2 Großraum- und Kombibüros

In Großraumbüros herrscht ein starker Lärmpegel, da hier von 30 bis, je nach Größe des Unternehmens, über 100 Personen Platz finden, wie man es aus Call-Centern kennt.⁴⁴⁴ Hierbei findet häufig eine räumliche Untergliederung durch bewegliche Wand- oder Schranksysteme statt, welche allerdings kaum akustischen Schutz bieten und nur zur optischen Abgrenzung fungieren.⁴⁴⁵ Diese wiederum ermöglichen eine jederzeit flexible Umstrukturierung und Umgruppierung der Arbeitsplätze je nach Bedarf. Dieses Raumkonzept bietet zwar im Hinblick auf Teamarbeit und Kommunikation einige Vorteile, ist

⁴³⁶ Vgl. DGVU 2016, S. 24.

⁴³⁷ Vgl. Hessisches Immobilienmanagement 2010, S. 10.

⁴³⁸ Vgl. DGVU 2016, S. 24.

⁴³⁹ Vgl. Hessisches Immobilienmanagement 2010, S. 10.

⁴⁴⁰ Vgl. DGVU 2016, S. 25.

⁴⁴¹ Vgl. ebenda; Vgl. Hessisches Immobilienmanagement 2010, S. 16.

⁴⁴² Vgl. ebenda, S.16.

⁴⁴³ Vgl. Hessisches Immobilienmanagement 2010, S. 11.

⁴⁴⁴ Vgl. Hessisches Immobilienmanagement 2010, S. 13.

⁴⁴⁵ Vgl. DGVU 2016, S. 27.

aber aufgrund der schlechten Belichtung und des hohen klimatischen, sowie brand-schutztechnischen Aufwandes nicht ideal für die tägliche ungestörte Arbeit.⁴⁴⁶ Das bedeutet, dass bei Großraumbüros sehr darauf geachtet werden muss, ob die Arbeitsanforderungen in diesem Bürokonzept durchführbar sind und ob qualitativ hochwertige schalldämmende Raumgliederungssysteme vorhanden sind, welche das Arbeitsklima verbessern.⁴⁴⁷

Eine gute und gebräuchliche Alternative dazu ist das Kombibüro, in diesem Konzept werden die Vorteile von Einzel- und Großraumbüros kombiniert und somit für verschiedene Anforderungen, individuelle Arbeitsplätze geschaffen.⁴⁴⁸ Die Einzelbürozellen werden häufig an der Fensterfront angeordnet und verfügen meist über kleine Grundflächen. Dabei sind sie meist zur Gemeinschaftszone hin verglast, da sonst der der Gemeinschaftsteil schlecht mit Tageslicht versorgt wird.⁴⁴⁹ So kann die Kommunikation und Teamarbeit im Gemeinschaftsbereich stattfinden, während man sich für konzentrierte Einzelarbeit in die Bürozellen zurückziehen kann.⁴⁵⁰

Schließlich zeigt sich die große Bedeutung der Nutzung schon in der Planungsphase, da hier der Grundstein für reibungslose Arbeitsabläufe gelegt wird. Ein Großraumbüro ist schließlich völlig ungeeignet für Arbeiten mit vielen vertraulichen Kundengesprächen, wohingegen große Teamprojekte für Zellenbüros ungeeignet sind. Die Auswahl der Bauteile, ist auch abhängig von der Nutzung und vor allem, vom geforderten Grad der Vertraulichkeit, welche im Büro herrschen soll.

4.2 Fenster

Im Laufe dieser Arbeit wurde eine Vielzahl verschiedener Fenster vorgestellt und beschrieben. Diese Fenster haben unterschiedliche Eigenschaften und in Abhängigkeit vom Material und verschiedenen Sicherheitsbestimmungen auch verschiedene Qualitätsstandards. Diese unterscheiden sich je nach Anforderung des Bauherrn und bedarf einer guten Planung, auch unter Einfluss des FM, um für die jeweilige Nutzung die idealen Bauteile auszuwählen. Im folgenden Kapitel werden diese Qualitätsstandards mithilfe von Gütezeichen und Zertifizierungssystemen eingeteilt.

⁴⁴⁶ Vgl. DGVU 2016, S. 25.

⁴⁴⁷ Vgl. Hessisches Immobilienmanagement 2010, S. 14.

⁴⁴⁸ Vgl. ebenda, S. 20.

⁴⁴⁹ Vgl. DGVU 2016, S. 26.

⁴⁵⁰ Vgl. ebenda, S. 26.

4.2.1 Einteilung in Qualitätsstandards

Die Qualität eines Fensters wird beeinflusst durch das Material und dessen Verarbeitung in Hinblick auf den Fensterrahmen und durch das verwendete Glas. Außerdem spielen verschiedene Zusatzeinrichtungen und die Bedienung dieser, eine wichtige Rolle. Je nach Standard kann das jeweilige Fenster dann passend zur gewünschten Nutzung ausgewählt werden. Die Qualitätsstandards werden in dieser Arbeit in **gering, mittel, hoch** und **sehr hoch** eingeteilt, folglich gibt es vier verschiedene Qualitätsabstufungen zu beachten. Einfluss auf diese Standards haben die im Vorfeld beschriebenen Eigenschaften der Fenster, wie Sicherheit, Reinigung und Instandhaltung, sowie Pflegeaufwand, energetische Faktoren und einige mehr.

Das CE-Kennzeichen gibt keine Auskunft über die Qualität eines Fensters. Eigenschaften wie Widerstandsfähigkeit gegen Windlasten, Schlagregendichtheit, Einhaltung der EnEV Wärmedurchgangskoeffizienten Vorgaben, Strahlungseigenschaften von Glas und die Luftdurchlässigkeit, werden nach vorgeschriebenen Prüfverfahren getestet und erhalten daraufhin das Kennzeichen.⁴⁵¹ Diese Kennzeichnung wurde eingeführt, um die Anforderungen auf dem europäischen Markt zu vereinheitlichen und somit dem Käufer, bzw. Bauherren eine ideale Vergleichsmöglichkeit der verschiedenen Hersteller zu bieten.⁴⁵² Bei Bauteilen in Brandschutzbereichen ist diese Kennzeichnung Pflicht und dies wird sich im Laufe der Jahre auch auf weitere Bereiche ausbreiten.⁴⁵³ Ein Qualitäts- und Gütesiegel hingegen stellen das RAL-Gütezeichen und die ift-Zertifizierung dar. Das RAL-Gütezeichen erhalten nur Fenster, welche sowohl von Material und Verarbeitung, Konstruktion und Bedienfunktion sowie der Montage und vielen weiteren Bestimmungen, den streng festgelegten Anforderungen der RAL-Prüfung entsprechen.⁴⁵⁴ Das ift Rosenheim führt dabei Fremdprüfungen durch, denn das ift Zertifizierungssystem testet die Bauteile in vielfältigen und speziell entwickelten Prüfanlagen auf deren Funktion und Qualität, im Hinblick auf Schlagregendichtheit, Wärmeschutz, mechanische Festigkeit, Bedienkräfte und verschiedene Sicherheitsfunktionen, um nur einige zu nennen.⁴⁵⁵ Diese Zertifizierungen sind international gültig und hoch angesehen, daher besteht zwischen den Institutionen der verschiedenen Gütesiegel und Qualitätszeichen eine enge Zusammenarbeit.⁴⁵⁶ Diese vielfältigen Prüfverfahren dienen der Beschreibung der Bauteilqualität und der Einhaltung gewünschter Anforderungen. Ein Fenster muss gesetzlich

⁴⁵¹ Vgl. ift Rosenheim 2008, S. 1.

⁴⁵² Vgl. ebenda, S. 1.

⁴⁵³ Vgl. ift Rosenheim 2013b, S. 2.

⁴⁵⁴ Vgl. Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V. o.A., S. 3.

⁴⁵⁵ Vgl. ift Rosenheim (o.A.), S.9.

⁴⁵⁶ Vgl. ebenda S.28.

vorgeschriebene Eigenschaften erfüllen und alle zusätzlichen Leistungen sind Merkmale für höhere Standards, je nach Einsatzort und besonderer Funktion des Fensters, welche der Bauherr in der Ausschreibung festlegt. Die folgenden Klassifizierungen basieren auf der Grundlage, der im Laufe dieser Arbeit erlangten Erkenntnisse.

Zur **geringen Qualitätsstufe** zählen hier jene Fenster, welche zwar die Grundaufgaben und gesetzlichen Anforderungen erfüllen, aber keine zusätzlichen besonderen Eigenschaften aufweisen und eine vergleichsweise geringe Lebensdauer haben. Entscheidet sich ein Bauherr für eine geringe Qualität der Bauteile, so liegt dies meist in den Investitionskosten begründet. Gerade was den Wärmedämmwert angeht, wird von der EnEV ein maximaler Wärmedurchgangskoeffizient von $1,3\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ gefordert. Solange das Fenster diesen Wert erreicht, darf es bei Neubauten verwendet werden. Liegt der Wärmedurchgangskoeffizient aber nicht viel tiefer, so lässt sich sagen, dass das Fenster in dieser Hinsicht von geringer Qualität ist, da bessere Werte möglich wären. Generell ist der Wärmedurchgangskoeffizient abhängig von der Kombination der Verglasung und des Rahmens. Das Rahmenmaterial ist ebenso entscheidend, hauptsächlich kommt es aber auf die Bauart des Profils, die Verarbeitung der Dichtungen und die richtige Montage des Fensters an.

Die **mittlere Qualitätsstufe** zeichnet sich durch bessere Testwerte aus, welche allerdings auch noch verbesserungswürdig sind. Sie verfügen schon über einige Zusatzeigenschaften, wie verbesserten Schall- und Einbruchschutz und haben aufgrund der besseren Verarbeitung eine längere Lebensdauer.

Die **hohe Qualitätsstufe** erreicht nahezu beste Testergebnisse in Hinsicht auf energetische Faktoren und Witterungswiderstand. Sie verfügen zudem über bessere Eigenschaften, wie erhöhten Schall- und Einbruchschutz und sind leicht zu bedienen und zu reinigen. Auch der Instandhaltungsaufwand ist gering und senkt somit Kosten. Da die energetischen Eigenschaften gut sind, werden gleichzeitig auch Energiekosten gespart und aufgrund der ansprechenden Optik wirken sich diese Fenster auch auf die Behaglichkeit positiv aus. Außerdem erhöht der Einsatz von kraftbetätigten Fenstern den Komfort der Öffnung und Schließung per Knopfdruck.

Als **sehr hohe Qualität** lassen sich Fenster bezeichnen, welche Bestwerte in den energetischen und Witterungsbeständigkeits- Prüfungen erreichen. Diese sind sogar für Passivhäuser geeignet und bestechen durch optisch und qualitativ hochwertige Materialien und Verarbeitung. Zusatzeigenschaften wie Schallschutz und Einbruch-, Durchschuss- oder sogar Sprengkraftthemmung sind hervorragend. Im Hinblick auf Brandschutz und weitere Sicherheitsmerkmale werden alle Anforderungen erfüllt. Auch hier ist die richtige Montage der Fenster von großer Bedeutung, da bei falschem Einbau auch das beste

Fenster nicht einwandfrei funktioniert. Die Bedientechnik der kraftbetätigten Fenster ist ausgereifter und somit einfacher zu bedienen.

Generell muss der Bauherr entscheiden, welche Anforderungen an das Fenster erfüllt werden müssen, um die sichere und ungehinderte Nutzung der Räumlichkeiten zu garantieren. Empfehlenswert ist es in der Regel immer auf Gütezeichen wie RAL oder die ift Zertifizierung zu achten, da dies eine Auskunft über geprüfte Qualität der Bauteile gibt. Ebenso sollte die Montage dementsprechend zertifiziert und geprüft sein, um die Funktion und Lebensdauer des Fensters wie gewünscht zu gewährleisten. Die Qualität ist also nicht nur abhängig vom Material, sondern von der Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile und der jeweiligen Verarbeitung. Jedes Material hat seine Vor- und Nachteile, die es zu berücksichtigen gilt. Prinzipiell kann auch keine Aussage darüber getroffen werden, ob Holz, Metall oder Kunststofffenster die besseren sind. Es kommt immer auf die Art der Nutzung und die gewünschten Eigenschaften an, die erfüllt werden sollen. So verhält es sich auch mit den verwendeten Gläsern. Eine grundlegende Entscheidungsempfehlung zu geben ist also nicht möglich, aber es können verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt werden, welche für eine bestimmte Nutzung in Frage kommen. Diese Entscheidung über die Wahl der verwendeten Bauteile wirkt sich immer auf die Nutzungsphase und letzten Endes auch auf die Verwertungsphase aus, dies wird in den folgenden Kapiteln verdeutlicht.

4.2.2 Auswirkungen in der Nutzungsphase

Den größten Einfluss in der Nutzungsphase hat die Entscheidung der richtigen Fenster, auf die Kosten, die Arbeitsabläufe und -sicherheit. Abhängig von der Qualität der Materialien und der Verarbeitung bestimmt sich die Lebensdauer der Fenster, sowie der Pflege- und Instandhaltungsaufwand. Bei kurzer Lebensdauer müssen die Fenster öfter erneuert und repariert werden, was die Kosten während der Nutzungsdauer erhöht. Daher muss schon in der Gebäudeplanung darauf geachtet werden, dass die gewünschten Bauteile auch auf die Nutzung angepasst sind und nicht durch Überbeanspruchung schneller verschleißeln als erwartet.

Kunststofffenster beispielsweise haben eine durchschnittliche Lebenserwartung von 40 bis 50 Jahren.⁴⁵⁷ Diese Spanne zeigt die Auswirkung der verschiedenen Qualitäten solcher Fenster. Diese Differenzen sind außerdem Abhängig von der Regelmäßigkeit und

⁴⁵⁷ Vgl. Reis 2016, S.9.

Intensivität der Instandhaltungsaufgaben. Bei Kunststofffenstern werden Pflege- und Instandsetzungsintervalle von etwa fünf Jahren empfohlen.⁴⁵⁸ Ein Kunststofffenster geringer Qualität hat also eine maximale Lebenserwartung von etwa 40 Jahren, wohingegen das einer sehr hohen Qualität mindestens 50 Jahre hält. Da ein Gebäude eine Lebenserwartung von 80 bis 100 Jahren hat, kann man davon ausgehen, dass die Fenster in dieser Zeit mindestens zweimal ausgetauscht werden müssen. Daher macht es für die Gesamtbetrachtung der Kosten in der Nutzungsphase durchaus einen Unterschied, wie langlebig das Fenster ist. Hinzu kommen Kosten für Reparaturen und Pflegeaufwendungen, welche in der Regel bei Fenstern geringer Qualität höher sind, da sie häufiger anfallen. Fenster haben in der Nutzungsphase besonders Einfluss auf die Behaglichkeit im Raum. Daher ist die Auswahl von Rahmenmaterial, Farbe, Form und Öffnungsart des Fensters ebenso von großem Interesse. Des Weiteren muss auch die Anordnung der Fenster gut durchdacht werden, damit sie beim Öffnen nicht den Arbeitsplatz behindern oder Verletzungsgefahren davon ausgehen. Auswirkungen, besonders auf die Kosten in der Nutzungsphase, haben Reinigung und Instandhaltung, je nachdem wie das Fenster konstruiert und montiert ist, macht es diese Arbeiten entweder leicht oder schwer. Die Kosten erhöhen sich, je mehr zusätzlicher Aufwand betrieben werden muss, um diese Arbeiten durchzuführen. Wird zusätzliche Technik benötigt, wie Hubsteiger, um die Fenster zu erreichen, empfiehlt es sich sowohl Reinigungs-, als auch Instandhaltungsarbeiten zur selben Zeit durchzuführen, da die Technik sonst nochmal bestellt werden muss, was wiederum zu Kosten führt. Wie im Kapitel 3.2.3 bereits erläutert wurde, ist auch das Reinigungsmittel und -werkzeug abhängig vom Material der Bauteile und bestimmt ebenso die entstehenden Kosten. Die folgende Formel stellt dar, wie die Reinigungskosten, für Fensterflächen, im Jahr berechnet werden können.

Formel 1: Berechnung der Reinigungskosten für Fenster im Jahr⁴⁵⁹

$$RF_N = \frac{1}{A_{NGF}} \cdot \left(\sum_i A_{F,i} \cdot f_i \cdot p_{F,i} \right) \cdot lk_F \quad [€/a]$$

A_{NGF} Nettogrundfläche (m²) nach DIN 277-1 des realisierten Gebäudes

$A_{F,i}$ Fensterfläche je Teilbereich i

f_i Anzahl Reinigungen pro Jahr

$p_{F,i}$ Reinigungsleistungswert des Fensters in Abhängigkeit des Reinigungsintervalls (h/m²)

lk_F Stundenverrechnungssatz der Lohnkosten für die Reinigungsdienstleistung Fensterflächen (€/h)

⁴⁵⁸ Vgl. Reis 2016, S.9.

⁴⁵⁹ BMVBS 2011, S. A4.

Hierdurch wird deutlich, welchen Einfluss auch die Größe der Fensterflächen und die Anzahl dieser auf die Bewirtschaftungskosten hat. In der Reinigungsausschreibung müssen also die Reinigungsintervalle festgelegt werden, das bedeutet, wie oft im Jahr sollen die Fensterflächen gereinigt werden. Einmal im Jahr sollte dies mindestens durchgeführt werden und je nach Entscheidung des Eigentümers oder Betreibers soll individuell entschieden werden, wie oft die Reinigung gewünscht wird.

In Hinsicht auf den Energieverbrauch im Gebäude spielt die Art und Qualität der Fenster eine ebenso große Rolle, da sie bei guter Wärmedämmung die Wärmeenergie im Raum behalten und weniger an die Umwelt abgeben. Dies spart Heizkosten und hilft dabei die Umwelt, vor übermäßigem Ressourcenverbrauch zu schützen. Die Qualität ist auch hierbei entscheidend, da die Gläser und Rahmen unterschiedlich kombiniert, konstruiert und verbaut werden können. Je höher die Qualität, desto mehr kann eingespart werden, da sie einen besseren Wärmeschutz bieten. Holzfenster bieten rahmenabhängig den besten Wärmeschutz im Vergleich mit den anderen Rahmenmaterialien, allerdings ist hierbei der Pflegeaufwand etwas höher als bei Kunststoff oder Aluminiumfenstern. Eine mögliche Alternative ist hierbei das Verbundfenster, also beispielsweise eine Kombination aus Holz und Aluminium, dies bietet einen guten Wärmeschutz und gleichzeitig einen geringen Pflegeaufwand. Die verschiedenen Möglichkeiten wurden ausführlich im Kapitel 3.1.1 beschrieben. Natürlich spielen dabei auch die verwendeten Scheiben eine wichtige Rolle. Mit der Richtigen Kombination und Konstruktion kann das Fenster einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,65 erlangen.

Der Eigentümer, oder Betreiber des Gebäudes hat außerdem die Verantwortung zu tragen, die Sicherheit im und um das Gebäude zu gewährleisten. Daher müssen Bauteile wie Fenster regelmäßig auf ihre Funktion und Sicherheit geprüft werden. Mängel und Schäden müssen schnellstmöglich behoben werden und die Nutzer sind zum richtigen Umgang mit den Bauteilen zu unterweisen, damit sie sachgemäß benutzt werden können und nicht durch falsche Handhabung beschädigt werden. Je hochwertiger das Fenster ist, umso geringer ist die Abnutzung bei sachgemäßer Benutzung. Dies spart wiederum Kosten für Reparaturen und Pflegebedarf. Auch im Fall von Sachbeschädigung und Verletzungen durch defekte Bauteile ist es von hohem Interesse, dass der Betreiber alle nötigen Maßnahmen unternommen hat, um diese Vorfälle zu vermeiden, nur dann greift die Versicherung. Ist dem Betreiber allerdings Fahrlässigkeit nachzuweisen, so haftet er für die entstandenen Schäden, dies nennt man Betreiberverantwortung. Ein weiterer Punkt zur Sicherheit von Mensch und Gebäude sind entsprechende Sicherheitsvorrichtungen zum Schutz gegen Eindringen durch Unbefugte oder Umwelteinflüsse und Feuer. Häufig fungieren Fenster auch als Entrauchungsmöglichkeiten, um die Rettung der Personen zu erleichtern. Außerdem ist besonders bei Verglasungen im Innenbereich die Brandschutzverglasung ein entscheidendes Thema. In erster Linie steht

die Sicherheit und Rettung der Personen im Vordergrund, Wertgegenstände sind zweitrangig. Dies ist nicht nur im Brandfall, sondern auch bei Einbrüchen oder Überfällen so. Allerdings geschehen Einbrüche in der Regel unter Abwesenheit der betroffenen Personen, daher wird einbruchhemmende Sicherheitsverglasung und diverse Verriegelungen und einbruchhemmende Mechanismen immer bedeutsamer, gegebenenfalls auch unter zusätzlicher Verwendung von Sicherheitssystemen wie Kameras oder Alarmanlagen. Dies gilt in dafür gefährdeten Bereichen, wie Banken oder Hochsicherheitsbereichen auch für Durchschuss- oder Sprengwirkungshemmendes Glas, um Personen und wertvolle Gegenstände zu schützen. Diese Vorrichtungen sind zwar mit erhöhten Investitionskosten verbunden, hat aber nachhaltig einen Mehrwert für die Sicherheit und die ist das höchste Gut.

Bauteile sollten immer so gewählt werden, dass sie die Arbeitsabläufe im Gebäude nicht behindern, im besten Fall sogar unterstützen. Dies gilt auch für Fenster. Besonders im Hinblick auf barrierefreie Bedienung und hinderungsfreie Öffnung und Schließung. Beispielsweise eine Drehflügelöffnung nimmt viel Raum in Anspruch, weswegen der Flügel häufig stört und bei Luftzügen auch häufig selbstständig wieder in den Rahmen fällt. Dies kann zum einen Gegenstände umstoßen und beschädigen und zum anderen auch zu Verletzungen der Personen führen. Eine Kippöffnung ist zum Lüften allerdings auch nicht gut geeignet da, wie im Kapitel 3.1.5 beschrieben nur der raum ausgekühlt wird. Eine ideale Alternative ist die relativ neue Parallelabstellung, welche beim Öffnen kaum Raum in Anspruch nimmt und dennoch eine gute Lüftungsfunktion bietet.

Die Kombination der Möglichkeiten sollte also genau auf die Anforderungen der Arbeit im Büro angepasst werden und alle nötigen Funktionen und Eigenschaften beinhalten, die dem Ablauf nicht hinderlich und im besten Fall förderlich sind. Außerdem müssen gesetzliche Vorschriften mindestens eingehalten, wenn nicht sogar übertroffen werden, um beispielsweise die Umwelt zu schützen und Energiekosten zu sparen. Der hohe planerische Aufwand und die erhöhten Investitionskosten zahlen sich letztendlich aus, wenn dadurch die Nutzungskosten geringgehalten werden können. Schließlich machen die Nutzungskosten 76% der Gesamtkosten aus und diese sind im Nachhinein schwer zu beeinflussen. Daher muss dies bereits in Planung und Bau berücksichtigt werden.⁴⁶⁰

4.2.3 Auswirkungen in der Verwertungsphase

Die Verwertungsphase bringt häufig die Frage mit sich, wie und wo die verwendeten Baustoffe und Bauteile entsorgt werden. Hierbei ist das Thema Recycling sehr wichtig.

⁴⁶⁰ Vgl. Rotermund 2014, S.5.

In der heutigen Zeit ist aufgrund der immer weiterwachsenden Bevölkerung auf der Erde die Ressourcenschonung von großer Bedeutung. Daher ist die Rückführung von Baustoffen und Materialien in den Ressourcenkreislauf gewünscht.⁴⁶¹ Die Kosten für die Entsorgung nicht recyclebarer Stoffe ist außerdem erheblich, da diese auf Sondermülldeponien gelagert und vernichtet werden müssen und dies der Umwelt schadet. Umso wichtiger ist es darauf zu achten, dass alle Rohstoffe recycelt oder sinnvoll verwertet werden. Es gibt zur Unterstützung der Recyclingkette Initiativen, wie die des VFF, welche sich intensiv für die Wertstoffrückgewinnung engagieren und die Abfallbesitzer bei der richtigen Entsorgung unterstützen. Die alten Holzrahmen werden als CO₂-neutraler Energieträger angesehen und daher zur Energieversorgung in Biomasse-Heizkraftwerken verwendet.⁴⁶² Glas, Kunststoff und Metall kann recycelt werden, dafür ist allerdings noch sehr viel Energieaufwand notwendig, dennoch ist es ein großer Schritt die Rohstoffe wieder verwenden zu können. Die folgende Abbildung verdeutlicht den Verwertungskreislauf der unterschiedlichen Fenstermaterialien nochmals.

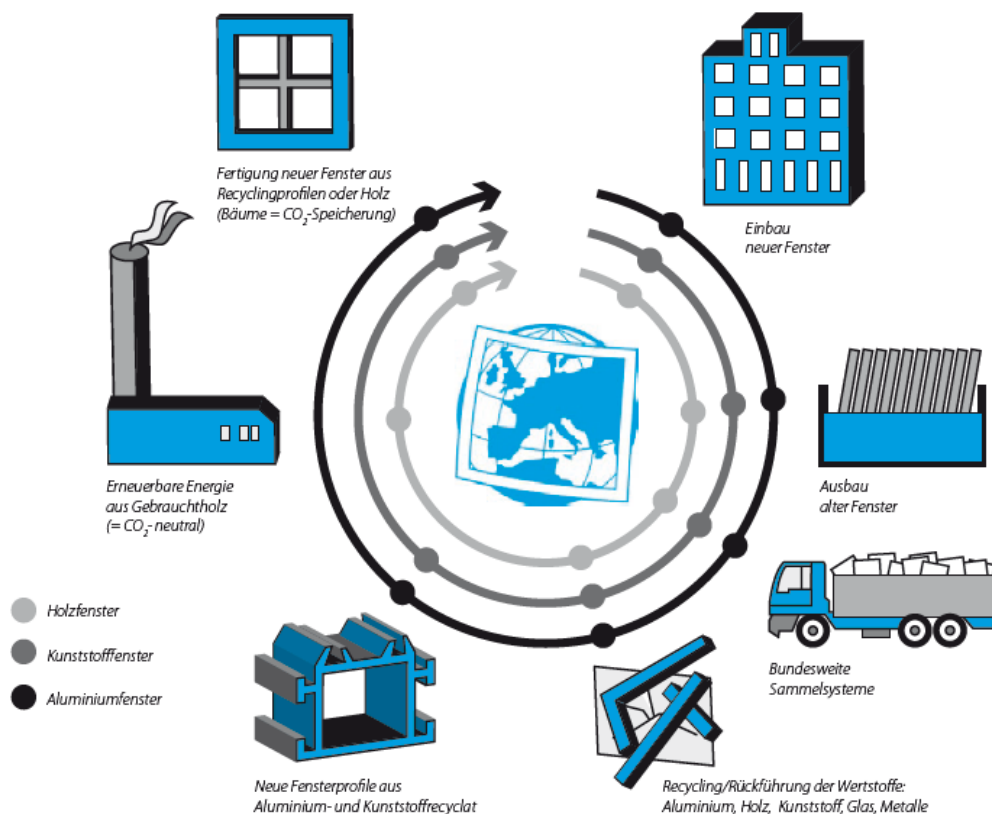


Abbildung 8: Verwertungskreislauf von Fenstern⁴⁶³

⁴⁶¹ Vgl. VFF o.A., S.2.

⁴⁶² Vgl. ebenda, S.3.

⁴⁶³ Vgl. ebenda, S.4.

Zur Verwertungsphase gehört jedoch nicht nur die Entsorgung der Bauteile, sondern auch der Einsatz neuer, bei Renovierung und Sanierungen. Daher ist bei der Errichtung des Gebäudes eine möglichst flexible Gestaltung sehr von Vorteil. Das bedeutet, dass Raumaufteilungen und Anschlüsse ohne viel Aufwand veränderbar sind. Dies spart enorme Kosten für den Umbau und die Revitalisierung oder Umnutzung von Gebäuden. Ganz abhängig vom Alter, Zustand und Normeinhaltung der Fenster, können sie ersetzt oder beibehalten werden. Sind sie zu ersetzen, fallen nicht nur die Neuanschaffungskosten, sondern auch die Entsorgungskosten an, welche je nach Material der Rahmen und des Glases unterschiedlich hoch ausfallen können.

4.3 Türen

Türen verhalten sich in Hinsicht auf die Qualität ähnlich wie die Fenster. Nur das hierbei zwischen Außen- und Innentüren unterschieden werden muss, welche unterschiedliche Anforderungen erfüllen müssen. Dennoch gibt es wie bei Fenstern, besondere Zusatzeigenschaften, wie zusätzlichen Wärmeschutz, Sicherheitsvorrichtungen und Brandschutzbestimmungen. Auch bei Türen ist es von großer Bedeutung die Eigenschaften der verschiedenen Türen genau an die Nutzung anzupassen um ein ideales Arbeiten im Büro zu ermöglichen.

4.3.1 Einteilung in Qualitätsstandards

Türen werden generell unterschieden in Außen- und Innentüren, denn Außentüren unterliegen aufgrund der unterschiedlichen Klimata zwischen innen und außen besonderen Anforderungen was Wärme- und Wetterschutz angeht. In öffentlichen Gebäuden spielt auch der Brandschutz eine besondere Rolle, sowie Rettungs- und Fluchtwege. Bei den Türen spielt dabei die Kombination der verschiedenen Materialien sowie die Öffnungsrichtung eine entscheidende Rolle.

Generell werden hierbei auch Türen in die gleichen Qualitätsstufen wie Fenster eingeteilt: **gering, mittel, hoch, sehr hoch**. Wie schon erwähnt, muss hierbei dennoch zwischen Außen- und Innentüren unterschieden werden.

Die Anforderungen an Außentüren sind vergleichbar mit denen der Fenster. Außentüren lassen sich nochmals unterscheiden in Haustüren und Balkon- oder Terrassentüren. Haustüren machen häufig einen massiven und repräsentativen Eindruck. Sie sollen das Gebäude vor unbefugtem Eindringen schützen und dennoch einladend für Besucher oder Kunden wirken. Die Balkon- oder Terrassentüren sollen hingegen viel Licht in den Raum lassen und dabei den Blick nach draußen möglichst nicht stören. Sie fungieren wie eine Art Fenster, stehen allerdings dem Einbruchschutz kaum in etwas nach.

Außentüren **geringer Qualität** erfüllen gerade alle gesetzlich geforderten Bestimmungen an Außentüren, wie die Einhaltung des Wärmedurchgangskoeffizienten von 1,8 W/(m²K), laut DIN 4108-2. Außerdem erfüllen sie die Anforderungen an Luftdichtheit, Schlagregen, Windlasten und viele weitere, ebenso wie Fenster auch. Allerdings sind an Innentüren kaum Anforderungen gestellt, daher unterscheidet sich hierbei die Qualität hauptsächlich in der Auswahl der Materialien, Verarbeitung und Stabilität.

Außentüren **mittlerer Qualität** erzielen bessere Testergebnisse und haben aufgrund der besseren Verarbeitung und Materialien eine längere Lebensdauer. Sie sind außerdem stabiler und bieten bessere Eigenschaften in Hinsicht auf Sicherheit und Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse.

Die **hohe Qualität** zeichnet sich durch noch bessere Prüfergebnisse aus, welche durch die Verarbeitung und Materialauswahl entstehen. Sie verfügen außerdem über zusätzliche Funktionen, wie automatische Steuerungen und Sicherheitseinrichtungen. Der Verschleiß der Teile ist geringer da auf hochwertigere Werkstoffe zurückgegriffen wurde und somit ist auch die Lebensdauer deutlich länger.

Eine sehr **hohe Qualität** zeichnet sich durch hervorragende Prüfergebnisse aus, sie bietet ausgezeichneten Schutz vor äußeren Einflüssen und besticht durch leichte Bedienbarkeit und eine einladende Optik. Auch hier spielt die Automatisierung eine Rolle, den Nutzer zu unterstützen. Zusätzliche Eigenschaften wie Einbruchhemmung und Brandschutz sind hierbei ebenso vorhanden. Reparatur- und Pflegeaufwand sind auch hier deutlich gesenkt, als bei der geringen und mittleren Qualitätsstufe, da die verwendeten Werkstoffe optimal an die bestehenden Verhältnisse angepasst werden.

Innentüren lassen sich hinsichtlich ihrer Qualität anhand der Hygrothermischen Belastbarkeit und Beanspruchungsstufen leicht in niedrige mittlere und hohe Qualität unterteilen, mit Ausnahme von Funktionstüren wie Brand- und Rauchschutztüren. Diese Einteilung ist in tabellarischer Form in **Anlage 8** zu finden.

4.3.2 Auswirkungen in der Nutzungsphase

Die Auswahl der richtigen Tür für die entsprechenden gestellten Anforderungen hat durchaus auch Einflüsse auf die Zeit der Bewirtschaftung des Gebäudes. Dies ist der Grund, weshalb in der Planungsphase besonders auf die Arten der Türen, deren Aufbau und Öffnungsart sowie die jeweilige Qualität der Türen geachtet werden muss. Sie sollen so verbaut werden, dass sie den Arbeitsabläufen der Nutzer nicht hinderlich, sondern förderlich sind. Die Auswahl der Tür kann auch Auswirkungen auf den Energieverbrauch im Gebäude haben, da Türen unterschiedlicher Qualitäten auch verschiedene Wärme-

dämmwerte haben. Hauptsächlich bezieht sich dies auf Außentüren, da diese das Außenklima vom Klima im Gebäude abgrenzen. Hierfür muss der Wärmedurchgangskoeffizient maximal bei $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liegen, um der EnEV zu entsprechen. Je niedriger dieser Wert ist, umso besser ist es für die Energiebilanz des Gebäudes, da weniger Verluste verzeichnet werden. Dies wirkt sich wiederum auf die Kosten für den Betrieb des Gebäudes aus. Doch wie bei den Fenstern ist dies nicht nur abhängig von Material und Konstruktion der Tür, sondern auch vom richtigen und sachgemäßen Einbau dieser in die Gebäudehülle. Eine Außentür muss außerdem äußeren Witterungseinflüssen, wie Wind und Regen standhalten können, die benötigten Widerstandsklassen können anhand der, im Vorfeld beschriebenen, Einsatzempfehlung des ift-Rosenheim passend ausgewählt werden. Gerade in öffentlichen Gebäuden ist die Sicherheit von großer Wichtigkeit, daher gibt es spezielle Vorschriften zum Thema Brandschutz und diese stellen wiederum gewisse Anforderungen an die dafür erforderlichen Türen. Die verschiedenen Arten von Sicherheits- und Funktionstüren wurden bereits im Kapitel 3.2.4 beschrieben. Der Einsatz von Funktionstüren wirkt sich wiederum auf die entstehenden Kosten aus, da diese sowohl in der Anschaffung, als auch in der Bewirtschaftung teurer sind, als herkömmliche Türen. Sie unterliegen einer jährlichen Prüfpflicht durch geschultes Fachpersonal, um die einwandfreie Funktionsweise im Gefahrenfall garantieren zu können. Bei herkömmlichen Innentüren liegt der Qualitätsunterschied in der Aufbauweise und an der Materialauswahl, da diese die Stabilität bestimmen. Verschiedene Beschichtungen oder Dekore schützen die Tür außerdem vor Abrieb und Stoßbeschädigungen. Die Qualität der Innentüren ist ausschlaggebend für den Pflege- und Instandsetzungsaufwand, da Türen höherer Qualität häufig langsamer verschleifen und daher seltener Reparaturen vorgenommen werden müssen. Das bedeutet man kann durch Investition in Qualitätstüren durchaus wiederum Bewirtschaftungskosten einsparen, unter Voraussetzung der sachgemäßen Benutzung der Bauteile. Automatisierte Türen können unter Umständen den Arbeitsablauf erleichtern und bieten außerdem die Möglichkeit der Barrierefreiheit. Dies wird in öffentlichen Gebäuden wie Behörden sogar gefordert. In diesem Fall sind zwar die Investitionskosten wieder höher, aber die Nutzung wird komfortabler. Allerdings ist auch hier aufgrund der Automatisierung ein höherer Instandhaltungsaufwand nötig, welcher die Kosten wiederum erhöht. In streng vertraulichen Bereichen eines Büros sollte außerdem auf einen erhöhten Schallschutz geachtet werden, der höhere Schallschutz macht sich wiederum im Investitionspreis bemerkbar, doch die Sicherung vertraulicher Informationen steht hierbei im Vordergrund. Diese Türen haben außerdem keinen erhöhten Instandhaltungs- oder Pflegeaufwand als herkömmliche Innentüren. Einbruchschutzmaßnahmen betreffen in der Regel wieder nur die Außentüren, allerdings sind in Bereichen wie Banken oder Hochsicherheitsbereichen auch Innentüren mit verstärktem Einbruch-, Durchschuss- oder Sprengschutz ausgestattet. Diese Themen verdeutlichen die Wichtigkeit der genauen Planung für den Einsatz der richtigen Bauteile für die gegebenen Anforderungen an verschiedenen Arbeitsplätzen.

Allein an den Bauteilen Türen und Fenstern kann man die Auswirkungen auf die Betriebsphase kaum nachvollziehen. Schließlich spielt in einem Gebäude alles zusammen, von den Bauteilen und Werkstoffen über Fußboden und Wandbeläge bis hin zu technischen Anlagen. Alle diese Teile müssen aufeinander abgestimmt sein und die geforderten Eigenschaften erfüllen, um wie gewünscht zu funktionieren. Dies macht die Aufgabe des FM und der Planer so schwer, da sie alle Eventualitäten berücksichtigen müssen, um den Arbeitsablauf im Gebäude so reibungslos wie möglich zu gestalten.

4.3.3 Auswirkungen in der Verwertungsphase

Die Lebensdauer von Gebäuden und Bauteilen ist begrenzt, daher kommt es nach der Phase des Betriebs zwangsläufig früher oder später zur Verwertungsphase. In der Regel setzt diese ein, wenn die Bauteile des Gebäudes nicht mehr nutzbar und veraltet sind und somit eine Sanierung erforderlich ist. In manchen Fällen wird aber auch nur die Nutzung des Gebäudes verändert, bevor die Bauelemente ersetzt werden müssen. In diesem Fall wäre es von Vorteil, wenn sie auch den Anforderungen der neuen Nutzung entsprechen, um nicht neu investieren zu müssen. Dennoch dreht es sich in der Verwertungsphase häufig um die Entsorgung von Bauteilen, ähnlich wie bei Fenstern. Sie werden in die verschiedenen Werkstoffe zerlegt aus denen sie bestehen, wie Metall, Holz, Kunststoff oder Glas, um die einzelnen Bestandteile getrennt recyceln zu können. Dieser Vorgang wurde bereits im Kapitel 4.2.3 beschrieben.

Entscheidend bei der Verwertung ist die Schonung der vorhandenen Ressourcen und das bedeutet, es soll vermieden werden, dass Rohstoffe wie Plastik, Metalle oder Holz verschwendet und in Verbrennungsanlagen entsorgt werden, wo sie keinen Nutzen mehr bringen. Die Rückführung in den Werkstoffkreislauf ist dafür die optimale Lösung für Mensch und Umwelt.

5 Empfehlung als Zusammenfassung

Türen und Fenster sind in vielfältigen Formen und Öffnungsarten, sowie zahlreichen Sicherheits- und Sonderfunktionen erhältlich. Die richtige Wahl für das geplante Gebäude ist sehr umfangreich und beeinflusst die Arbeitsabläufe der Personen im Gebäude erheblich. Daher ist es von großem Interesse schon im Vorfeld die Wahl dieser Bauteile nach den Kernprozessen des Unternehmens auszurichten und diesbezüglich auch ein Reinigungs- und Instandhaltungskonzept und Nutzungspläne anzufertigen, um die passenden Fenster und Türen für das Objekt auszuwählen. Auch die Anordnung und die Öffnungsarten dieser sind entscheidend für den Betrieb. Da auch die Energieeinsparung ein immer bedeutenderes Thema wird, muss sich unbedingt an die gesetzlichen Vorschriften wie die EnEV gehalten werden. Durch die Verwendung von hochwertigen Bauteilen, die genau auf die Bedürfnisse des Bauherren abgestimmt sind, können generell Betriebskosten eingespart werden. Fenster und Türen alleine sind zwar nicht hochgradig ausschlaggebend für die Einsparung der Betriebskosten, aber sie legen den Grundstein für zusätzliche Einsparmaßnahmen. Generell muss das ganze Gebäude in sich abgestimmt sein, um einen einwandfreien Betrieb zu ermöglichen und dabei auch Kosten zu sparen. Bauteile wie Wände, Decken, Fußböden und technische Anlagen stellen ebenso bedeutende Faktoren dar, die in weiterführenden Arbeiten behandelt werden können.

Gerade im gewerblichen Bereich, wie bei Büros, spielt die Anordnung der Fenster eine wichtige Rolle, da das einfallende Sonnenlicht die Angestellten nicht blenden und somit stören soll. Daher sind auch Verschattungsmöglichkeiten sinnvoll. Ebenso ist die Öffnungsart zu beachten, einerseits aufgrund der Lüftungseigenschaften, andererseits darf das Fenster im geöffneten Zustand den Arbeitsbereich nicht stören. Die Arbeitsstättenverordnung, sowie die technischen Regeln für Arbeitsstätten bieten hierzu Maßnahmen, die bei Einhaltung einen sicheren und störungsfreien Arbeitsbereich sichern.

Die folgende tabellarische Zusammenfassung bietet einen Überblick über die erlangten Erkenntnisse im Laufe dieser Arbeit. Sie gibt gleichzeitig zur Unterstützung der Bauherren ein Auswahlschema zur übersichtlichen Auswahl der Bauteile passend zu den gestellten Anforderungen. Auch die in den Anlagen angefügten Tabellen, zum besseren Verständnis der Übersichten, bieten nochmals einen Überblick über die verschiedenen Eigenschaften, die ein Fenster oder eine Tür aufweisen kann.

Der erste Schritt ist die Auswahl der gewünschten Fensterformen, je nach Form wird die gewünschte Anzahl der Fensterflügel ausgewählt. Darauf folgt die Auswahl des händigen oder automatischen Betriebs und des Rahmenmaterials unter den gebräuchlichsten Materialien: Holz, Kunststoff, Aluminium und Stahl. Hierbei können auch zwei Materialien angekreuzt werden, um ein Verbundfenster auszuwählen. Bei der Öffnungsart können ebenfalls mehrere bestimmt werden, daraus ergibt sich dann eine Kombination, wie zum Beispiel ein Fenster mit Dreh-, Kipp- und Parallelabstellöffnung. Der Windlastwiderstand, die Schlagregendichtheit und Luftdurchlässigkeit können anhand der ift Richtlinie zur Einsatzempfehlung für Fenster und Außentüren, wie im Kapitel 3.1.1 bereits beschrieben, festgelegt werden. Die entsprechenden Tabellen sind in den **Anlagen 3** und **4** und auf den Seiten 39 bis 41 zu finden. Soll die Tür bestimmte Brandschutzbestimmungen erfüllen, so kann auch dies im Auswahlschema angegeben werden, ebenso wie bestimmte Schall- oder Einbruchschutzanforderungen. In der **Anlage 11** liegt eine Übersicht über die verschiedenen Brandschutzklassen vor. Eine Tabelle zu den verschiedenen Schallschutzklassen liefert die **Anlage 8**. Die **Anlage 5** zeigt die Widerstandsklassen zum Einbruchschutz, welche auch für Türen gelten. Außerdem ist die Auswahl verschiedener Sicherheitsgläser möglich. Allgemein ist bei der Anwendung dieses Auswahlschemas zu beachten, dass diese nur zur besseren Übersicht dient und alle Wünsche nochmals mit dem Hersteller genaustens abgesprochen werden müssen. Auf dessen Empfehlungen ist unbedingt zu achten. Bei der Wahl des Herstellers sollte zudem auf Qualitätszertifizierungen, wie die RAL, geachtet werden, sowohl bei dem Bauteil an sich, als auch bei der Montage. Diese Zertifizierung garantiert eine bestimmte und geprüfte Qualität.

Das Auswahlschema zu den Türen verhält sich ähnlich wie das der Fenster. Zuerst werden Türformen und Öffnungsart bestimmt und dazu die jeweiligen gewünschten Eigenschaften ausgewählt. Es kann ausgewählt werden, wie viele Türflügel gewünscht sind, ob es sich dabei um Innen- oder Außentüren handelt, aus welchem Material diese bestehen und ob sie händig oder automatisch bedient werden sollen. Darauf folgt die Auswahl des Materials der Tür. Bei Innentüren wird nochmals unter verschiedenen Türeinlagen und hygrothermischen, sowie mechanischen Beanspruchungsklassen unterschieden. Diese Klassen sind in **Anlage 9** nochmals tabellarisch dargestellt. Es folgt die Auswahl verschiedener Sicherheitsmerkmale, wie Einbruchschutzklassen, die in **Anlage 5** dargestellt sind, verschiedenen Brandschutzklassen wie in **Anlage 11** und Schallschutzklassen welche in **Anlage 8** veranschaulicht werden. Bei Außentüren können verschiedene Stufen der Schlagregendichtheit, Klimabeständigkeit, Luftdurchlässigkeit und Windlastwiderstand ausgewählt werden. Die jeweiligen Tabellen zur Auswahlhilfe sind in **Anlage 12** bis **15** dargestellt. Auch hierbei gilt, stets auf die Empfehlung des Herstellers zu vertrauen und dieses Auswahlschema lediglich zur Unterstützung zu verwenden. Der Hersteller weiß, welche Tür zu den Anforderungen des Auftraggebers passt. Um diese Anforderungen zu verdeutlichen, gilt das Auswahlschema als Hilfe. Ebenso ist auch bei Türen auf die RAL- Zertifizierung zu achten, um eine geprüfte Qualität, sowohl vom Bauteil, als auch von dessen Montage zu garantieren.

Abschließend lässt sich sagen, dass es keine allgemeine Empfehlung gibt, welches Fenster oder welche Tür am besten ist. Wichtig ist immer, die Bauteile und deren besondere Eigenschaften an den täglichen Betrieb im Gebäude anzupassen und die gesetzlichen Vorschriften und Richtlinien einzuhalten. Die Planer sollten mithilfe ihrer Konzepte das Gespräch mit einem zertifizierten Hersteller suchen und sich beraten lassen. Dieser kann dann den Wünschen des Bauherrn entsprechende Bauteile liefern und montieren. Somit ist sichergestellt, dass das Bauteil eine bestimmte Qualität aufweist, die gewünschten Eigenschaften garantiert sind und es entsprechend der Nutzungs-, Reinigungs- und Instandhaltungskonzepte seinen Zweck erfüllt. Mithilfe dieser Arbeit können Planer, Facility Manager und Bauteilhersteller Hand in Hand arbeiten und zum bestmöglichen Ergebnis für den Bauherrn und die Nutzer kommen.

Literatur- und Quellenverzeichnis

ArbStättV - Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2016): Arbeitsstättenverordnung. Bonn: Hausdruckerei, BMAS

Arwed, Tomm (2000): Ökologisch planen und bauen. Das Handbuch für Architekten, Ingenieure, Bauherren, Studenten; Baufirmen, Behörden, Stadtplaner, Politiker. 3., vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg

ASR A1.6 - Ausschuss für Arbeitsstätten – ASTA-Geschäftsführung – BauA (2017): Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR). Fenster, Oberlichter, lichtdurchlässige Wände. ASR A1.6

ASR A1.7 - Ausschuss für Arbeitsstätten – ASTA-Geschäftsführung – BauA (2017): Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR). Türen und Tore. ASR A1.7

ATA Electronic – Alarmtechnik Alexander GmbH (2013): Rund um die Tür. Baurechtliche Anforderungen. Erfurt: BHE

Balck, Henning und Merz, Wilhelm (2004): Prozesse der FM-gerechten Bauplanung. Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

Benitz-Wildenburg, Jürgen (o.A.): Holzfenster Heute. Ift – Rosenheim.

Benitz-Wildenburg, Jürgen und Rossa, Michael (2013): Sonnenschutz in der Fassade – wohin mit Sonne und Licht? Rosenheim: ift Rosenheim

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (2016): Glas- und Fassadenreinigung, Instandhaltung sicher und wirtschaftlich planen. Abruf-Nr.: 670. Berlin: BG der Bauwirtschaft

Beschlag Paul GmbH (o.A.): Das Innenleben einer Tür. Frankfurt: Beschlag Paul GmbH

BMUB - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden. 2., aktualisierte Auflage. Berlin: Druckerei Conrad

BMVBS - Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011): Bewertungssystem nachhaltiges Bauen (BNB) Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude.

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. (2017): Schallschutz. Planung und Berechnung nach neuer DIN 4109:2016-07. Düsseldorf: Verlag Bau + Technik GmbH

Bundesverband ProHolzfenster e.V. (2003): Materialvergleich bei Fenstern. Berlin: ProHolz.

Demel, Manuel (2016): Auswirkungen der EnEV auf Türen und Tore. Chancen für die Branche. Rosenheimer Tür- und Tortage 2016. Rosenheim: ift Rosenheim

DGfH – Innovations- und Service GmbH (2000): Informationsdienst Holz. Einheimische Hölzer und ihre Verwendung. Holzbau Handbuch. Reihe 4. Teil 2. Folge 2.

DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (2016): Büroraumplanung. Hilfen für das systematische Planen und Gestalten von Büros. DGUV Information 215-441. Berlin: DGUV

DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (2017): Türen und Tore. DGUV Information 208-022. Berlin: DGUV

Diederichs, Claus Jürgen (2006): Immobilienmanagement im Lebenszyklus. Projektentwicklung, Projektmanagement, Facility Management, Immobilienbewertung. 2., erweiterte und aktualisierte Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag

Dittmar, Anika und Kummert, Kai (2010): Nachhaltigkeit im Facility Management – eine Verständniserweiterung im Sinne der Ganzheitlichkeit. Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

DIN 18960 - Deutsches Institut für Normung e.V. (2008): DIN 18960 – Nutzungskosten im Hochbau. Berlin: Beuth Verlag GmbH

DIN 276 - Deutsches Institut für Normung e.V. (2017): Entwurf DIN 276 – Kosten im Bauwesen. Berlin: Beuth Verlag GmbH

DIN 277-1 - Deutsches Institut für Normung e.V. (2005): DIN 277-1 – Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau, Teil 1: begriffe, Ermittlungsgrundlagen

DIN 277-2 - Deutsches Institut für Normung e.V. (2005): DIN 277-2 – Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau, Teil 2: Gliederung der Netto-Grundfläche (Nutzflächen, Technische Funktionsflächen und Verkehrsflächen)

EnEV – Energieeinsparverordnung (2016): Verordnung über energieeinsparenden Wärmeschutz und energieeinsparende Anlagentechnik bei Gebäuden. Beuth-Verlag GmbH

Energieheld GmbH (o.A.): Von der Natur inspiriert: selbstreinigendes Glas. Hannover: energieheld GmbH

Fachbauausschuss Bauelemente – im Gesamtverband Holzhandel e.V. (o.A.): Merkblatt Wartungsarbeiten Innentüren und Funktionstüren im Innenbereich. Wiesbaden und Berlin: Prüfinstitut Türtechnik, Rosenheim

Flachglas MarkenKreis GmbH (2016): GlasHandbuch 2016. 37. Auflage. Gelsenkirchen: Flachglas MarkenKreis

Flachglas Schweiz (2015): Vergleichstabelle neue Widerstandsklassen Nach SN EN 1627:2011. https://flachglas.ch/fileadmin/user_upload/fgs_download/Widerstandsklassen_Dokument_von_HUF/Neue_Widerstandsklassen_RC_und_Panikverglasung.pdf

Fouad, Nabil A. (2013): Lehrbuch der Hochbaukonstruktion. 4. Auflage. Wiesbaden: Springer-Vieweg Verlag

GEFMA e.V. Deutscher Verband für Facility Management (2004-07): Facility Management Grundlagen, GEFMA 100-1; GEFMA 100-2

Glauche, Ulrich (2004a): Kapitel 2.1.2 Das GEFMA-Richtlinienwerk aus Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

Glauche, Ulrich (2004b): Kapitel 4.3 Betreiberverantwortung aus Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

Gressmann, Michael; Pahl, Hans-Joachim; Spaag, Andreas (2014): Fenster-, Türen- und Fassadentechnik. 5. Auflage. Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel

Gretsch-Unitas GmbH (2015): Automatische Eingangssysteme. Karusselltüren, Sicherheitskarusselltüren

Grimscheid, Gerhard; Motzko, Christoph (2013): Kalkulation, Preisbildung und Controlling in der Bauwirtschaft. Produktionsprozessorientierte Kostenberechnung und Kostensteuerung. 2. Auflage. Heidelberg: Springer-Verlag

Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V. (o.A.): Qualitätswerte. Mit Checklisten für Planer und Bauherren. RAL Gütezeichen. Frankfurt am Main: Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e.V.

Hellerforth, Michaela (2001): Facility Management: Immobilien optimal verwalten. Freiburg, Berlin, München, Zürich: Haufe Mediengruppe

Hellerforth, Michaela (2006): Handbuch Facility Management für Immobilienunternehmen. Berlin: Springer-Verlag

Hessisches Immobilienmanagement (2010): Büro 2020. Eine Übersicht verschiedener Büroformen. Wiesbaden: hessisches Immobilienmanagement

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (2004): Energieeinsparung an Fenstern und Außentüren. Wissenswertes über die Erneuerung und Sanierung von Fenstern und Türen.

Hessinger, Joachim und Specht, Klaus (2011): Was bringt das Zehntel beim U-Wert? Energetische Einflüsse am Bauteil Fenster. Rosenheim: ift Rosenheim.

ift Rosenheim - Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (2010): Verglasung von Innentüren. Einklang von Sicherheit und transparenter Ästhetik. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ift Rosenheim - Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (2015): Internationales ift-Brandschutzforum 2015. EI₂₃₀-C5-S_a – alles klar? - Von der nationalen Zulassung zur europäischen CE-Kennzeichnung von Feuerschutzabschlüssen. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ift Rosenheim – Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (2005): Einsatzempfehlungen für Fenster und Außentüren. Richtlinie zur Ermittlung der Mindestklassifizierung in Abhängigkeit der Beanspruchung. Teil 1 Windwiderstandsfähigkeit, Schlagregendichtheit und Luftdurchlässigkeit. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ift Rosenheim – Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (2008): Das CE-Kennzeichen. Mehr Transparenz in Europa?. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ift Rosenheim – Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (2012): Energie gewinnen mit Fenstern und Glas. Publikation – ift Rosenheim. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ift Rosenheim – Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (2013a): Eignungsnachweis Fenster nach RAL – GZ 695. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ift Rosenheim – Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (2013b): DIN EN 14351-1 Produktnorm für Fenster und Außentüren. Erklärung von Begrifflichkeiten und Anforderungen. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ift Rosenheim – Institut für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe (o.A.): Forschen Nachweisen Zertifizieren Weiterbilden. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

ifz Rosenheim - Informationszentrum für Fenster und Fassaden, Türen und Tore, Glas und Baustoffe e.V. (2015): Schalldämmung von Innentüren – Planung und baurechtliche Nachweise. Hinweise für Hersteller, Architekten und Monteure. Rosenheim: ifz Rosenheim

Kilsgaard (o.A.): Türeguide. In sechs Schritten zu ihrer Wunschtür. Hamburg: Jeld-Wen Deutschland GmbH & Co. KG

Krimmling, Jörn (2013): Facility Management Strukturen und methodische Instrumente. 4., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag

Klos, Hermann und Seitz, Günther (2011): Das Fenster im 20. Jahrhundert. Rottweil: Holzmanufaktur Rottweil GmbH.

KOWA (2012): Sicher wohnen. Präventive Einbruchhemmung für Fenster und Haustüren.

Lange, Gerhard (2008): Kapitel 3.1.3.10 Grundlagen der Reinigung aus Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

Matschi, Andreas (2015): EI₂₃₀-C5-S₄ – alles klar? Von der nationalen Zulassung zur europäischen CE-Kennzeichnung von Feuerschutzabschlüssen. Rosenheim: ift Rosenheim GmbH

May, Michael (2004): 2.2.2 Informationstechnologie und CAFM. Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

Mehlis, Jörg (2015): Hochschulsript Einführung strategisches FM. 1.Grundlagen – Strategisches FM

Müller, Jürgen – Holzbau TZ Mülsen GmbH (2018): Experteninterview zum Thema Fenster und Türen und deren Bauarten

Neufert, Ernst (2009): Bauentwurfslehre. 39., überarbeitete und aktualisierte Auflage, bearbeitet von Professor Johannes Kister. Wiesbaden: Vieweg und Teubner

Nitsche, Florian (2013): Kapitel 4.6.6 Lebenszyklusorientierte FM-Dokumentation aus Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

Niemz, Peter (2011): Skript zur Vorlesung Werkstoffe 1. (Materialeigenschaften). Teil Holz und Holzwerkstoffe. ifB-Institut für Baustoffe.

Offergeld, Torsten (2011): Wirtschaftlichkeit von Immobilien im Lebenszyklus. Eine programmierte Entscheidungshilfe mit dem Fokus auf konventionelle und PPP-Projekte. Wiesbaden: Gabler Verlag

Pelzeter, Andrea (2006): Lebenszykluskosten von Immobilien. Band 36. European Business School, International University, Schloß Reichartshausen, private wissenschaftliche Hochschule

Preuß, Norbert und Schöne, Lars Bernhard (2006): Real Estate und Facility Management. Aus Sicht der Consultingpraxis. 2., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Springer Verlag

Pilkington Glaskompodium (2002): Technische Informationen und wissenswertes rund um das Thema Glas

Reis, Josef (2016): Lebensdauer einiger Bauteile – 4. Sachverständigenbüro-Reis

Reiblich, Dietrich (2004): 2. Einführung, Grundlagen, Leitbegriffe. Handbuch Facility Management. Grundlagen, Arbeitsfelder, Wissensmanagement. Köln: ecomed – Sicherheit

Rossa, Michael (2008): Dreifach Isolierglas in der Praxis. Hinweise für deren Einsatz und von Dreifachisolierglas. Rosenheim: ift Rosenheim.

Rotermund, Uwe (2014): Lebenszykluskostenberechnung, Benchmarking Nutzungskostenberechnung. Münster: Fachhochschule Münster-University of applied sciences

RWD Schlatter Türen (2014): Allgemeine technische Anforderungen Außentüren Nr.: 1. VST Schweizerische Türenbranche

SANCO (2014): SANCO Glasbuch. Das Leistungsspektrum für Fenster, Fassaden, Farbe in der multifunktionalen Gebäudehülle. 5.Auflage

Sälzer, Elmar (o.A.): Allgemein anerkannte Regeln des Schallschutzes in Verwaltungsgebäuden.

Schneider, Hermann (2001): Facility Management planen – einführen – nutzen. Stuttgart: Schäfer – Pöschel Verlag

Schopbach, Holger (2008): Im Blickpunkt Holz und Metall. Türen mit brandschutztechnischen Anforderungen in Wohngebäuden. Kassel: Bundesbildungszentrum Kassel

Schörghuber Spezialtüren KG (2015): Der Experte für Spezialtüren aus Holz. Handbuch. Ampfing: Mohnmedia Mohndruck GmbH.

Sieberath, Ulrich (o.A.): Anforderungen an Innentüren aus Holz und Holzwerkstoffen. Klimaklassen und mechanische Beanspruchungsgruppen. Labor für Türtechnik. Rosenheim: ift Rosenheim

Thienel (2008): Werkstoffe des Bauwesens Glas. Institut für Werkstoffe des Bauwesens. Fakultät für Bauingenieure- und Vermessungswesen. München: Universität der Bundeswehr München

TROCAL (o.A.): Einsatzempfehlungen für Fenster und Außentüren

TSH System GmbH (o.A.a): Türen – Warten und Pflegen. München: TSH System GmbH

TSH System GmbH (o.A.b): Türen. Einteilung nach Form, Einsatz und Öffnungsart. München: TSH System GmbH

Tuschinski, Melita (2017): EnEV 2020. Energieeinsparverordnung auf dem Weg zu klimaneutralen Bauten. Klima Ausweis. Stuttgart

Tuschinski, Melita (2018a): Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) parallel anwenden: EnEV 2014, EnEV ab 2016 und EEWärmeG 2011. Teil 2 Arbeitshilfen für die Praxis. Stuttgart: Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien

Tuschinski, Melita (2018b): Gebäudeenergiegesetz GEG 2018: Was kommt wann? Energieeinsparungsgesetz (EnEG), Energieeinsparverordnung (EnEV) und Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) werden zusammengeführt. Stuttgart: Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2002): VDI 6009 – Facility Management Anwendungsbeispiele aus dem Gebäudemanagement, 2007 inhaltlich überprüft und unverändert weiterhin gültig. Berlin: Beuth Verlag GmbH

VdS – Vertrauen durch Sicherheit (2010): Funktionalität und Sicherheit. Fenster und Türen. Köln: VdS Schadenverhütung GmbH

VFF – Verband Fenster + Fassade (o.A.): Verwertung alter Fenster und Fassaden schont Umwelt und Ressourcen. Frankfurt am Main: VFF

Viering Markus G., Liebchen Jens H., Köchendorfer Bernd (2007): Managementleistungen im Lebenszyklus von Immobilien. Wiesbaden: Teubner Verlag

VSSM - Verband Schweizerischer Schreinermeister und Möbelfabrikanten (2015): VSSM-Praxismerkblatt. Einbruchschutz für Fenster, Türen und Abschlüsse. Zürich: VSSM

Weizendörfer, Günther (2012): Leitfaden Türplanung. Anforderungen, Türtechnik und Darstellung in Türlisten. 1. Auflage. DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Willems, Wolfgang M.; Schild, Kai; Stricker, Diana (2016): Formeln und Tabellen Bauphysik. Wärmeschutz – Feuchteschutz – Klima – Akustik – Brandschutz. 4. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag

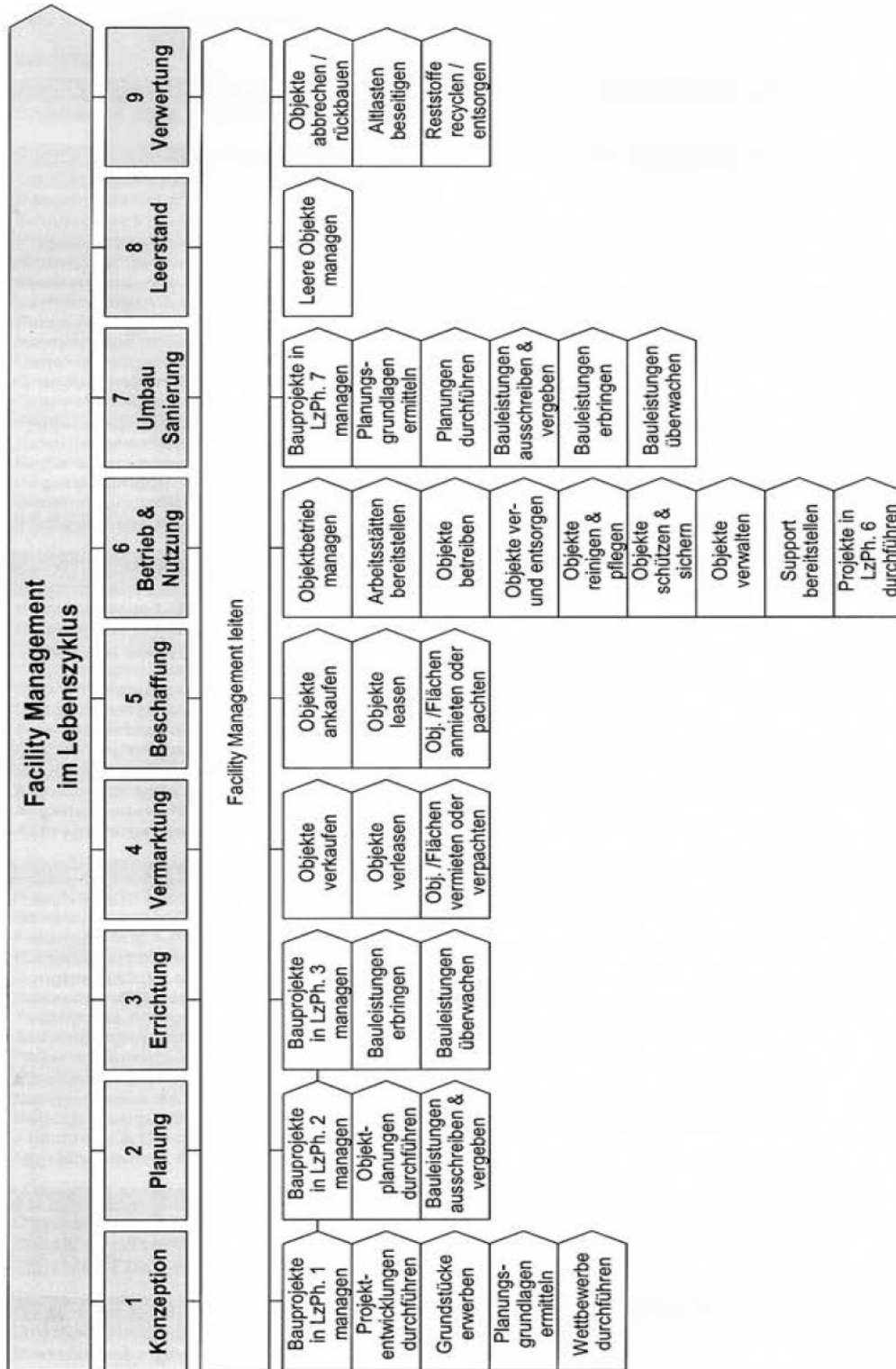
Winkhaus GmbH & Co. KG(o.A.): Informationen zur Parallelabstellung-Firmenpräsentation

Wissenmedia GmbH (2011): Brockhaus A-Z Wissen, Band 7 MED – PACI, Gütersloh/München: Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG

Zimmermann, Kerstin (2012): Anwendung des Leitfadens Nachhaltiges Bauen und des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) in den Bundesbauverwaltungen. Zusatzmodul Lebenszyklusanalyse nach BNB „Gebäudebezogenen Kosten im Lebenszyklus (LCC)“. Hamm: Öko-Zentrum NRW GmbH

Anlagen

Anlage 1: Lebenszyklusphasen mit FM-Hauptprozessen⁴⁶⁴






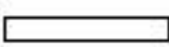
464 GEFMA 2004, 100-1; S. 7

Anlage 2: vertiefende Erläuterung zur Berechnung der gebäudebezogenen LZK⁴⁶⁵

Lebenszykluskosten		
Konstruktion		
KG 300	KG 400	
Nutzung		
Regelmäßige Zahlungen		
Betrieb		
Wasser	Energie	Reinigung
Wartung und Inspektion		
KG 300	KG 400	
Instandsetzung		
KG 400		
Unregelmäßige Zahlungen		
Instandsetzung		
KG 300	KG 400	

⁴⁶⁵ Zimmermann 2012, S. 17

Anlage 3: Windlastzonenkarte ⁴⁶⁶

	Windlastzone 1 mit 22,5 m/s
	Windlastzone 2 mit 25,0 m/s
	Windlastzone 3 mit 27,5 m/s
	Windlastzone 4 mit 30,0 m/s

Quelle:
DIN 1055-4:2005-03

Anlage 4: Windlastwiderstände für Fenster und Außentüren⁴⁶⁷

Kriterien	Einbauhöhe der Fenster im mittleren Bereich 0 – 10 m				Einbauhöhe der Fenster im mittleren Bereich > 10 – 18 m				Einbauhöhe der Fenster im mittleren Bereich > 18 – 25 m				
	Geländekategorie		Inseln der Nordsee	Küste der Nordsee	Binnen- land		Küste und Inseln der Ostsee	Küste der Nordsee	Inseln der Nordsee	Geländekategorie		Küste und Inseln der Ostsee	Küste der Nordsee
Binnen- land	Küste und Inseln der Ostsee	Binnen- land			Küste und Inseln der Ostsee	Binnen- land				Küste und Inseln der Ostsee	Binnen- land		
1	B2-4A ^a -2	x	x	x	B2-4A3	x	x	x	B2-4A-3	x	x	x	x
Windlast in kN/m ²	0,50		x	x	0,65	x	x	x	0,75	x	x	x	x
2	B2-4A-2	B2-4A-2	x	x	B2-4A3	B3-7A3	x	x	B2-4A-3	B3-7A-3	x	x	x
Windlast in kN/m ²	0,65	0,85	x	x	0,80	1,00	x	x	0,90	1,10	x	x	x
3	B2-4A-2	B3-7A-2	x	x	B3-7A-3	B3-7A-3	x	x	B3-7A-3	B3-7A-3	x	x	x
Windlast in kN/m ²	0,80	1,05	x	x	0,95	1,20	x	x	1,10	1,30	x	x	x
4	B2-4A-2	B3-7A-2	B3-7A-2	B3-7A-3	B3-7A-3	B3-7A-3	B3-7A-3	Berechnung erforderlich	B3-7A-3	B4-9A-3	B4-9A-3	B4-9A-3	Berechnung erforderlich
Windlast in kN/m ²	0,95	1,25	1,25	1,40	1,15	1,40	1,40	1,40	1,30	1,55	1,55	1,55	1,55
Kriterien	Einbauhöhe der Außentüren im mittleren Bereich 0 – 10 m				Einbauhöhe der Außentüren im mittleren Bereich > 10 – 18 m				Einbauhöhe der Außentüren im mittleren Bereich > 18 – 25 m				
Windlastzone 1-4	B2-3A ^a -2				B2-3A ^a -2				gesonderte Ermittlung erforderlich				

⁴⁶⁷ ift Rosenheim 2005, S.6.

Anlage 5: Vergleichstabelle der einzelnen Widerstandsklassen gegen Einbruch für Fenster⁴⁶⁸

Widerstandsklasse		Glastyp/Verglasung SN EN 356	Täterbild	Widerstandsdauer Fenster	Prüfkriterien Glas	Bezeichnung Eigenschaft Glas
Neue Bezeichnung	Alte Bezeichnung					
RC 1 N	--	Float	Gelegenheitstäter: Einsatz körperlicher Gewalt (Vandalismus)	--	--	--
RC 2 N	--	Float	Gelegenheitstäter: Einfaches Werkzeug wie Schraubenzieher, Zange, Keil	3 Min.	--	--
RC 2	WK2	P4A 1.52 PVB-Folie Typ BG R15	Gelegenheitstäter: Einfaches Werkzeug wie Schraubenzieher, Zange, Keil	3 Min.	Fallhöhe der 4.11 kg Stahlkugel: 9 Meter (3 Treffer)	durchwurf-hemmend
RC 3	WK 3	P5A 2.28 PVB-Folie Typ BG R15	Gelegenheitstäter oder erfahrener Täter: Der Täter setzt zusätzliches Hebelwerkzeug ein	5 Min.	Fallhöhe der 4.11 kg Stahlkugel: 9 Meter (9 Treffer)	durchwurf-hemmend
RC 4	WK 4	P6B	Erfahrener Täter: Setzt zusätzlich Säge und Schlagwerkzeug ein	10 Min.	Axtschläge: mindestens 30 Schläge	durchbruch-hemmend
RC 5	WK 5	P7B	Erfahrener Täter: Setzt zusätzlich Elektrowerkzeuge ein	15 Min.	Axtschläge: mehr als 50 Schläge	durchbruch-hemmend
RC 6	WK 6	P8B	Erfahrener Täter: Setzt zusätzlich grössere Elektrowerkzeuge ein	20 Min.	Axtschläge: mehr als 70 Schläge	durchbruch-hemmend

Anlage 6: Wärmedurchgangskoeffizienten für verschiedene Fensterscheibenaufbauten

469

1	2	3	Wärmedurchgangskoeffizient U_g in $W/(m^2 \cdot K)$ Art des Gases im Scheibenzwischenraum ²⁾			
			Luft	Argon	Krypton	Xenon
Aufbau der Verglasung (innen – SZR – außen) ¹⁾	üblicher Emissionsgrad					
4-12-4	0,89		2,8	2,7	2,6	2,6
4-20-4			2,7	2,6	2,6	2,6
4-8-4	$\leq 0,2$		2,4	2,1	1,7	1,6
4-12-4			2,0	1,8	1,6	1,6
4-20-4			1,8	1,7	1,6	1,7
4-8-4	$\leq 0,05$		2,1	1,7	1,3	1,1
4-12-4			1,7	1,3	1,1	1,2
4-20-4			1,5	1,2	1,2	1,2
6-16-6			1,4	1,2	1,2	1,2
4-8-4-8-4	0,89		2,1	1,9	1,7	1,6
4-8-4-8-4	$\leq 0,2$		1,5	1,3	1,0	0,8
4-12-4-12-4			1,2	1,0	0,8	0,8
4-8-4-8-4	$\leq 0,15$		1,5	1,2	0,9	0,8
4-12-4-12-4			1,2	1,0	0,7	0,7
4-8-4-8-4	$\leq 0,1$		1,4	1,1	0,8	0,7
4-12-4-12-4			1,1	0,9	0,6	0,6
4-8-4-8-4	$\leq 0,05$		1,3	1,0	0,7	0,5
4-12-4-12-4			1,0	0,8	0,5	0,5

1) : $\hat{=}$ Lage der, den strahlungsbedingten Wärmetransport behindernden, Beschichtung

2) Gaskonzentration ≥ 90 %

Anlage 7: Wärmedurchgangskoeffizienten für verschiedene Fensterrahmenmaterialien⁴⁷⁰

	1	2
1	Rahmenmaterial	Wärmedurchgangskoeffizient U_f in $W/(m^2 \cdot K)$
2	Holz	1,4 bis 1,8
3	PVC 3-Kammer	1,7 bis 1,8
4	PVC 4-Kammer	1,4 bis 1,6
9	PVC 5-Kammer	1,2 bis 1,3
6	Aluminium, thermisch getrennt	2,8 bis 3,5
7	Aluminium, thermisch optimierte Profile	1,4 bis 1,5
8	„Passivhaus-Rahmensysteme“	0,7 bis 0,8

Anlage 8: Zweckmäßige Festlegung des Bau-Schalldämm-Maßes von Innenwänden und Türen in Abhängigkeit der Nutzung von Büro- und Verwaltungsgebäuden⁴⁷¹

Nr.	Nutzung	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß		
		Zimmer- u. Flurwand	Verbindungs- tür	Flurtür
1	Büros einfacher Nutzung	37	27	--
2	Einzelbüros mit einfachen Anforderungen an die Vertraulichkeit, Mehrpersonenbüros	42	32	27
3	Büros mit mittlerem Vertraulichkeitsanspruch, Büros für häufig konzentrierte Tätigkeit, z. B. Abteilungs- oder Gruppenleiterbüros, einfache Besprechungsräume	47	37	32
4	Räume zur Behandlung höherer vertraulicher Angelegenheiten sowie Räume für höchstqualifizierte geistige Tätigkeit, z. B. Vorstandsräume, Anwaltskanzleien, Arzträume, Besprechungsräume	52	42	37
5	Räume für höchste Vertraulichkeit	57**	--*	47**

* Verbindungstüren sind hier praktisch nicht möglich oder nur mit Doppeltüranlagen zu erzielen.

** Im Einzelfall zu bemessen.

⁴⁷⁰ Willems u.a. 2016, S. 63.

⁴⁷¹ Sälzer o.A., S. 8.

Anlage 9: Einsatzempfehlungen für Innentüren nach Klima- und Beanspruchungs-
 klasse⁴⁷²

Einsatzstelle	Hygrothermische Beanspruchung			Mechanische Beanspruchung		
	I	II	III	N	M	S
	normale	mittlere	hohe	normale	mittlere	hohe
	warme Seite: 23 °C, 30 % RLF* kalte Seite: 18 °C, 50 % RLF*	warme Seite: 23 °C, 30 % RLF* kalte Seite: 13 °C, 65 % RLF*	warme Seite: 23 °C, 30 % RLF* kalte Seite: 3 °C, 80 % RLF*			
Wohnungsinnentüren zu:						
Wohnzimmer	x			x		
Esszimmer	x			x		
Arbeitszimmer	x			x		
Schlafzimmer	x			x		
Kinderzimmer	x			x		
Küche	x			x		
Bad ¹	x			x		
WC ¹	x			x		
Abstellraum ¹	x			x		
Wohnungsabschlußtür		x ²	x ²			x
Türen zu nicht ausgebauten Dachgeschossen			x	x		
Kellerabgangstüren		x		x		
Gewerbliche und sonstige Räume:						
Büroräume	x				x	
Schulräume	x					x
Kindergärten	x					x
Krankenhäuser	x					x
Hotelzimmer	x				x ³	x ³
Kasernen	x					x
Laborräume	x					x
Kantinen		x				x
Eingänge von Praxen, öffentlichen Verwaltungen						
		x ²	x ²		x	

* relative Luftfeuchtigkeit

¹ In Bereichen mit langfristig höherer Luftfeuchtigkeit (z. B. immer offenstehende Fenster) werden Türen der Klimaklasse II empfohlen.

² Bei beheizten Hausfluren/Treppenhäusern genügt in der Regel Klimaklasse II, bei nicht beheizten Hausfluren/Treppenhäusern empfiehlt sich dringend Klimaklasse III.

³ Auswahl unter Berücksichtigung der zu erwartenden mechanischen Beanspruchung.

Anlage 10: Übersicht der Wartungsarbeiten an Innentüren⁴⁷³

Tür-Komponenten	durchzuführende Wartungsarbeiten						Bemerkung
	Funktionskontrolle	Reinigen	nachfetten ölen		Nachziehen Befestigungsschrauben	(Nachbesserung)	
			Säurefreies Fett bzw. Harzfreies Öl	Graphit			
Türaufbau							
Umrahmung: Zarge, Futter, Blendrahmen		X			X	X	Fehlstellen in der Oberfläche (Risse, Ausbrüche) nachbessern
Anbindung an das Mau- erwerk		X				X	Fehlstellen (Mauerausbrüche, Risse) ausbessern durch Silikon, PU-Schaum etc.
Türblatt		X				X	Fehlstellen in der Oberfläche (Risse, Ausbrüche) nachbessern
Ausfachung (Glas, nicht transparente Füllung)		X			X	X	Fehlstellen in der Versiegelung nach- bessern (Silikon), Belüftungsschlitze säubern
Seitenteil: - feststehend - öffenbar		X X		X	X X	X X	Fehlstellen in der Oberfläche (Risse, Ausbrüche) nachbessern, Verriegel- ungssystem (z. B. Schubstangen) kon- trollieren und ölen
Oberlicht - festverglast - öffenbar	X	X X	X		X X	X X	Fehlstellen in der Oberfläche (Risse, Ausbrüche) nachbessern
Bodenschwelle	X	X			X	X	Fehlstellen in Oberfläche ausbessern (für durchgehende Dichtungsanlage)
Beschläge							
Dichtungen	X		X			X	Austausch spröder bzw. beschädigter Dichtungen, Einreiben mit Vaseline
Bänder	X	X	X		X	X	Austausch defekter Teile
Schutzbeschlag		X			X		
Drücker, Knauf	X	X	X		X		Kontrolle des Sicherungsstiftes
Einsteckschloss (Falle, Riegel)	X	X	X		X	X	Kontrolle des zweitourigen Ausschlusses des Riegels, ggf. Austausch defekter Schlösser
Schließblech	X	X	X		X		Kontrolle der verstellbaren Fallenteile, falls vorhanden, ggf. neu justieren
Zusatzverriegelung - ohne Schließzylinder - mit Schließzylinder	X X	X X	X X	X	X X		
Oben-Türschließer	X	X	X		X	X	Kontrolle der Schließgeschwindigkeit (ca. 5 s aus 90°) und des Endeinschla- ges
Bodenabsenkichtung	X	X			X	X	Dichtungsanlage über gesamte Breite sicherstellen (Regulierung über Anlauf- kelle), beschädigte oder spröde Dichtun- gen auswechseln
Führungsschiene (Schie- betür) Türspion Brief-Einwurfklappen	X	X X X	X X		X		

473 Fachausschuss Bauelemente o.A., S.1.

Anlage 11: Übersicht über die Kennzeichnung der Brandschutztüren nach neuen Bestimmungen⁴⁷⁴

Bauaufsichtliche Anforderungen	Abschlüsse				
	Feuerschutzabschlüsse		Rauchschutzabschlüsse	Feuerschutzabschlüsse in Förderanlagen	sonstige Abschlüsse nach MBO
	ohne Rauchschutz	mit Rauchschutz			
feuerhemmend ¹				EI ₂ 30-C.. ²	
hochfeuerhemmend ¹				EI ₂ 60-C.. ²	
feuerbeständig ¹				EI ₂ 90-C.. ²	
feuerhemmend ¹ , dichtschließend	EI ₂ 30-S _a C.. ²				
hochfeuerhemmend ¹ , dichtschließend	EI ₂ 60-S _a C.. ²				
feuerbeständig ¹ , dichtschließend	EI ₂ 90-S _a C.. ²				
feuerhemmend ¹ , rauchdicht	--	EI ₂ 30-S ₂₀₀ C.. ²			
hochfeuerhemmend ¹ , rauchdicht		EI ₂ 60-S ₂₀₀ C.. ²			
feuerbeständig ¹ , rauchdicht		EI ₂ 90-S ₂₀₀ C.. ²			
rauchdicht und selbstschließend			S ₂₀₀ C.. ²		
dicht- und selbst- schließend					S _a C.. ²
dichtschließend ³					

¹ Feuerhemmende, hochfeuerhemmende und feuerbeständige Abschlüsse müssen jeweils auch "selbstschließend" sein.

² Festlegungen zur Prüfzyklenanzahl für die Dauerfunktionsprüfungen:
C5 (200.000 Zyklen) für Feuerschutz-/Rauchschutztüren (Drehflügelabschlüsse) sowie für Feuerschutzabschlüsse in Förderanlagen als planmäßig geschlossene Abschlüsse
C2 (10.000 Zyklen) für sonstige Feuerschutz-/Rauchschutzabschlüsse (z. B. Klappen, Tore) sowie für Feuerschutzabschlüsse in Förderanlagen als planmäßig offene Abschlüsse

³ Zuordnung im Hinblick auf die Luftdichtheit wird noch erfolgen.

Anlage 12: Schlagregendichtheit von Außentüren⁴⁷⁵

KLASSIFIZIERUNG DER SCHLAGREGENDICHTHEIT NACH SN EN 12208			
Prüfdruck	Klassifizierung nach SN EN 12208		Anforderungen
	Verfahren A	Verfahren B	
-	Nicht geprüft	Nicht geprüft	Keine Anforderungen
0	1A	1B	15 Min Besprühung
50	2A	2B	Wie Klasse 1 +5 Minuten
100	3A	3B	Wie Klasse 2 +5 Minuten
150	4A	4B	Wie Klasse 3 +5 Minuten
200	5A	5B	Wie Klasse 4 +5 Minuten
250	6A	6B	Wie Klasse 5 +5 Minuten
300	7A	7B	Wie Klasse 6 +5 Minuten
450	8A	8B	Wie Klasse 7 +5 Minuten
600	9A	9B	Wie Klasse 8 +5 Minuten

Anmerkung: Verfahren A ist für ein Produkt geeignet, das nicht geschützt ist. Verfahren B ist für ein Produkt geeignet, das teilweise geschützt ist.

Anlage 13: Klimabeständigkeitsklassen von Außentüren⁴⁷⁶

Prüfklima	Geforderte Klimaten			
	Seite 1		Seite 2	
	Lufttemperatur [°C]	Relative Feuchte [%]	Lufttemperatur [°C]	Relative Feuchte [%]
a	23	30	18	50
b	23	30	13	65
c	23	30	3	85
d	23	30	-15	Keine Anforderung
e	20 min. 30 max.	Keine Anforderung	Referenz-Temp.* +55	Keine Anforderung

*Referenztemperatur bei Erwärmung der Türoberfläche durch Strahlung. Die Referenztemperatur ist der Mittelwert der Temperatur von min. 3 Referenzflächen, die auf die Türoberfläche oder am Prüfrahmen angebracht werden.

MAXIMALE ZULÄSSIGE VERFORMUNG NACH SN EN 12219				
Prüfparameter	Klasse 0 (x)	Klasse 1 (x)	Klasse 2 (x)	Klasse 3 (x)
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Verwindung, T	*	8.0	4.0	2.0
Längskrümmung, B	*	8.0	4.0	2.0
Querkrümmung, C	*	4.0	2.0	1.0
Lokale Ebenheit	Ein ohne Zargen geliefertes Türblatt oder ein Türblatt als Teil eines Türelements muss den Anforderungen nach SN EN 1530 entsprechen.			

⁴⁷⁵ RWD Schlatter Türen 2014, S. 3.

⁴⁷⁶ RWD Schlatter Türen 2014, S. 1.

Anlage 14: Luftdurchlässigkeitsstufen von Außentüren⁴⁷⁷

Klassifizierung der Luftdurchlässigkeit nach SN EN 12207			
Referenzdurchlässigkeit bei 100 Pa			
Klasse nach SN EN 12207	[m ³ /hm ²] (flächenbezogen)	[m ³ /hm] (fugenlängenbezogen)	Maximaler Prüfdruck in PA
0	Nicht geprüft		
1	50	12.50	150
2	27	6.75	300
3	9	2.25	600
4	3	0.75	600

Anlage 15: Windlastwiderstandsklassen von Außentüren⁴⁷⁸

KLASSIFIZIERUNG DER WINDLAST SN EN 12210 (Auszug aus Tabelle 1)			
Klasse	Prüfung 1 (1x) [Pa]	Prüfung 2 (50x) [Pa]	Sicherheitsprüfung (1x) [Pa]
0	Nicht geprüft		
1	400	200	600
2	800	400	1200
3	1200	600	1800
4	1600	800	2400
5	2000	1000	3000
E xxxx	xxx		

⁴⁷⁷ RWD Schlatter Türen 2014, S. 2.

⁴⁷⁸ RWD Schlatter Türen 2014, S. 4.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Vorname Nachname