

Analyse ausgewählter Repräsentanten der maßgebenden Gebäudetypen im Hinblick auf ihre Verletzbarkeit

Produkt 3.1.1c

Status: final

Datum: 31.07.2012

TP 3.1.1 – Gebäude- und Siedlungsstrukturen

TP-Leiter: Dr.-Ing. Thomas Naumann

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Johannes Nikolowski

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

Dipl.-Ing. Marc-Steffen Fahrion

Technische Universität Dresden, Institut für Baukonstruktion

Dipl.-Ing. Sebastian Horn

Technische Universität Dresden, Institut für Baukonstruktion

Kontakt: Dr.-Ing. Thomas Naumann

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung

Weberplatz 1 01217 Dresden Tel.: 0351-4679246 Fax: 0351 46 79 212

E-Mail: t.naumann@ioer.de

REGKLAM

Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderkennzeichen: 01 LR 0802

Koordination: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)

Weberplatz 1, 01217 Dresden

Projektleiter: Prof. Dr. h.c. Bernhard Müller

www.regklam.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Gebäud	etypen der Modellregion8	3
	1.2 ENT 1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4 1.2.5 1.3 REL	WAHL UND CHARAKTERISIERUNG DER FOKUSGEBIETE	
2.	Steckbr	iefe der relevanten Gebäudetypen19)
2	2.2 STE2.3 STE	TERSUCHUNGSUMFANG	,
3.		parkeitsanalysen	_
	3.2.1 3.2.2 3.2.3	WIRKUNGSABHÄNGIGE ANALYSEKONZEPTE	
	•	Untersuchungsansatz	
	3.4.6	Klassifizierung von Gebäuden	
4.	Anwend	ung der Analysen auf ausgewählte Repräsentanten61	L
		ÄUTERUNG ZUM UNTERSUCHUNGSUMFANG	

	GEBÄUDE UND HOCHWASSER71
	orstellen des Gebäudes ME 471
	erletzbarkeit gegenüber Überflutung73
	arstellen der Untersuchungsergebnisse77
	GEBÄUDE UND STARKREGEN79
	orstellen des Gebäudes ME 779
	erletzbare Details gegenüber Starkregen81
	arstellen der Untersuchungsergebnisse86
	WOHNGEBÄUDE UND HAGEL
	achaufbau
	achentwässerung90
	onnenschutz91
	assadenelement und Sockelbereich93
4.5.5 Z	usammenfassung94
5. Literatur	95
Abbildungsver	
(Quelle: Henner	Städtebauliche Strukturtypen – Ausgewählte Beispiele. Bilder I, II, IV, V, VI, VII, nnersdorf, IÖR auf Basis Orthobildmosaik LH Dresden 2007/2009). Bilder III, IX sdorf, IÖR auf Basis Digitale Orthophotos (ATKIS-DOP) 2005 mit Erlaubnis des ungsamtes Sachsen; Erlaubnis-Nr. 2058/06)
Abbildung 2: Nichtwohngebäu	Grundlegende Gebäudetypenmatrix für die Kategorien Wohn- und ude10
Abbildung 3: Nichtwohngebäu D: May)	Beispiele für die Kategorien bzw. Nutzungen Wohngebäude (A), de (B) und Sonstige Gebäude (C und D) (Fotos A und C: Nikolowski; Fotos B und 11
Abbildung 4: einzeln bzw. in F	Beispiele für einzeln bzw. in Reihe stehende Einfamilienhäuser (A und B) sowie Reihe stehende Mehrfamilienhäuser (C und D) (Fotos: Nikolowski)
Abbildung 5: (C) und Schulen	Beispiele für Wohnheime (A), für Krankenhäuser (B) sowie für Kindertagesstätten (D) (Fotos: May)
Abbildung 6: Nikolowski)	Beispiele für Mehrfamilienhäuser der Baualtersstufen 2, 3, 4 und 7 (Fotos: 14
Abbildung 7:	Beispiele für Verwaltungsgebäude der Baualtersstufen 2, 4, 6 und 7 (Fotos: May) 14
Abbildung 8:	Gebäudetypenmatrix für Wohngebäude15
Abbildung 9:	Gebäudetypenmatrix für Nichtwohngebäude17
Abbildung 10: Fokusgebieten	Matrix der Wohngebäudetypen mit hohem Anteil (mehr als 10 %) in den 18
Abbildung 11: Fokusgebieten	Matrix der Nichtwohngebäudetypen mit hohem Anteil (mehr als 10 %) in den 18
Abbildung 12: 1986) Bild 2: Te	Bild 1: Testreferenzjahr-Regionen für Deutschland bis 2004 (nach Blümel et al. streferenzjahr-Regionen für Deutschland seit 2004 (nach Christoffer et al. 2004) 34
Abbildung 13: Annahme unters	Entwicklung der durchschnittlichen Erdoberflächentemperatur bis 2100 bei schiedlicher Emissionsszenarien (Quelle Meehl et al. 2007, S. 803)35
Abbildung 14: 2003 mit den Pr	Bild 1: Vergleich der mittleren und maximalen Sommertemperaturen des Jahres ojektionen bis 2100. Bild 2: Vergleich der Tageshöchsttemperaturen in den

Sommermonaten für Basel. Zu erkennen ist die gute Übereinstimmung zwischen der Projektion für den Zeitabschnitt 2071-2100 mit den real gemessenen Werten des Sommers 2003. (nach Beniston 2004) Abbildung 15: Für die thermische Gebäudesimulation verwendete Klimadatensätze zur Abbildung Meteorologische Kenngrößen des Jahres 2003 im Vergleich zu klimatologischen Abbildung 16: Langzeitwerten für die Station Dresden-Klotzsche (Quelle: Bernhofer et al. 2010)......37 Einteilung Deutschlands in Sommer-Klimaregionen gemäß E DIN 4108-2:2011-10 Abbildung 17: Abbildung 18: Ermittlung der Übertemperaturgradstunden anhand eines fiktiven Innentemperaturverlaufes. Für den Beispieltag ergeben sich 8 Übertemperaturgradstunden......40 Ausgewählte typische Schadensbilder infolge der Überflutungsereignisse an der Abbildung 19: Neiße 08/2010 (Quelle: Nikolowski et al. 2012b).......42 Methodik zur Ermittlung von Wasserstand-Schaden-Beziehungen (Quelle: Abbildung 20: Naumann et al. 2009).......42 Abbildung 21: Stufenmodell der synthetischen Flutung (Quelle: Naumann et al. 2009)43 Abbildung 22: Auszug aus einem Leistungsverzeichnis für den Gebäudetyp EE 4 (Quelle: Naumann et al. 2009)......44 Synthetische Wasserstand-Schaden-Beziehungen für verschiedene Gebäudetypen Abbildung 23: (Quelle: Naumann et al. 2009, modifiziert).......45 Qualitativer Einfluss von Anpassungsmaßnahmen auf die Wasserstand-Schaden-Abbildung 24: Abbildung 25: Veränderung des Verlaufs der Wasserstand-Schaden-Beziehung durch eine Kombination unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen (Quelle: Naumann et al. 2010)46 Vertikalschnitt eines mehrgeschossigen Gebäudes mit Tiefgarage; Kennzeichnung Abbildung 26: typischer Schadensschwerpunkte der Gebäudehülle gegenüber der Einwirkung >intensiver Niederschlag<; Abbildung schematisch, ohne Maßstab.......47 Abbildung 27: Schematische Darstellung des bauteilspezifischen Untersuchungsansatzes für die Bewertung der Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Starkregen48 Abbildung 28: Kinetische Energie beim Aufprall eines Hagelkorns.......55 Hagelgefährdungszonen in Deutschland und der Schweiz......56 Abbildung 29: Abbildung 30: Hagelwiderstandsklassen hagelgefährdeter Bauteile.......59 Abbildung 31: Abbildung 32: Typischer, südorientierter Büroraum des Repräsentanten VER 6......64 Abbildung 33: 3D-Modell zur thermischen Gebäudesimulation des Gebäudes VER 6......64 Abbildung 34: Vertikalschnitt durch die Nordfassade des Gebäudes VER 6, Maßstab 1:10.......65 Abbildung 35: Grundriss des Gebäudes VER 6, hervorgehoben sind die untersuchten Räume....67 Abbildung 36: Übertemperaturgradstunden in unterschiedlichen Räumen für das TRY 2010......67 Abbildung 37: Maximale operative Innentemperaturen in unterschiedlichen Räumen für das TRY 2010 Abbildung 38: Entwicklung der Übertemperaturgradstunden des Büroraumes mit Nordnordost-Abbildung 39:

Abbildung 40:	Entwicklung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs des untersuchten Gebäudes VER6 70
Abbildung 41:	Fotos mit Detailpunkten des Repräsentanten ME 472
Abbildung 42:	Wasserstand-Schaden-Beziehung für das Beispielgebäude ME 4 (Postweg 32)77
Abbildung 43:	Detailpunkte des Repräsentanten ME 780
Abbildung 44: Beispielgebäu	Schematische Darstellung der Verletzbarkeit ausgewählter Detailpunkte des des86
Abbildung 45:	Repräsentant für die Untersuchung der Einwirkung Hagel (Foto: Fahrion 2012)87
Abbildung 46:	Potentielle Schwachstellen in Bezug auf Hagelereignisse87
Abbildung 47:	Dachaufbau und Anschluss an Attika88
Abbildung 48:	Detailzeichnung Dacheinlauf90
Abbildung 49:	Ansicht außenliegender Sonnenschutz (Foto: Fahrion 2011)92
Abbildung 50:	Verletzbarkeitsrisiko der mit Hagel in Verbindung kommenden Bauteile94
Tabellenverz	zeichnis
Tabelle 1:	Übersicht über die zur Verfügung stehenden Testreferenzjahre (TRY)35
Tabelle 2:	Übersicht über die zur Verfügung stehenden Testreferenzjahre (TRY)39
Tabelle 3: Balkonen.	Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Dachterrassen und 49
Tabelle 4:	Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Steildächern50
Tabelle 5:	Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von erdberührten Bauteilen. 50
Tabelle 6:	Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Flachdächern51
Tabelle 7: Türen.	Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Fassaden, Fenstern und 52
Tabelle 8:	Übersicht über bereits genormte Bauprodukte57
Tabelle 9:	Hagelwiderstandsklassen 1 - 5
Tabelle 10:	Gefährdungspotential nach der Klassifizierungsampel60
Tabelle 11:	Überblick über die untersuchten Repräsentanten für den Produktbericht $3.1.1c61$
Tabelle 12:	Überblick über die untersuchten Gebäude in Heft 462
Tabelle 13:	Wiederherstellungsleistungen für Treppenstufen und -podeste74
Tabelle 14:	Wiederherstellungsleistungen für Deckenkonstruktionen74
Tabelle 15:	Wiederherstellungsleistungen für Außenwandkonstruktionen
Tabelle 16:	Wiederherstellungsleistungen für Außen- und Innenwandbekleidungen75
Tabelle 17:	Wiederherstellungsleistungen für den Trockenbau
Tabelle 18:	Wiederherstellungsleistungen für Installationen und Heizungsanlagen76
Tabelle 19:	Wiederherstellungsleistungen für Türen und Fenster76
Tabelle 20:	Wiederherstellungsleistungen zur Bauwerkstrocknung76
Tabelle 21:	Klassifizierung der Verletzbarkeit des Daches89

Tabelle 22:	Klassifizierung der Verletzbarkeit des Daches	91
Tabelle 23:	Klassifizierung der Verletzbarkeit des Sonnenschutzes	93

1. Gebäudetypen der Modellregion

1.1 Auswahl und Charakterisierung der Fokusgebiete

Das wesentliche Ziel dieses Untersuchungsschrittes liegt in der Analyse charakteristischer, weit verbreiteter Gebäudeformen in der Modellregion Dresden im Hinblick auf ihre Verletzbarkeit gegenüber veränderten Einwirkungen, die infolge des Klimawandels auftreten. Darauf aufbauend werden bautechnische Maßnahmen zur Anpassung potenziell betroffener Gebäude und Baukonstruktionen untersucht. Erst die Kenntnis über die in der Modellregion charakteristischen Gebäude ermöglicht es, die Verletzbarkeit von Gebäuden und Baukonstruktionen gegenüber den veränderten Klimaeinwirkungen systematisch zu untersuchen und eventuelle Defizite hinsichtlich der Klimaanpassung zu beseitigen.

Eine bedeutende Grundlage für diese Verletzbarkeitsuntersuchungen bildet die raumstrukturelle Gliederung des Siedlungskörpers der Modellregion Dresden. Da es nicht realistisch ist, alle Gebäude der Modellregion einzeln zu analysieren, wird der Siedlungskörper der Modellregion zunächst flächendeckend und redundanzfrei in städtebauliche Strukturtypen gegliedert. Diese Strukturtypen werden in sogenannten Fokusgebieten hinsichtlich ihrer Gebäudezusammensetzung vertiefend untersucht. Die Gebäude, die wesentlicher Bestandteil der städtebaulichen Strukturtypen sind, werden bezüglich ihres Gebäudetyps zugeordnet und hinsichtlich ihrer Schadensanfälligkeit analysiert.

Der Siedlungskörper von Städten und Gemeinden wird durch die Elemente Bebauung, Freiflächen und Erschließungs-/Versorgungsnetze sowie deren wechselseitige Verknüpfungen räumlichzeitlicher und funktionaler Art gebildet und geprägt. Er ist damit ein hoch komplexes System, dessen Untersuchung als Ganzes sehr umfangreich und aufwendig ist und sich nicht in Form von Einszu-eins-Betrachtungen vor Ort realisieren lässt. Daher benötigt man sinnvoll abgegrenzte Einheiten, mit deren Hilfe wissenschaftlich begründet gruppiert und strukturiert werden kann. Diese Möglichkeit bieten Typologien.¹

Typologien sind "unersetzliche Denkmodelle", die dazu dienen, "wiederkehrende Erscheinungsformen" als solche zu erkennen und von anderen abzugrenzen.² Mithilfe von Typologien ist es möglich, eine große Gesamtheit wie die REGKLAM-Modellregion zu analysieren. Dabei wird das Siedlungsgebiet in Struktureinheiten gegliedert, die sowohl die Bauweise als auch Art und Alter der Bebauung berücksichtigen. Ein derartiges Vorgehen folgt dem Strukturtypenansatz. Ein städtebaulicher Strukturtyp repräsentiert das jeweils spezifische Ordnungs- und Beziehungsgefüge der baulich-räumlichen Elemente. Hierzu werden die Bebauung, Infrastruktur und Freiflächen gezählt.³ Hintergrund ist, dass bestimmte Zeiträume bzw. Epochen der Errichtung der Gebäude stets signifikante Bebauungsstrukturen aufweisen. Diese bilden sich in der Gestaltung einzelner und auch funktional zusammengehöriger Quartiere ab. Der Übergang zwischen zwei Epochen, zukünftig Baualtersstufen (BA) genannt, fand in der Regel in Phasen politischer und wirtschaftlicher Umbrüche statt.

Bezüglich der Wohnbebauung sind Strukturtypen hinlänglich erforscht. Im Bereich der Nichtwohngebäude existieren bisher nur wenige Typisierungsvorschläge. Auch die vorliegende Untersuchung folgt im Nichtwohnbereich im Wesentlichen einer Differenzierung nach Baualter und Nutzung, also einem Ansatz, der nicht originär dem Strukturtypenansatz entspricht. In der vorliegenden Untersuchung wurden fünf städtebauliche Strukturtypen unterschieden:

- geschlossene Blockbebauung
- offene Blockbebauung
- Zeilen- und Reihenbebauung
- ¹ Blum und Gruhler 2010
- ² Kluge 1999
- ³ Arlt et al. 2001

- aufgelockert offene Bebauung
- ländliche Bebauung

VII: Zeilen-/Reihenbebauung

der DDR (Traditionell)

Eine Zusammenstellung typischer Bebauungsstrukturen zeigt Abbildung 1.



VIII: Zeilen-

/Reihenbebauung - Industrieller DDR-Wohnungsbau

Abbildung 1: Städtebauliche Strukturtypen – Ausgewählte Beispiele. Bilder I, II, IV, V, VI, VII, VIII (Quelle: Hennersdorf, IÖR auf Basis Orthobildmosaik LH Dresden 2007/2009). Bilder III, IX (Quelle: Hennersdorf, IÖR auf Basis Digitale Orthophotos (ATKIS-DOP) 2005 mit Erlaubnis des Landesvermessungsamtes Sachsen; Erlaubnis-Nr. 2058/06)

IX: Aufgelockert offene Be-

bauung - Siedlungserweite-

rung nach 1990

Da Nichtwohngebäude wie Wohngebäude gleichermaßen Analysegegenstand sind, wurden neben Wohngebieten und Dorfgebieten auch Kern- und Mischgebiete in die Untersuchung einbezogen. Industrie-, Gewerbe- und Sondergebiete standen hingegen nicht im Fokus der Untersuchung. Damit ist eine flächendeckende, redundanzfreie Gliederung des Siedlungskörpers der Modellregion abzüglich der oben genannten Industrie-, Gewerbe- und Sondergebiete möglich.

1.2 Entwicklung von Gebäudetypologien für die Modellregion

1.2.1 Einführung in die Typologie von Wohn- und Nichtwohngebäuden

Die Analyse der Stadtstrukturtypen führt zur Identifizierung von Flächen gleicher oder vergleichbarer Nutzung (beispielsweise Gebäude, Verkehrswege und Freiflächen). Aufbauend auf diesen Er-

gebnissen, kann eine detailliertere Untersuchung der Gebäude erfolgen. Dabei wird auf einen Ansatz zurückgegriffen, welcher sich innerhalb des IÖR in diversen Projekten bereits bewährt hat und zur Typisierung von Gebäuden führt.⁴ Nach Naumann et al. (2008) sind neben der Analyse der Stadtstrukturtypen vor allem folgende charakteristische Merkmale von Gebäuden zu erfassen:

- die Bauzeit und der ursprüngliche Nutzungszweck eines Gebäudes
- die Bebauungsart
- das baukonstruktive Gefüge
- die Kubatur, Raumstrukturen und charakteristische geometrische Verhältnisse
- der Unterkellerungsanteil
- die aktuell überwiegende Nutzungsart
- der aktuelle Bauzustand

Innerhalb der Modellregion Dresden kann nicht jedes Gebäude zur Analyse von Anpassungsmaßnahmen einzeln untersucht werden. Daher bedarf es einer Gliederung des Gebäudebestandes in Gruppen ähnlicher Gebäude. Dabei spielen diejenigen Merkmale, welche durch die veränderten Einwirkungen im Zuge des Klimawandels zur Erhöhung der Vulnerabilität der Gebäude beitragen, eine entscheidende Rolle. Aufbauend auf Gruhler et al. (2002) sowie Blum und Gruhler (2010) kann die gebaute Umwelt in verschiedene Gebäudetypen unterteilt werden. Diese Gebäudetypen ergeben sich auf der einen Seite aus der Einteilung des Gebäudebestandes in charakteristische Baualtersstufen und auf der anderen Seite durch die Zuordnung zu drei unterschiedliche Gebäudekategorien. Die Matrix der Wohn- und Nichtwohngebäudetypen der Modellregion Dresden ergibt sich aus dieser Einteilung, da die Sonstigen Gebäude nicht Untersuchungsgegenstand sind.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, erfolgt auf der einen Seite eine Aufteilung der Wohngebäude in unterschiedliche Bebauungsarten und auf der anderen Seite eine Aufteilung der Nichtwohngebäude in verschiedene Nutzungsarten.

		Kat	egorie Wohngebä	ude	Kateg	orie Nichtwohnge	bäude
	EGKLAM bäudetypen	Bebauungsart	Bebauungsart	Bebauungsart	Nutzungsart	Nutzungsart	Nutzungsart
		W 1	W 2		NW 1	NW 2	
nfe	B 1	Gebäudetyp W 1 - B 1	Gebäudetyp W 2 - B 1		Gebäudetyp NW 1 - B 1	Gebäudetyp NW 2 - B 1	
Baualtersstufe	B 2	Gebäudetyp W 1 - B 2	Gebäudetyp W 2 - B 2		Gebäudetyp NW 1 - B 2	Gebäudetyp NW 2 - B 2	
Baı							

Abbildung 2: Grundlegende Gebäudetypenmatrix für die Kategorien Wohn- und Nichtwohngebäude.

1.2.2 Unterteilung in Kategorien, Bebauungsarten und Nutzungen

Gliederung der Gebäudelandschaft

Das Ziel der ersten Untersuchungsschritte liegt in der Gliederung des Gebäudebestandes, wobei neben Kategorien verschiedene Bebauungsarten und Nutzungen unterschieden werden. Die Unterteilung muss eine Eindeutigkeit aufweisen, so dass die charakteristischen Merkmale klar und zwei-

Vgl. Neubert et al. 2008

felsfrei erkannt werden können. Dabei werden die drei Kategorien Wohngebäude, Nichtwohngebäude sowie Sonstige Gebäude unterschieden. Der Wohngebäudebestand (siehe Abbildung 3 A) lässt sich in verschiedene Bebauungsarten unterteilen, um charakteristische Kubaturen, Raumstrukturen und Konstruktionsmerkmale abzugrenzen. Für den Nichtwohngebäudebestand (siehe Abbildung 3 B) stellt sich heraus, dass eine Einteilung in Bebauungsarten nicht ausreicht, um die sehr heterogen auftretenden Gebäude zu gliedern. Daher wird eine Einteilung in so genannte Nutzungsgruppen präferiert und damit eine Strukturierung des Nichtwohngebäudebestandes erreicht.



D

Abbildung 3: Beispiele für die Kategorien bzw. Nutzungen Wohngebäude (A), Nichtwohngebäude (B) und Sonstige Gebäude (C und D) (Fotos A und C: Nikolowski; Fotos B und D: May)

Zur Kategorie Sonstige Gebäude (siehe Abbildung 3 C und D) zählen beispielsweise Nebengebäude wie Schuppen und Baracken, Garagen, Parkdecks, Tiefgaragen und unterirdische Bauten sowie nicht klassifizierbare Gewerbebauten. Von einer näheren Untersuchung der Sonstigen Gebäude wird abgesehen, da diese Gruppe nicht sinnvoll klassifiziert werden kann und ein Schwerpunkt auf Wohn- und Nichtwohngebäude gelegt wird.

Wohngebäude

C

Ein Wohngebäude kann als Baukörper, welcher vorwiegend der Wohnnutzung dient, mit ausschließlich einem Haupteingang, definiert werden. Dabei muss besonders in innerstädtischen Gebieten auf Gebäude mit gewerblicher Nutzung im Erdgeschoss und eventuell im 1. Obergeschoss geachtet werden. Überragt die Wohnnutzung die gewerbliche Nutzung, so wird das Gebäude als Wohngebäude mit eingelagertem Gewerbe deklariert. Bei überwiegend gewerblicher Nutzung wird eine Einteilung zur Kategorie Nichtwohngebäude vorgenommen. Aus den Stadtstrukturtypen ergeben sich Hinweise auf die bei Wohngebäuden vorzufindende Bebauungsart. So existieren unter anderem Gebiete, die als "verdichtet geschlossen bebaute Flächen" oder als "aufgelockert offen bebaute Flächen" charakterisiert werden. Daraus lassen sich verschiedene Bebauungsarten für Wohngebäude ablesen (siehe Abbildung 4):

- Bebauungsart einzeln stehende Gebäude
- Bebauungsart mehrere in Reihe stehende Gebäude, zu einem Baukörper verbunden

Die Differenzierung in zwei unterschiedliche Bebauungsarten grenzt Merkmale von Gebäuden ab, welche unter anderem Geometrie, Fassadenflächenanteile und Kubatur betreffen. Um weitergehende relevante Aussagen wie beispielsweise zur Raumstruktur zu erlangen, muss eine differenziertere Unterteilung stattfinden. Die Einteilung der zwei vorzufindenden Bebauungsarten der Wohngebäude in Ein- und Zweifamilienhäuser (EFH/ZFH) sowie Mehrfamilienhäuser (MFH) hat sich grundsätzlich bewährt. Aus dieser Unterteilung lassen sich alle wichtigen Parameter abgrenzen, welche ein Erarbeiten von Anpassungsmaßnahmen ermöglicht.

⁵ Arlt et al. 2001

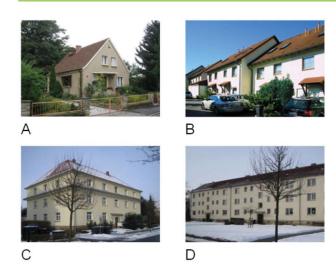


Abbildung 4: Beispiele für einzeln bzw. in Reihe stehende Einfamilienhäuser (A und B) sowie einzeln bzw. in Reihe stehende Mehrfamilienhäuser (C und D) (Fotos: Nikolowski)

Einschließlich der gesondert zu betrachtenden Bebauungsart Hinterhaus, welche vor allem in innenstädtisch geprägten Gebieten vorkommt, sind demnach acht Bebauungsarten für die Kategorie Wohngebäude zu unterscheiden:

- Bebauungsart einzeln stehend: EFH/ZFH, Hinterhaus sowie drei verschiedene MFH (ME, LW und LWS)
- Bebauungsart in Reihe stehend: EFH/ZFH sowie zwei verschiedene MFH (MRG und MRO)

Nichtwohngebäude

Charakteristische Nichtwohngebäude heben sich insbesondere durch ihre Kubatur, die räumliche Organisation und die dazugehörige Freiflächengestaltung von Wohngebäuden ab. Die Einordnung der Nichtwohngebäude in Typen erfolgte in der Regel nach ihrer ursprünglichen Nutzung, also nach der Gebäudekategorie der Erbauungszeit. Diese steht historisch in enger Verbindung mit der dafür typischen Bauweise und baukonstruktiven Aspekten. Typische Konstruktionen wurden einzelnen Kategorien zugeordnet. Um die Gruppe der Nichtwohngebäude umfassend abzubilden, bedurfte es während des Arbeitsprozesses einer Klassifizierung. Sie umfasst folgende sieben Nutzungsarten mit ihren jeweiligen Untergruppen: Bildung, Gesundheit, Gewerbe, Kultur, Religion, Sport und Verwaltung beziehungsweise Büro. Diese sieben Nutzungsarten mit ihren insgesamt 13 Untergruppen dokumentieren das grundsätzliche Ziel, die Vielfalt an Konstruktionen und Nutzungen bei Nichtwohngebäuden umfassend abzubilden und gleichzeitig so weit wie möglich zusammenzufassen. In Abbildung 5 sind Beispiele für verschiedene Nichtwohngebäude abgebildet. An dieser Auswahl erkennt man die Vielzahl möglicher Erscheinungsformen, welche in den Fokusgebieten vorzufinden sind. Sowohl das äußere Erscheinungsbild als auch die baukonstruktive Durchformung unterscheiden sich elementar von der Wohnbebauung.









Abbildung 5: Beispiele für Wohnheime (A), für Krankenhäuser (B) sowie für Kindertagesstätten (C) und Schulen (D) (Fotos: May)

1.2.3 Unterteilung in Baualtersstufen

D

Weitere Abgrenzungsmerkmale

Als wichtiges Abgrenzungsmerkmal einer Gebäudetypologie gilt das baukonstruktive Gefüge der betrachteten Gebäude. Nur durch detailliertes Wissen über typische Merkmale wie Bauweisen, Baukonstruktionen und Baumaterialien können spezifische Vulnerabilitätsanalysen für Gebäude durchgeführt und Anpassungsmaßnahmen geplant werden. Zur besseren Differenzierung des Gebäudebestandes der Modellregion wurden Gruppen mit gleichen beziehungsweise ähnlichen Merkmalen zusammengefasst. Das Anwenden so genannter Baualtersstufen bildet dabei ein effektives Instrument zur Abgrenzung von Gebäudetypen, da stets signifikante Wechselwirkungen zwischen der Bauzeit eines Gebäudes und seinem baukonstruktiven Gefüge bestehen.⁶ Es ist darauf zu achten, dass die angegebenen "Grenzen" zwischen den Baualtersstufen als Anhaltspunkte dienen und nicht als unumstößliche Abgrenzungen zu verstehen sind. So können in einigen Fällen Gebäude aus baukonstruktiver Sicht in eine bestimmte Baualtersstufe eingeordnet werden, selbst wenn ihr Erbauungsjahr eventuell zu einer benachbarten Stufe zählen würde.

Wohngebäude

Der gesamte Gebäudebestand der Modellregion kann sinnvoll in sieben Baualtersstufen unterteilt werden, wobei die Zeitabschnitte der Baualtersstufen nach 1945 bei den Nichtwohngebäuden teilweise von denen der Wohngebäude abweichen. Politische beziehungsweise wirtschaftliche Entwicklungen bilden oft wichtige Randbedingungen für die Ausbildung markanter Zeitabschnitte mit ihren jeweils vergleichbaren Bauformen, Baukonstruktionen und Regelwerken sowie teilweise baulichen Innovationen (siehe Abbildung 6). Eine Differenzierung der Wohngebäude findet daher anhand verschiedener Stufen statt, welche nachfolgend aufgelistet sind:

- Baualtersstufe 1 (Holz- beziehungsweise Holzskelettbau vor 1870)
- Baualtersstufe 2 (Massivbau vor 1870)
- Baualtersstufe 3 (Massivbau 1870 bis 1918)
- Baualtersstufe 4 (überwiegend Massivbau 1918 bis 1945)
- Baualtersstufe 5 (Massivbau 1945 bis 1990)
- Baualtersstufe 6 (Plattenbau 1970 bis 1990)

⁶ Weller und Naumann 2007

- Baualtersstufe 7 (überwiegend Massivbau nach 1990)





BA 2





BA 4

BA 7

Abbildung 6: Beispiele für Mehrfamilienhäuser der Baualtersstufen 2, 3, 4 und 7 (Fotos: Nikolowski)

Nichtwohngebäude

Der Nichtwohngebäudebestand wird, wie auch der Wohngebäudebestand, in sieben Baualtersstufen unterteilt. Die Baualtersstufen der Nichtwohngebäude unterscheiden sich jedoch geringfügig von denen der Wohngebäude und stellen sich wie folgt dar:

- Baualtersstufe 1 (Holz/Holzskelett vor 1870)
- Baualtersstufe 2 (Massivbau vor 1870)
- Baualtersstufe 3 (Massivbau 1870 bis 1918)
- Baualtersstufe 4 (Massivbau/Skelettbau 1918 bis 1953)
- Baualtersstufe 5 (überwiegend Elementbau 1953 bis 1970)
- Baualtersstufe 6 (überwiegend Elementbau 1970 bis 1990)
- Baualtersstufe 7 (Massivbau/Skelettbau nach 1990)





BA 2



BA 3



BA 4

BA 7

Abbildung 7: Beispiele für Verwaltungsgebäude der Baualtersstufen 2, 4, 6 und 7 (Fotos: May)

1.2.4 Gebäudetypenmatrix für Wohngebäude

Die Wohngebäudetypen werden durch die Überlagerung der Abgrenzungsmerkmale "Bebauungsart" und "Baualtersstufe" gebildet. Daraus ergeben sich zunächst innerhalb der so entstehenden Matrix 56 theoretisch mögliche Wohngebäudetypen. Zu den Bebauungsarten der Wohngebäude zählen:

- Einzeln stehendes Einfamilienhaus (EE)
- Hinterhaus (HH)
- Landwirtschaftlich geprägtes Wohnhaus, mit oder ohne Stallbereich (LW und LWS)
- Einzeln stehendes Mehrfamilienhaus (ME)
- in Reihe stehendes Einfamilienhaus (ER)
- in Reihe stehendes Mehrfamilienhaus in geschlossener und offener Bebauung (MRG und MRO)

Da durch bauliche Entwicklungen nicht jeder theoretisch mögliche Gebäudetyp in der Modellregion vorkommt, wurden 13 Gebäudetypen, welche aus bautechnischer, bauhistorischer und bauwirtschaftlicher Sicht innerhalb der Fokusgebiete nicht zu erwarten sind, identifiziert und aus der Matrix entfernt (dunkelgraue Felder in Abbildung 8). Die übrigen 43 Gebäudetypen, welche theoretisch in den Fokusgebieten vorzufinden sind, werden in Abbildung 8 in Form der Wohngebäudematrix abgebildet (hellgraue Felder in Abbildung 8). Verschiedene Baualtersstufen brachten unterschiedliche Bebauungsformen hervor. Daher finden sich beispielsweise industriell gefertigte Großtafelbauweisen nur im Bestand von Mehrfamilienhäusern verschiedener Bebauungsformen und nicht innerhalb der Gruppe an Einfamilienhäusern wieder.

					,	Kategorie W	ohngebäud	е		
	REGKLAM Wohngebäudetypen		Вє		einzeln steh nem Hauptei	ende Gebäu ngang)	de	zu e verbi	gsart mehren stehende, einem Baukö undene Geb nem Hauptei	rper äude
			EFH / ZFH	Hinter- häuser		MFH		EFH / ZFH	МІ	FH
			EE	НН	LW	LWS	ME	ER	MRG	MRO
	vor 1870 Holz / Holzskelett	1			LW 1	LWS 1	ME 1		MRG 1	MRO 1
	vor 1870 Massivbau	2	EE 2	HH 2	LW 2	LWS 2	ME 2	ER 2	MRG 2	MRO 2
nfe	1870-1918 Massivbau	3	EE 3	нн3	LW 3	LWS 3	ME 3	ER 3	MRG 3	MRO 3
Baualtersstufe	1918-1945 überwiegend Massivbau	4	EE 4	HH 4	LW 4	LWS 4	ME 4	ER 4	MRG 4	MRO 4
Baı	1945-1990 Massivbau	5	EE 5				ME 5	ER 5	MRG 5	MRO 5
	1970-1990 Plattenbau	6					ME 6		MRG 6	MRO 6
	nach 1990 überwiegend Massivbau	7	EE 7	HH 7			ME 7	ER 7	MRG 7	MRO 7

Abbildung 8: Gebäudetypenmatrix für Wohngebäude

1.2.5 Gebäudetypenmatrix für Nichtwohngebäude

Analog zu den Wohngebäuden wurde eine Nichtwohngebäudematrix durch Gegenüberstellung der Abgrenzungsmerkmale "Baualtersstufe" und der verschiedenen "Nutzungsarten" mit ihren Untergruppen der Kategorie Nichtwohngebäude aufgestellt. Dabei entstehen 91 theoretisch mögliche Nichtwohngebäudetypen.

Die Kategorie Nichtwohngebäude beinhaltet folgende Untergruppen der Nutzungsarten:

- Kindergärten und Kindertagesstätten (KIN)
- Lehrgebäude, Schulen (LEH)
- Heime (HEI)
- Krankenhäuser, Ärztehäuser (KRA)
- Handelsgebäude (HAN)
- Hotels, Gastronomie (HOT)
- Landwirtschaftliche Betriebe (LAN)
- Produktionsstätten und Handwerksbetriebe (PRO)
- Museen (MUS)
- Kulturelle Nutzungen, Veranstaltungsbauten (KUL)
- Religiöse Versammlungsstätten (REL)
- Sporteinrichtungen (SPO)
- Verwaltungsgebäude, Bürogebäude (VER)

Auch bei den Nichtwohngebäuden werden Gebäudetypen, welche in der Modellregion Dresden generell nicht vorkommen können, durch dunkelgraue Felder ersetzt (siehe Abbildung 9). Übrig bleiben 62 Gebäudetypen, welche theoretisch in den Fokusgebieten der Modellregion vorzufinden sind. Nichtwohngebäude in Holz- beziehungsweise Holzskelettbauweise (Baualtersstufe 1) sind in den Fokusgebieten der Modellregion nicht vorhanden. Ebenso werden Heime für betreutes Wohnen erst in den Jahren nach 1990 gebaut und treten vorher nur durch Umnutzung bestehender Strukturen in Erscheinung. Krankenhäuser, Hotelbauten, Produktionsstätten, Veranstaltungsbauten und Verwaltungsgebäude hingegen sind außer in Stufe 1 in allen Baualtersstufen zu finden. In den Fokusgebieten existieren keine religiösen Versammlungsstätten der Jahre 1953-1990. Diese gewinnen erst wieder in den Jahren nach der 1990 an Bedeutung.

							Ka	tegorie I	Nichtwo	hngebä	ude				
N	REGKLAM lichtwohngebäudetypen		Bild	lung	Gesu	ndheit		Gew	erbe		Ku	ltur	Reli- gion	Sport	Ver- wal- tung, Büro
			KIN	LEH	HEI	KRA	HAN	нот	LAN	PRO	MUS	KUL	REL	SPO	VER
	vor 1870 Holz / Holzskelett	1													
	vor 1870 Massivbau	2		LEH 2		KRA 2		HOT 2	LAN 2	PRO 2	MUS 2	KUL 2	REL 2		VER 2
nfe	1870-1918 Massivbau	3	KIN 3	LEH 3		KRA 3	HAN 3	НОТ 3	LAN 3	PRO 3	MUS 3	KUL 3	REL 3	SPO 3	VER 3
Baualtersstufe	1918-53 Massivbau/Skelettbau	4	KIN 4			KRA 4	HAN 4	HOT 4		PRO 4		KUL 4	REL 4		VER 4
Bai	1953-1970 überwiegend Elementbau	5	KIN 5	LEH 5		KRA 5	HAN 5	НОТ 5	LAN 5	PRO 5	MUS 5	KUL 5		SPO 5	VER 5
	1970-1990 überwiegend Elementbau	6	KIN 6	LEH 6		KRA 6	HAN 6	НОТ 6		PRO 6		KUL 6		SPO 6	VER 6
	nach 1990 Massivbau/Skelettbau	7	KIN 7	LEH 7	HEI 7	KRA 7	HAN 7	НОТ 7	LAN 7	PRO 7	MUS 7	KUL 7	REL 7	SPO 7	VER 7

Abbildung 9: Gebäudetypenmatrix für Nichtwohngebäude

1.3 Relevante Wohngebäudetypen der Modellregion

Nachdem die Bebauungsstruktur aller Fokusgebiete analysiert und die Ergebnisse in die individuellen Matrices überführt sind, kann eine quantitative Gesamtauswertung zur Bestimmung der relevanten Wohngebäudetypen der Modellregion erfolgen. Alle wichtigen Informationen, von der Verletzbarkeit der Baukonstruktionen bis hin zur Anzahl und Größe von Wohneinheiten sowie der Bewohneranzahl, kann durch die Zuordnung zu spezifischen Gebäudetypen abgeschätzt werden. Eine Auswertung der Gebäudetypen mit "hoher Bedeutung", also Gebäudetypen mit einem Vorkommen von mehr als 10 % in den jeweiligen Fokusgebieten, reduziert die ursprüngliche Anzahl von 43 auf 19 quantitativ relevante Gebäudetypen (siehe Abbildung 10). Auffällig ist, dass die Baualtersstufe 1 (Holz- und Holzskelettbauweise) in der Matrix nicht zu finden ist. Dies ist damit zu erklären, dass in den Fokusgebieten keine reinen Holz- beziehungsweise Holzskelettbauweisen vorkommen. Lediglich Mischbauweisen, beispielsweise mit steinernem Erdgeschoss und einem Obergeschoss in Fachwerkbauweise, bilden einen Teil der Gebäudelandschaft. Gebäude dieser Zeitepoche und Bauweise wurden bereits häufig umfassend saniert, umgebaut und umgenutzt, so dass eine Zuordnung zur Baualtersstufe 1 nicht zielführend ist. Die Schwankungsbreite vorzufindender Konstruktionen kann durch die Baualtersstufe 2 bestens abgedeckt werden, in der beispielsweise Innenwände oder Au-Benwände im 1. Obergeschoss aus Holzfachwerk vorkommen können.

										Relev	ante V	Vohnge	ebäude	typen							
Re		ite Wohngebäudetypen je Fokusgebiet		EE			ER		LW		ME		нн		MRO				MRG		
			4	5	7	4	5	7	2	2	3	7	3	5	6	7	2	3	5	6	7
_	1a	Dresden - Innere Altstadt																			
in in in	1b	Dresden - Äußere Neustadt																			
gior	1c	Dresden - Seevorstadt																			
der REGKLAM Modellregion ebäude und Siedlungsstrukturen	1d	Dresden - Striesen																			
Mod	1e	Dresden - Kleinzschachwitz																			
AM I	1f	Dresden - Friedrichstadt																			
	1g	Dresden - Leuben																			
RE	2a	Pirna - Altstadt																			
e der	2b	Pirna - Unterlauf Seidewitz																			
biet 1.1	За	Stolpen - Altstadt																			
sge kt 3.	3b	Bannewitz																			
Fokusgebiete der REC Teilprojekt 3.1.1 Gebäude	4a	Diera-Zehren																			
Teilp _	4b	Crostwitz																			
	4c	Rechenberg-Bienenmühle																			

Abbildung 10: Matrix der Wohngebäudetypen mit hohem Anteil (mehr als 10 %) in den Fokusgebieten

1.4 Relevante Nichtwohngebäudetypen der Modellregion

Bei den Vor-Ort-Begehungen stellte sich heraus, dass – abgesehen von wenigen Ausnahmen im Wohngebäudebereich – reine Holz- oder Holzskelettbauweisen vor 1870 in den Fokusgebieten nicht vorkommen. Die Baualtersstufe 1 besitzt somit für Nichtwohngebäude keine Relevanz. Diese Tatsache reduziert die ursprünglich 91 möglichen Gebäudetypen auf 62 tatsächlich vorhandene, wovon wiederum 20 mit einem hohen Anteil in den Fokusgebieten vertreten sind. Der "hohe Anteil" bezieht sich auf ein Vorkommen von mehr als 10 %, bezogen auf den gesamten jeweiligen Nichtwohngebäudebestand im Fokusgebiet. In der Matrix werden somit 20 relevante Nichtwohngebäudetypen aufgeführt (siehe Abbildung 11). Insgesamt besteht in der relativ geringen Summe aller Nichtwohngebäude ein signifikanter Unterschied zu der hohen Zahl von Wohngebäuden. Eine Besonderheit stellen jedoch große Nichtwohngebäude oder Gebäudekomplexe dar. In solchen Bauwerken ist meist auch die Zahl der darin arbeitenden Menschen hoch. Diese sind betroffen von den Arbeitsbedingungen innerhalb der baulichen Hülle. Vor allem bei Schulen und Verwaltungsgebäuden zeichnet sich eine wesentliche Bedeutung von Anpassungsmaßnahmen für Gebäude an ein sich wandelndes Klima ab. Dieser Tatsache wird in einem nächsten Schritt, bei der Auswahl repräsentativer Gebäude für einzelne Baualtersstufen, Rechnung getragen.

	20	2007 7 2 200 200								Relev	ante N	Nichtw	ohnge	bäude	typen							
Relev		Nichtwohngebäudetypen je Fokusgebiet	к	IN	LI	EH		HAN	4 8,	нот	L	AN		PRO	,	MUS	KUL	SPO		VI	ER	
			6	7	3	6	5	6	7	6	2	5	3	4	5	2	2	6	2	3	6	7
_	1a	Dresden - Innere Altstadt																,				
urer	1b	Dresden - Äußere Neustadt																				
ebäude und Siedlungsstrukt	1c	Dresden - Seevorstadt																				
gssl	1d	Dresden - Striesen																				
la la	1e	Dresden - Kleinzschachwitz																				
Sie	1f	Dresden - Friedrichstadt																				
Ē	1g	Dresden - Leuben																				
inde	2a	Pirna - Altstadt																				
	2b	Pirna - Unterlauf Seidewitz																				
1.1	За	Stolpen - Altstadt																				
projekt 3.1.1 G	3b	Bannewitz																				
Teilprojekt	4a	Diera-Zehren																				
Teilp	4b	Crostwitz																				
	4c	Rechenberg-Bienenmühle																				

Abbildung 11: Matrix der Nichtwohngebäudetypen mit hohem Anteil (mehr als 10 %) in den Fokusgebieten

2. Steckbriefe der relevanten Gebäudetypen

2.1 Untersuchungsumfang

Das Gebäude und seine Baukonstruktionen – insbesondere seine abschließenden Außenflächen wie die Fassade, das Dach und die erdberührten Bereiche – werden in exponierter Lage durch unterschiedliche Witterungseinflüsse, welche durch das Klima am Standort bestimmt sind, beeinflusst. Die wesentliche Aufgabe dieser gebäudeabschließenden Bereiche ist es, den Bewohnern einen ausreichenden Schutz vor klimatischen Einwirkungen und Extremen zu bieten. Zusätzlich zum Schutz sollte das Gebäude dem Bewohner eine hinreichende Aufenthaltsqualität gewährleisten. Um dieses auch unter zukünftigen klimatischen Verhältnissen gewährleisten zu können, ist es Aufgabe von Ingenieuren, zu überprüfen, inwieweit ein Anpassungsbedarf der bestehenden Gebäudesubstanz besteht. Zur Ermittlung der Anpassungsnotwendigkeit muss die Verletzbarkeit der Gebäude bekannt sein, welche wesentlich von der Nutzung, den vorhandenen Baukonstruktionen und den haustechnischen Elementen bestimmt wird. Zur Beurteilung der Verletzbarkeit sind daher eine umfassende Analyse und eine ausführliche Dokumentation der Gebäudesubstanz notwendig.

Nach der Analyse der 14 Fokusgebiete und der darin anzutreffenden Bausubstanz werden die fünf besonders relevanten Wohngebäude-Baualtersstufen 3, 4, 5, 6 und 7 weiter untersucht. Da Mehrfamilienhäuser in allen Baualtersstufen zahlreich vertreten sind, stehen diese im Fokus der Untersuchung. Die Baualtersstufen 1 und 2 wurden nicht berücksichtigt, da sie entweder in keinem relevanten Ausmaß vorzufinden sind (BA 1) oder sich innerhalb einer Baualtersstufe durch diverse Umbauten, Sanierungen und Umnutzungen (BA 2) zu inhomogen darstellen. Bei den Nichtwohngebäuden stellte sich heraus, dass die am häufigsten vorkommenden Gebäudetypen Büro- und Verwaltungsgebäude sowie Produktionsstätten sind. Da Büro- und Verwaltungsgebäude in hohem Maße in den einzelnen Fokusgebieten vorhanden sind und eine relativ gleiche Raumkonditionierung sowie eine im Vergleich zu den Produktionsstätten höhere Personenbelegung aufweisen, werden diese vertiefend betrachtet.

Zu den insgesamt 10 Gebäuderepräsentanten (5 Wohn- und 5 Nichtwohngebäude) liegen nunmehr alle wesentlichen Informationen, welche zur Einschätzung ihrer einwirkungsspezifischen Verletzbarkeit nötig sind, in Form von Steckbriefen vor. Dabei wurden die relevanten Geometrien, Nutzungen, Baukonstruktionen, An- und Aufbauten, Technische Gebäudeausrüstung und Sonderbauteile des jeweiligen Gebäudes detailliert in einem einheitlichen und übersichtlichen Format dokumentiert.

Die Steckbriefe gliedern sich in die drei Hauptteile "Kennwerte", "Haustechnik" und "Konstruktion". Zu den Kennwerten des Gebäudes zählen neben der Geometrie und den Höhenkoten auch die Flächen- und Volumenmaße des Gebäudes. Zur Verdeutlichung des Baukörpers dienen Ansichten, Schnitte und Grundrisse der wesentlichen Gebäudeteile. Der Bereich der Haustechnik informiert über die relevante Technische Gebäudeausrüstung wie Heizungsanalgen, Klimatisierung und Gebäudeautomation. Die Analyse des Entwässerungssystems sowie der Fensterflächen- und zugehöriger Sonnenschutzanteil findet sich ebenfalls in dieser Kategorie. Unter der Rubrik Konstruktion werden all diejenigen Parameter zusammengefasst, welche in den Bereich der Baukonstruktion Relevanz zu klimatischen Einwirkungen besitzen. So sind Schichtenfolgen von Dachterrassen, überdeckten Tiefgaragen und Sockelbereiche ebenso beschrieben wie der Dachaufbau oder die Geschoßdecken samt Fußbodenaufbauten und Wandkonstruktionen.

2.2 Steckbriefe für Wohngebäude

Baukonstru	uktion	Dachgeschos
Dach	Mansarddach (Pfetten- dach)	Dachaufbau
Fassade	Straßenseite: Vor- hangfassade, 12 cm Sandsteinplatten im EG, in Obergeschossen Fenstergewände aus Sandstein Hofseite: Spritzputz	Dachdeckung Dachüberstand
Balkone	Stahlträger in Gebäu- deaußenwand einge-	Dachdurchdrin- gung
	spannt (wahrschein- lich I-Profil), darauf Sandsteinplatte, I-Profil	Innenwände
	mit Sandsteinstuck verkleidet; Geländer: schmiedeei-	Treppe
	sern;	Obergeschos
	Entwässerung über Tropfkante (Zinkblech)	Außenwände
Fenster	alle Fenster von außen in Sandstein eingefasst, Fenster i.d.R mit Ober- lichtern, Holz, lackiert, 2-Scheiben-Isolierglas,	Innenwände Geschossdecke
	U-Wert: 1,7 W/m²K; Fensterbänke außen:	Fußboden
	Titanzinkprofile; Fensterbänke innen: Wohneinheiten: Kunst-	Treppe
	stoff,	Erdgeschoss
	Treppenhaus: Granit, auf Innenseite der Fenster Gewölbesturz, DG: Dachflächenfenster Velux GGL, U-Wert: 1,6 W/m²K	Außenwände
Gründung	Streifenfundament aus Beton (Bankett), Tiefe	
	ca. 80 cm	Innenwände
		Geschossdecke
	I I	

Besonderheite	en
Denkmal	Denkmalschutz muss eingehalten werden
Dachgeschoss- nutzung	voll ausgebautes Dach- geschoss
Grundflächen- form	Außenwand und Grund- stück verlaufen im Winkel von ca. 2,7°

	İ
Dachaufbau	Gipskarton auf Lattung Dampfbremse 18 cm Sparren dazwischen Mineralwolle Unterspannbahn Dacheindeckung U-Wert: 0,22 W/m²K
Dachdeckung	Schieferschindeln, Bogen- Rechtsdeckung
Dachüberstand	an den Traufkanten ~ 20 cm
Dachdurchdrin- gung	4 Abluftrohre 16 Dachflächenfenster 5 Dachgauben
Innenwände	Trockenbauwände d = 26 cm
Treppe	Holztreppe

Außenwände	39 cm Ziegelmauerwerk sonst wie EG U-Wert WE: 0,55 W/m²K
Innenwände	wie EG
Geschossdecke	wie EG
Fußboden	wie EG
Treppe	wie EG

Außenwände	2 cm Innenputz auf Ölan- strich Wohneinheiten: Innendäm- mung, wahrscheinlich 5 cm Kalziumsilikatplatten 52 cm Ziegelmauerwerk 2,5 cm Außenputz U-Wert: 0,4 W/m²K			
Innenwände	1,5 bis 2 cm Innenputz auf Ölanstrich 39/25/12 cm Ziegelmauer- werk			
Geschossdecke	Holzbalkendecke, abgehan- gen			
Fußboden	Ausgleichsschüttung auf Dielung Estrich Laminat			
Trenne	Stahlheton-Blockstufen			

Außenwände	Sandsteinmauerwerk, Stra- Ben-/Hofseite: 77 cm, str- seitig im Sockelbereich zus. 8 cm Sandsteinverkleidung, Bitumendickbeschichtung U-Wert: 1,9 W/m²K
Innenwände	Sandstein-/ Ziegelmauer- werk-Gemisch, Fugen z.T. mit Naturstein ausgefüllt, d = 39/52 cm Hochlochziegel (Bögen, die später zugemauert wurden), d = 11,5 cm 0,5 bis 1,5 cm Kalkputz

Kennwerte

Kellergeschoss (Fortsetzung)

Kellerdecke

ußboden

Treppe Nutzungen Kellergeschoss

rdgeschoss

Obergeschosse

Mansarde, Dachge schoss

Haustechnik

eizung

Warmwasser-aufbereitung

Klimatisierung/ Lüftung

allrohre

onstiges

SÜD WEST

Regenentwässerung

Dachrinnenführung

Technische Gebäudeausrüstung

Fensterflächen / Sonnenschutz Fensterfläche 64,82 m²

ernwärme

ernwärme

Preußische Kappe aus Ziegel-mauerwerk Sandschüttung Dielung auf Lagerhölzern Ausgleichsschüttung Estrich Hiesen J-Wert: 1,37 W/m²K

11 cm Verbundestrich auf in Lehm gelegte Ziegel; Abfluss im Flur 1 vorhanden (vor Treppe), d = 10 cm

Mieter- und Fahrradkeller Heizungs- und Hausanschlus raum

x 2-Zimmerwohnung x 3-Zimmerwohnung

x 2-Zimmerwohnung x 1-Zimmerwohnung

Sandstein-Blockstufen

kubisch rechteckig, mit Mansard- geschoss			
Dachart Mansarddach			
Dachneigung	DG: 28,5° Mansarde: 70°		
Dachfläche	~ 287 m²		
Gebäudelänge	13,92 m		
Gebäudebreite	Str.seite: 14,32 m Hofseite: 14,97 m		
Traufhöhe + 16,28 m			

	OKFF Mansarde	+ 15,54 m	
	OKFF 3.OG	+ 11,75 m	
	OKFF 2.OG	+ 7,92 m	
	OKFF 1.0G	+ 3,83 m	
	OKFF EG	+/- 0,00 m	
е	OK Gelände	- 0,59 m	

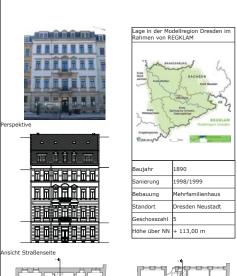
unituring entitating der Passade			Gebaudegrund-	203,90 1112	
ofseite: an der Traufkante			fläche GGF		
es Mansarddaches, traßenseite: oberhalb der raufkante:			BRI	~ 4.695 m	
9	achrinnen aus Titanzink		BGE	~ 1.391 m	
	esstreifen im Hofbereich				
= 35 cm entlang der Außen- and im Sockelbereich			NF gesamt	~ 862 m²	
Sonnenschutz				~ 82 m²	
			NF KG		
64,82 m²					
Wohneinheiten: z.T. in Dach- flächenfenstern innenliegen- de Jalousien Treppenhaus: keine Maß-			NF EG	~ 126 m²	
			NF 1.0G - 3.0G	~ 146 m²	
	nahmen			~ 139 m²	
	68,30 m²		NF Mansarde		

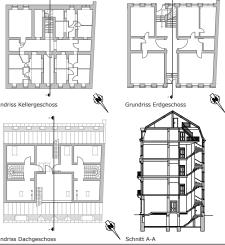
Wohngebäudetyp MRG 3



OK BO	1 20,10 111
OKFF Mansarde	+ 15,54 m
OKFF 3.OG	+ 11,75 m
OKFF 2.OG	+ 7,92 m
OKFF 1.0G	+ 3,83 m
OKFF EG	+/- 0,00 m
OK Gelände	- 0,59 m
OKFF KG	- 3,10 m

e	itung		OK Gelände	- 0.59 m	
is g		Einzellüftung für innenliegende Bäder & WC´s	OKFF KG	- 3,10 m	
				•	
n	entwässer	ung	Flächen-/Volu		
n		Nord: 1 DN 100	bezogen auf o	das Gebäude	
	-	Süd: 1 DN 100		203,90 m²	
		Führung entlang der Fassade	Gebäudegrund- fläche GGF		
n		Hofseite: an der Traufkante			
Traufkante;		Straßenseite: oberhalb der Traufkante;	BRI	~ 4.695 m³	Grundriss Kellergesci
		Dachrinnen aus Titanzink	BGF	~ 1.391 m²	
ges Kiesstreifen im Hofbereich b = 35 cm entlang der Außen- wand im Sockelbereich		501	1.551		
		NF gesamt	~ 862 m²		
_		C			
	rnachen /	Sonnenschutz	NF KG	~ 82 m²	
	Fensterfläch	e 64,82 m²			
fläc de : Trej		tz Wohneinheiten: z.T. in Dach-	NF EG	~ 126 m²	
		flächenfenstern innenliegen- de Jalousien Treppenhaus: keine Maß- nahmen	NF 1.0G - 3.0G	~ 146 m²	
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		-	NF Mansarde	~ 139 m²	
	Fensterfläch	e 68,30 m²			
	Sonnenschu	tzwie Ausrichtung Nord-Ost	NF DG	~ 76 m²	Grundriss Dachgesch





Baukonstruktion

		ettendach mit Hän- werk	Dachaufbau
bere		andputz, im Sockel- reich Sandsteinver- idungen	Dachdeckung
	١.		
mit unc teri U-V Fen Sar		Scheiben-Isolierglas t Kunststoffrahmen d teilweise Oberlich- n, Wert: 1,8 W/m²K; nstergewände aus ndstein; nsterbänke außen:	Dachüberstan Dachdurchdrii gung
	Ste	ein, d = 11,5 cm; nsterbänke innen:	Mansardge
Gründung	fei	nzerspanntes Holz onolithische Strei-	Außenwände
	fer Ve Ho	nfundamente, keine rtikalabdichtung, rizontalabdichtung	Innenwände
		+ 1,2 m über OKFF llergeschoss	Geschossdeck
Besonderheit	en		Fußboden
Kellergeschoss	CII	separater Zugang zum Heizungsraum	
		(ehemals Waschkü- che), kein Zugang von innen	Dachbereich
Dach		zusätzlich angesetz- te Traufe, Entwäs- serung über beide	Erdgeschos
		serung über beide Traufen	Außenwände
Fenster		kein Sonnenschutz (Klappläden) vor- handen	Innenwände
			Geschossdeck
Nutzungen			Fußboden
Kellergeschoss		Heizungsraum, Mie- terkeller	Kellergesch
		1 x 3-Zimmerwoh- nung 2 x 2-Zimmerwoh- nung	Außenwände
Obergeschoss		wie EG	
Dachgeschosse		wie EG	
Spitzboden		Trockenraum, Bo- denkammern	Innenwände

Dachgeschos	
Dachaufbau	12 cm Sparren Unterspannbahn Konterlattung 24/48 Dachlattung 24/48 Biberschwanzziegel Format 200/400
Dachdeckung	Biberschwanz-Dachziegel
Dachüberstand	untere Traufe: 46 cm obere Traufe: 35 cm
Dachdurchdrin- gung	1 gemauerter Schornstein 3 Abflussleitungen zur Be- und Entlüftung

Außenwände	Ziegelmauerwerk, d = 33 cm U-Wert: 1,6 W/m²K Dämmung im Mansardbe- reich, U-Wert: 0,6 W/m²K
Innenwände	Ziegelmauerwerk, d = 13 cm Gipskartonwände
	Holzbalkendecke mit Däm- mung und Dielung, bei Sanierung wurde zusätzlich eine Isofloc-Dämmung ein- geblasen, U-Wert: 0,45 W/m²K
Fußboden	unter neuem Belag noch alte Dielung vorhanden, in Wohn- und Schlafzimmern Laminat, in Nassräumen Fliesen

Zwischensparrendämmung, d = 14 cm, U-Wert: 0,3 W/m²K

	Erageschoss und 1.Obergeschoss			
	Außenwände	Ziegelmauerwerk, d = 39 cm		
	Innenwände	tragende Innenwände: Ziegelmauerwerk, d = 26 cm sonstige Innenwände: Ziegelmauerwerk, d = 13 cm Gipskartonwände, unter- schiedliche Stärken		
	Geschossdecke	Holzbalkendecke mit Däm- mung und Dielung		
7	Fußboden	wie Mansardgeschoss		
	Kellergeschoss			

1-	Außenwände	Bruchstein- und Ziegelmau- erwerk, d = 50 cm Sandsteinverblendung im Sockelbereich außen Mörtel aus Kalk-Sand-Ge- misch keine Vertikalabdichtung,		
		Horizontalabdichtung in + 1,2 m über OKFF KG vor- handen, U-Wert: 1,9 W/m²K		
-	Innenwände	Ziegelmauerwerk, d = 26 cm Abdichtung gegen aufstei- gende Bodenfeuchte über erster Ziegellage		

Kennwerte

Kellergeschoss (Fortsetzung)

ußboden

Kellertreppe

Haustechnik

łeizung

Warmwasser-aufbereitung

nstiges

allrohre

Sonstiges

SÜD

WEST

Regenentwässerung

Fensterflächen / Sonnenschutz Fensterfläche 9,28 m²

> Sonnenschutz nicht vorhanden 21,48 m²

> > 17,84 m²

Fensterfläche 21,76 m²

nicht vorhanden

achrinnenführung

Technische Gebäudeausrüstung

Fortsetzung)	Geometrie	
unbrennbare Steindecke (Hohldielen) mit Lagerhölzern und Schüttung unter Nassbereichen Anord-		undriss, Traufe zwi- ind 1. DG angesetzt
nung von Dämmplatten, U-Wert im gedämmten Be- reich: 0,45 W/m²K,	Dachart	Pfettendach mit Hängewerk
U-Wert im nicht gedämmten Bereich: 1,11 W/m²K	Dachneigung	Spitzboden: 45° Mansarde: 53°
Zementestrich auf gewachse- nem Boden ohne Trennlage U-Wert: 2,1 W/m²K	Dachfläche	~ 510 m²
Betonstufen 6 STG 19.5/ 27.0	Gebäudelänge	19,66 m
6 SIG 19,5/ 27,0	Gebäudebreite	15,16 m
	Traufhöhe	untere Traufe: + 5,38 m obere Traufe:

	zentrale Gasheizung für Raum- wärme				
_			Höhenkoten		
	zentrale Gasheizung		OK Dach	+ 12,6 m	
	separater Außenzugang zum Heizraum		OKFF Spitzboden	+ 8,20 m	
_			OKFF 1.DG	+ 5,60 m	
rung		1			
	Nord: 3 DN 100,		OKFF 1.OG	+ 2,80 m	
	Süd: 2 DN 100 Titanzinkblech		OKFF EG	+/- 0,00 m	
	entlang der Traufkanten, halb- runde Hängerinne, Titanzink-		OK Gelände	- 1,30 m	
blech			OKFF KG	- 2,25 m	
		1	1	1	

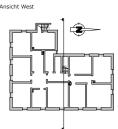
h								
	Flächen-/Volumenmaße							
	bezogen auf das Gebäude							
	Gebäudegrund- fläche GGF	250 m²						
	BRI	~ 4.512 m³						
	BGF	~ 982 m²						
	NF gesamt	~ 740 m²						
	NF KG	~ 180 m²						
	NF EG bis 1.0G	~ 188 m²						
	NF 1.DG	~ 184 m²						

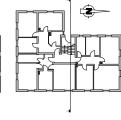
Wohngebäudetyp ME 4

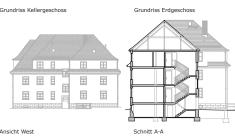












Baukonstruki	tion	Dachgeschoss	
Dach	Kehlbalkendach als Kaltdach	Dachaufbau	20 cr Span Auße Unte
Fassade	Fassadenputz auf WDVS, mehrfarbiger		Lattu Dach
	Anstrich mit horizonta- len Farbbändern	Dachdeckung	Dach
Balkone	Stahlbetonkonstruktion an Außenwand befes-	Giebelwände	teilw tigtei erwe
	tigt, mit aufgelagerten Betonplatten, pro Wohnung 1 Balkon vorhanden; 3.0G: Sonnen- und Re-	Dachdurchdringun- gen	2 Sch 2 Da 1 Ent
	genschutz über Balkon; Geländer: Brüstung aus	Obergeschosse	
	Stahlprofilen mit Futter- platten; Bodenflächen: WU- Beton ohne Belag; Entwässerung über	Außenwände	30 cr hohe 10 cr 1 cm
Fenster	Fallrohr 2-Scheiben-Isolierglas, Kunststoffrahmen, U-Wert: 1,1 W/m²K,	Innenwände	trage 16 cr nicht 12 cr
	winddruckfeste Dich- tung; teilweise Rollladenkäs- ten vorhanden; Fensterbänke: Alumini- umprofile, KG: Kunststoff, Schutz-	Geschossdecke	19 cr aus f Quer Stah Diele einer
Gründung	gitter, DG: Dachflächenfens- ter, Acrylglas, matt 20 cm Sohlplatte auf Streifenfundamenten,	Fußboden	5 cm Rand Tritts dämi Parke Bad/
	Stahl- oder Stampfbe- ton		Flies
		Eudaaaabaaa	
		Erdgeschoss	Τ
		Außenwände	wie (
		Innenwände	wie (
Nutzungen		Geschossdecke	wie (
Kellergeschoss	Mieterkeller, Hei- zungs- und Hausan-	Fußboden	wie (
	schlussraum	Kellergeschoss	
Erdgeschoss	2 x 3-Zimmerwoh- nung	Außenwände	30 cr aus l Kuns
Obergeschosse	2 x 3-Zimmerwoh- nung		Bitur (KME bis ir + 1,0 erdb
Dachgeschoss	Trocken- und Ab- stellraum	Innenwände	Ziege d = :

Dachgeschoss		Keller	geschoss (Fortsetzung)	
Dachaufbau	20 cm Holzsparren mit Sparrenschuhen, auf Außenwand befestigt Unterspannbahn Lattung 24/48 Dacheindeckung	Fußbod	en	20 cm Normalbeton auf Sickerpackung 5 cm Estrich auf Dichtungs- schlämme	
Dachdeckung	Dachpfannen				
Giebelwände	teilweise aus Betonfer- tigteilen und Ziegelmau- erwerk	Haus	technik		
Dachdurchdringun- gen	2 Dachflächenfenster	Techn	ische Gebä	iudeausrüstung	
	1 Entlüftungsleitung	Heizung	9	Fernwärme	
Obergeschosse				Plattenheizkörper mit Thermo statventilen	
Außenwände	30 cm Betonfertigteil mit hohem Ziegelsplittanteil 10 cm WDVS mit 1 cm Aufputz	Warmw		Brennwertkessel	
Innenwände	tragende Wände: 16 cm Betonfertigteile, nichttragende Wände: 12 cm Ziegelmauerwerk	Warmw lung	asservertei-	Pumpen-Warmwasser-Systen	
Geschossdecke	19 cm Betonhohldielen	Regen	entwässer	una	
	aus Fertigteilen, auf Querwände gelagert, z.T. Stahlträger senkrecht zur Diele angeordnet anstelle einer Querwand			Nordost: 4 DN 100, Südwest: 4 DN 100; für je 3 Gebäude- segmente; Führung entlang der Gebäu- deecken und zwischen den einzelnen Haussegmenten	
Fußboden	5 cm Anhydritestrich mit Randstreifen auf Trittschall- und Wärme-				
	dämmung Parkett Bad/Küche: PVC und Fliesen	Dachrin	nenführung	an der Traufkante des Dache: Rinnen aus Titanzink	
		Sonstig	es	Balkone: Entwässerung über separate Fallrohre;	
Erdgeschoss				Kiesstreifen b = 30 cm entlar der Außenwand im Sockelbe-	
Außenwände	wie OG			reich	
Innenwände	wie OG				
Geschossdecke	wie OG	Fenste	erflächen /	Sonnenschutz	
Fußboden	wie OG	NORD OST	Fensterfläch	ne ~ 54 m²	
K-II			Sonnenschu	utz Wohneinheiten: teilweise eingebaute Rollläden, Trep	
Kellergeschoss				penhaus: keine Maßnahme	
Außenwände	30 cm Betonfertigteile aus Normalbeton mit Kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung	SÜD WEST	Fensterfläch		
	(KMB) bis in eine Höhe von + 1,00 m über OKFF KG erdberührt		Sonnenschu	utz Wohneinheiten: teilweise eingebaute Rollläden, Balk ne: Markisen über Balkon- türen	
Innenwände	Ziegelsteinmauerwerk d = 16/ 24 cm	Zenit	Fensterfläch	ne < 1 m²	
Kellerdecke	19 cm Betonhohldielen aus Fertigteilen mit ho- hem Ziegelsplittanteil 5 cm Anhydritestrich		Sonnenschu	ıtz nicht vorhanden	

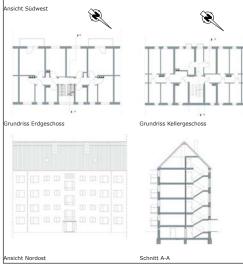
	Geometrie					
auf htungs-	quaderförmig, mit Satteldach					
	Dachart	Kehlbalkendach				
	Dachneigung	30°				
	Dachfläche	~ 103 m²				
	Gebäudelänge	16,50 m				
it Thermo-	Gebäudebreite	10,00 m				
	Traufhöhe	+ 12,30 m				
er-System	Höhenkoten					
	OK Dach	+ 16,90 m				
	OKFF 4.0G	+ 11,89 m				
Südwest: Gebäude-	OKFF 3.0G	+ 9,07 m				
Gebäu- en den enten	OKFF 2.0G	+ 6,27 m				
	OKFF 1.0G	+ 3,45 m				
es Daches,	OKFF EG	+ 1,05 m				
ung über	OK Gelände	+/- 0,00 m				
cm entlang Sockelbe-	OKFF KG	- 1,35 m				
	Flächen-/Volu bezogen auf d					
eilweise len, Trep- aßnahmen	Gebäudegrund- fläche GGF	165 m²				
	BRI	~ 2.632 m³				
ilweise	BGF	~ 990 m²				
len, Balko- Balkon-	NF gesamt	~ 722 m²				
	NF KG	~ 116 m²				
	NF EG - 3.OG	~ 132 m²				
	NF 1.DG	~ 78 m²				

Kennwerte

Wohngebäudetyp MRO 5



3		
į	Baujahr	1960
O.	Sanierung	1999
g	Bebauung	Mehrfamilienhaus
Ü	Standort	Dresden Seevorstadt
Ĕ,	Geschosszahl	4
	Höhe über NN	+ 113,00 m



Baukonstruktion

	' ' '	ı		Spannweite: 6,00 m in Quer-	
Fassade	Fassadenputz auf WDVS; einfarbiger Anstrich, Drempel und 4.0G: gestalterische Beplankung aus Ze- mentziegel			richtung, auf Querwänden liegend Teerschicht 5 cm Mineralwolle Aufbau über Drempel: Stahlbetonfertigteile mit schlaffbewhrten Unterzü-	
Balkone/ Log- gien				gen, Spannweite: 4,75 m in Querrichtung, auf Außen- wand Drempel und Längsbal- ken liegend, d = 16 cm	Innenv
			Dachdeckung	Bitumen-Schweißbahnen, 3-lagig, Blechprofil an Au- ßenkante eingeklemmt (10 cm über Dachaußenober- kante)	Kellero
Fenster	Kunststoff-Aluminium- rahmen, 2-Scheiben- Isolierglas,		Dachüberstand Drempel	Drempel: 1,54 m über Außenhöhe, belüftet über Horizontalschlitze in Fassa- de, Vogelschutzgitter	Fußbo
	U-Wert: 1,1 W/m²K, winddruckfeste Dich- tung; Fensterbänke WE: Alu- miniumprofile, Fenster KG: Kunststoff, Schutzgitter, Fenster DG: Lichtkup-		Dachdurchdrin- gung	2 Schornsteine 1 Dachausstieg + 1 Licht- kuppel 2 Entwässerungsleitungen 2 Lüftungsleitungen	Haus
pel, Acrylglas, matt, U-Wert: 1,22 W/m²K			Obergeschosse		Techr
	, ,				Heizun
Gründung	16 cm Sohlplatte auf 40 cm Streifenfunda- menten, Stahlbeton		Außenwände	3-schichtige Sandwichplat- tenelemente, 12 cm Stahl- beton, 8 cm Kemdämmung (HWL-Platte), 3 cm Wasch- beton, d = 23 cm 12 cm WDVS (nachträglich aufgebracht)	Warmy aufber
Beconderheite	an	1	Innenwände	tragende Wände: 15 cm Stahlbeton, oberflä-	lung
Drainage Leitung DN 100 in Sickerpackung, Drainplatten vor				nichttragende Wände: 7 cm Stahlbeton oder 7 cm Gipswände	Rege
	erdberührten Wän- den, Abführung durch Sickergrube		Geschossdecke	Spannbetonfertigteile, Spannweite: 6,00 m in Quer- richtung, auf Querwänden liegend	Fallroh
			Fußboden	Anhydritestrich auf Gummi- schrot	Dachri
Nutzungen		1		PVC in Laminatoptik	
Kellergeschoss	Fahrradkeller, Tro- ckenräume, Mie- terkeller, Wasch-			Nassräume: Fliesen Treppenhaus: PVC	Sonsti
maschinenraum, Haustechnikraum			Erdgeschoss		Fenst
Erdgeschoss	1 x 2-Zimmerwoh-		Außenwände	wie OG	NORD WEST
	nung 1 x 3-Zimmerwoh- nung		Innenwände	wie OG	SÜD OST
Obergeschosse	2 x 3-Zimmerwoh- nung		Geschossdecke	wie OG	Zenit
			Fußboden	wie OG	

Dachgeschoss

Keller	geschoss		Geometrie			
Außenwände		KG: 30 cm Stahlbeton KG/ EG: 3-schichtige Sand- wichelemente (12 cm Stahl- beton, 8 cm Kenrdämmung,	quaderförmig, m	quaderförmig, mit Flachdach		
		3 cm Waschbeton) im Sockelbereich: Außenputz hochgezogen, nicht gedämmt, Kellerfenster 25 - 30 cm über	Dachart	Flachdach, Tr dach		
Innenwände		OKG 15 cm Normalbeton oder	Dachneigung	variierend, überwiegend 10% Gefälle		
		7 cm Normalbeton	Dachfläche	~ 144 m²		
Kellerde	ecke	5 cm PS-Hartschaumdäm- mung (nachträglich einge- bracht)	Gebäudelänge	12,00 m		
		14 cm Spannbetonfertigteil, Spannweite: 6,00 m in Längs- richtung, auf Querwänden liegend, oberflächenfertig	Gebäudebreite	11,45 m		
Fußbod	en	kapillarbrechende Kiesschicht	Traufhöhe	+ 15,13 m		
		16 cm Normalbeton 5 cm Zementestrich auf Trenn-				
		lage, staubbindender Anstrich	Höhenkoten			
			OKFF 4.0G	+ 11,20 m		
Haus	technik		OKFF 3.OG	+ 8,40 m		
Techn	ische Gebä	äudeausrüstung	OKFF 2.OG	+ 5,60 m		
Heizung		Zentralheizung mit Wärmever- teilung, Plattenheizkörper mit Thermostatventilen	OKFF 1.0G + 2,80 m			
Warmwasser- aufbereitung		Fernwärme von Kraftwerk Nossener Brücke;	OKFF EG	+/- 0,00 m		
		Wärmespeicher im KG	OK Gelände	- 1,23 m		
Warmwasservertei- lung		Pumpen-Warmwasser-System, Einrohrverteilung (einsträn- gisch nach oben über Ring- leitungen im Drempel, nach unten über Fallleitungen)	OKFF KG	-2,36 m		
Regen	entwässer	rung				
Fallrohre 2 DN 100 mit tric Einlass, Fallrohre		2 DN 100 mit trichterförmigem Einlass, Fallrohre innenliegend, Schwerkraftentwässerung	Flächen-/Volu bezogen auf d			
Dachrinnenführung		entlang der Treppenhauswän- de	Gebäudegrund- fläche GGF			
Sonstiges		Balkone: Entwässerung über Außenrinne und Fallrohr zwi- schen benachbarten Balkonen	BRI	~ 2.458 m³		
Fenct	arflächen /	Sonnenschutz	BGF	~ 824 m²		
NORD	Fensterfläci		NF gesamt	~ 618 m²		
WEST	Sonnenschu	ıtznicht vorhanden	NF KG	~ 72 m²		
SÜD	Fensterfläch	ne ~ 28 m²	-	-		
OST	Sonnenschu	utznicht vorhanden	NF EG	~ 102 m²		
L	l	1		1		

Fensterfläche ~ 2,80 m²

Kennwerte

NF 1.0G - 4.0G ~ 111 m²

Wohngebäudetyp MRO 6



Baukonstruktion

Dach	Tonnendach	Dachaufbau	Gi ko
Fassade	zweilagiger Wandputz mit dekorativen Farb- streifen; 1. und 2. DG Giebelbe- reich: Holzbeplankung		Da 24 da Ur Da U- Gi
Balkone	massive Bauweise, Betonfertigteile, auf Gebäude-AW und Be- tonstützen gelagert; 2.OG Süd: Markise		17 10 4 (2,4 U-
	vorhanden; 2.DG Giebelseiten: Gründung auf Dachter-	Dachdeckung	Tit
	rasse 1.DG; Geländer: Stahl feuer-	Dachüberstand	an
	verzinkt; Entwässerung über Fall- rohr und z.T. Speier; Bodenflächen: WU-Be-	Dachdurchdrin- gung	1 : 3 : 1 :
	ton, darüber profiliertes Lärchenholz	Erdgeschoss	un
Fenster	Holz, lackiert, 2-Schei- ben-Isolierglas, U-Wert: 1,1 W/m²K, winddruck- feste Lippendichtung;	Außenwände	1,1 24 10 mi 1,1
	Fensterbänke: Aluprofile KG: Kunststoff, Unge- zieferschutz, DG: Lichtkuppel aus 3-schaligen Acryl- glas, matt, U-Wert: 1,22 W/m²K,	Innenwände	tra sä St Wa
	Dachflächenfenster: U-Wert: 1,7 W/m²K	Geschossdecke	St Fe rä
Gründung	16 cm Sohlplatte auf Einzel- und Streifenfun- damenten, Stahlbeton, inklusive Fundament- erder	Fußboden	ge Ra un Pa
		Kellergeschos	S
		Außenwände	24 10 U-
Besonderheite	en	Außenwände TG	St
Dachterrassen	1.DG: Bitumenabdich- tung, Dämmschicht, OK Terrasse 18 cm unter Wohnebene	Innenwände	Ka d Be ko
Drainage	Leitung DN 100 in Sickerpackung, Drain- platten vor erdberühr- ten Wänden, Abführung durch Sickergrube	Kellerdecke	10 20 4 (m) 1,
Tiefgarage	begehbares begrüntes Flachdach, Erdüberde- ckung 50 cm, Einfahrt Rampe: WU-Beton; Fußboden Tiefgarage: Betonpflastersteine	Fußboden	De rei

Dachgeschos	Nutzungen		
Dachaufbau	Gipskarton auf Metallunter- konstruktion Dampfbremse 24 cm Sparren	Kellergeschoss	
	dazw. 20 cm Mineralwolle Unterspannbahn	Erdgeschoss	
	Dacheindeckung U-Wert: 0,23 W/m²K Giebelwände:	Obergeschosse	
	17,5 cm KS-Mauerwerk 10 cm PS-Hartschaumdämm.	Dachgeschosse	
	4 cm Luftschicht belüftet 2,4 cm Holzschalung U-Wert: 0,34 W/m²K	Haustech	
Dachdeckung	Titanzink, vorbewittert, schiefergrau	Technische (
Dachüberstand	an den Traufkanten ~ 35 cm	Heizung	
Dachdurchdrin- gung	1 Schornstein, 1 Lichtkuppel 3 Dachflächenfenster 1 Flachdachgaube	Warmwasser- aufbereitung	
Erdgeschoss	und Obergeschosse	Klimatisierung/	
Außenwände	1,0 cm Kalkputz 24 cm KS-Mauerwerk 10 cm PS-Hartschaum-Däm- mung 1,5 cm Putzsystem	Lüftung Sonstiges	
	U-Wert: 0,33 W/m²K	Sonsages	
Innenwände	tragende Wände: haupt- sächlich KS-Mauerwerk, z.T.		
	Stahlbeton; nichttragende Wände: Gipswandsteine	Regenentwä	
	d = 24/20/17,5/10 cm	Fallrohre	
Geschossdecke	Stahlbetondecke, z.T. aus Fertigteilen, F90, Decken- ränder an Außenbereichen gedämmt		
Fußboden	schwimmender Estrich mit Randstreifen auf Trittschall-	Dachrinnenfüh	
	und Wärmedämmung, Parkett	Sonstiges	

Außenwände	24 cm Normalbeton 10 cm Perimeterdämmung U-Wert: 0,36 W/m²K
Außenwände TG	Stahlbeton
Innenwände	Kalksandsteinmauerwerk d = 24/17,5 cm Bereich Abstellräume: Metall konstruktion, d = 5 cm
Kellerdecke	10 cm Dämmung 20 cm Normalbeton 4 cm PS-Hartschaum-Däm- mung 1,5 cm Trittschalldämmung 5 cm Zementestrich U-Wert: 0,23 W/m ² K Deckenränder an Außenbe- reichen gedämmt
Fußboden	16 cm Normalbeton 6 cm PS-Hartschaum-Däm- mung 1,5 cm Trittschalldämmung 5 cm Zementestrich auf Trennlage, staubbindender Anstrich

Zenit

Fensterfläche

~ 3,20 m² außenliegende Jalousien

Kellerg	eschoss	Mieter- und Fahrradkeller Hausanschlussraum Tiefgarage		
Erdges	choss	2 >	4-Zimmerwohnung	
Oberge	schosse	1 :	4-Zimmerwohnung 3-Zimmerwohnung	
Dachgeschosse		2 :	4-Zimmermaisonettewhg.	
Haus	technik			
Techn	ische Geb	äud	deausrüstung	
į.		be Ve	durch Brennwertkessel gas- befeuerte Zentralheizung, /entilheizkörper mit Thermos- atventilen	
Warmw aufbere		Br	ennwertkessel	
Klimati: Lüftung	sierung/	Bä Ra du	nzellüftung für innenliegende der/WC´s; uch- und Wärmeabzug rch oberste Treppenhaus-	
Sonstig	es	H	enster ahrstuhl mit Hydraulikantrieb	
Reger	ıentwässei	ur	ng	
l N		No we Fü	dost: 3 DN 150, rdwest, Nordost und Süd- ist: 2 DN 150, hrung entlang der Ecken n Gebäudevorsprüngen	
		an da	der Traufkante des Tonnen- ches, Titanzink	
s N		sei wä Kie de	chterrassen: Regelentwäs- rung über Fallrohre, Notent- sserung über Speier; ssstreifen b = 25 cm entlang r Außenwand im Sockelbe- ch	
Fenst	erflächen /	S	onnenschutz	
NORD	Fensterfläc	П		
OST			eingebaute außenliegende Jalousien	
SÜD	Fensterfläcl	\dashv		
OST	Sonnenschu	ıtz	wie Ausrichtung - Nordost	
SÜD	Fensterfläci	ne -	47,30 m²	
WEST			wie Ausrichtung -Nordost	
NORD	Fensterfläche		77,44 m²	
WEST		\neg		

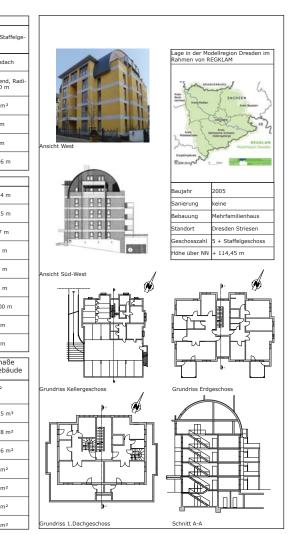
gen		Geometrie	
schoss	Mieter- und Fahrradkeller Hausanschlussraum Tiefgarage	kubisch rechteck schoss	ig, mit Staffelo
ioss	2 x 4-Zimmerwohnung	Dachart	Tonnendach
chosse	1 x 4-Zimmerwohnung 1 x 3-Zimmerwohnung	Dachneigung	variierend, Ra us 6,70 m
echnik	2 x 4-Zimmermaisonettewhg.	Dachfläche	~ 236 m²
che Geb	iudeausrüstung	Gebäudelänge	15,30 m
	durch Brennwertkessel gas- befeuerte Zentralheizung, Ventilheizkörper mit Thermos-	Gebäudebreite	19,68 m
	tatventilen	Traufhöhe	+ 10,96 m
sser- Brennwertkessel rung		Höhenkoten	
erung/	Einzellüftung für innenliegende	Honenkoten	
	Bäder/WC´s; Rauch- und Wärmeabzug durch oberste Treppenhaus-	OK Dach	+ 18,34 m
	Fenster	OKFF 2.DG	+ 14,45 m
S	Fahrstuhl mit Hydraulikantrieb	OKFF 1.DG	+11,57 m
entwässer	ung	OKFF 3.OG	+ 8,64 m
	Südost: 3 DN 150, Nordwest, Nordost und Süd- west: 2 DN 150,	OKFF 2.OG	+ 5,76 m
	west: 2 DN 150, Führung entlang der Ecken von Gebäudevorsprüngen	OKFF 1.OG	+ 2,88 m
enführung	an der Traufkante des Tonnen- daches, Titanzink	OKFF EG	+/- 0,00 m
S	Dachterrassen: Regelentwäs- serung über Fallrohre, Notent-	OK Gelände	- 0,10 m
	wässerung über Speier; Kiesstreifen b = 25 cm entlang der Außenwand im Sockelbe-	OKFF KG	- 3,30 m
	reich	Flächen-/Volu	menmaße
		bezogen auf d	
flächen /	Sonnenschutz		
Fensterfläcl	ne 56,40 m²	Gebäudegrund- fläche GGF	255 m²
Sonnenschu	utz eingebaute außenliegende Jalousien	BRI	~ 4.215 m³
Fensterfläch	ne 104,30 m²		
Sonnenschu	ıtzwie Ausrichtung - Nordost	BGF	~ 1.668 m²
Fensterfläch		NF gesamt	~ 1.616 m²
	itzwie Ausrichtung -Nordost	NF KG	~ 132 m²
Fensterfläci			
Sonnenschu	itzWE: eingebaute außenlie- gende Jalousien, Treppen- haus: keine Maßnahmen	NF TG	~ 231 m²
	1	NF EG bis 1.DG	~ 224 m ²

NF EG bis 1.DG

224 m²

Kennwerte

Wohngebäudetyp ME 7



2.3 Steckbriefe für Nichtwohngebäude

Baukonstruktion		Dachgeschosse	1 und 2
Tragwerk	Mauerwerk mit Stahlbetonplatten- balkendecken h _{Stahlbetonbalken} = 50 cm	Dachkonstruktion	Mansarddad den Gauber gauben
Dach	Stahibetonbalken Stahibetonplatte = 15 cm Stahibetonskelett h _{Stahibetonbalken} = 50 cm h _{Stahibetonplatte} = 8 cm	Aufbau Hauptdach	Innenputz, Stahlbeton, Dampfsperr Wärmedäm (WLG 040),
Fassade EG - 3. OG nach außen	Innenputz, Ziegel- mauerwerk (Dicke variiert), Kalk- zementputz als Kratzputz		Hinterlüftur Unterspann Konterlattu (b/h = 5/3 Dachlattun (b/h = 5/3 Biberschwa
Fassade EG - 3. OG nach innen	Innenputz, Ziegel- mauerwerk (Dicke variiert), Verblend- klinker, d = 6,5 cm	Dachdeckung Dachgaube	ckung Titanzinkve d = 0,65 m
Fenster	Sämtliche Fenster unbeschichtete Zweischelben-Iso-	Dachüberstand	40 cm zum Sims im 3. zum 2. OG
	lierverglasung mit Argon im SZR	Dachdurchdringung	24 Stück fü
	Kellergeschoss + WC 's: Ornament-	Erd- und Oberge	eschosse 1
	glas 553, Vergla- sungsaufbau 4-16-4, Holzrahmen,	Außenwände	siehe Fassa nach außen
	U _g =2,6 W/(m²K) Konferenzräume: Schallschutzvergla- sung 6-16-4, Holzrahmen, U _g =1,6 W/(m²K) Restliche Bürofens-	Innenwände	Trockenbau beplankt, d Dämmung wolle WLG
			Wände aus mit unterso Dicken
	ter: Verglasungsauf- bau 6-16-4, Holz- rahmen, U _g =1,6 W/(m ² K)	Geschossdecke	StbDecke im Bereich abgehängte
	Treppenhaus Gebäudeflügel Pollerstraße und Sternplatz: Einfachverglasung aus Bleiglas, Holzrahmen U _g =5,8 W/(m²K)	Fußboden	Regelaufba Hohlraumb Luftraum + ckung) Fließestrich Textilbelag,
Gründung	Bestandsgebäude: Plattenfundament	Kellergeschoss	
	mit untenliegenden Fundamentbalken im Bereich der Wän- de und Stützen h _{Fundamentbalken} = 40 cm h _{Plattenfundament} = 15 cm	Außenwände	Im Mittel 5 mauerwerk dichtung ni wahrschein dickbeschio
	Neubau Rechenzen- trum im Bereich des	Innenwände	Ziegelmaue d = 24 cm
	Innenhofes: Stahlbetonplatte auf Betonsauberkeits- schicht	Kellerdecke Be- standsgebäude	Stahlbeton h _{Stahlbetonbalker} h _{Stahlbetonplatte}
	h _{Stahlbetonplatte} = 50 cm h _{Sauberkeitsschicht} = 8 cm	Kellerdecke Atrium	Stahlbeton d = 30 cm
	Granitplatten bis 50 cm über GOK d _{Granitplatte} = 10 cm h _{Granitplatte} = 50 cm	Fußboden	Stahlbeton horizontale Zementestr Anstrich (g unbekannt)

	Mansarddach mit stehen- den Gauben und Schlepp- gauben
Aufbau Hauptdach	Innenputz, d = 1,5 cm Stahlbeton, d = 8 cm Dampfsperre V60S4 Warmedammung MiWo (WLG 040), d = 10 cm Hinterluffung, d = 3 cm Unterspannbähn Konterlattung (b/h = 5/3 cm) Dachlattung (b/h = 5/3 cm) Biberschwanzkronende- skung
Dachdeckung Dachgaube	Titanzinkverkleidung, d = 0,65 mm
Dachüberstand	40 cm zum 3. OG, Sims im 3. OG 85 cm zum 2. OG
Dachdurchdringung	24 Stück für Abluft
Erd- und Oberge	eschosse 1 bis 3
Erd- und Oberge Außenwände	eschosse 1 bis 3 siehe Fassade EG - 3. OG nach außen bzw. innen
	siehe Fassade EG - 3. OG
Außenwände	siehe Fassade EG - 3. OG nach außen bzw. Innen Trockenbauwände einfach beplankt, d = 12,5 cm, Dammung mit Mineral- wolle WLG 040 Wände aus Mauerwerk mit unterschiedlichen

1 und 2	Treppe	enhäuser		
Mansarddach mit stehen-	Außenw		Innenputz, Ziegelmauerwerk	
den Gauben und Schlepp- gauben		ande	(Dicke variiert), Verblendklin- ker, d = 6,5 cm	
Innenputz, d = 1,5 cm Stahlbeton, d = 8 cm Dampfsperre V60S4	Innenw	ände	Ziegelmauerwerk, Dicke variiert	
Wärmedämmung MiWo Gesc		ssdecke	Stahlbetondecke, d = 15 cm	
(WLG 040), d = 10 cm Hinterlüftung, d = 3 cm Unterspannbahn	Fußbode	en	Steinplatten, d = 3 cm	
Konterlattung (b/h = 5/3 cm) Dachlattung (b/h = 5/3 cm)	Haus	technik		
Biberschwanzkronende- ckung	Anlage	entechnik		
Titanzinkverkleidung,	Heizung	1	ernwärme	
d = 0,65 mm	Warmw		elektrisch betriebener Klein- speicher	
40 cm zum 3. OG, Sims im 3. OG 85 cm zum 2. OG	Klimatis Lüftung	ierung/	Natürliche Lüftung über Fens- ter in Büroräumen und Fluren. Mechanische Lüftung in WC 's und Kantinen. Klimatisierung im Rechenzen- trum	
eschosse 1 bis 3	1			
siehe Fassade EG - 3. OG nach außen bzw. innen	Sonstig	es	3 Personenaufzüge (KG bis DG)	
Trockenbauwände einfach	11		Großlastenaufzug (KG bis DG)	
beplankt, d = 12,5 cm, Dämmung mit Mineral- wolle WLG 040			Beleuchtung Büros mit stab- förmigen Leuchtstofflampen mit direkt/indirekter Ausleuch-	
Wände aus Mauerwerk mit unterschiedlichen Dicken			tung und einem EVG Beleuchtung Kantine mit stab- förmigen und Kompaktleucht-	
StbDecke, d = 15 cm, Im Bereich der WC´s als abgehängte Decke			stofflamten mit EVG (direkt/ indirekt)	
Regelaufbau Büroräume:	Regen	entwässer	ung	
Hohlraumboden (9 cm Luftraum + 2 cm Abde- ckung) Fließestrich, d = 3 cm	Fallrohr	e	Decke über 3. OG abwärts innenliegende Fallrohre	
Textilbelag, d = 1 cm]		Dachfläche (DF) Maternistr. außen: 2 x DN 100 Maternistr. innen: 2 x DN 100	
1	4		Sternplatz außen: 3 x DN 100, 1 x DN 70	
Im Mittel 55 cm Zeigel-			Sternplatz innen: 3 x DN 125 Polierstr. außen: 2 x DN 70,	
mauerwerk, vertikale Ab- dichtung nicht bekannt, wahrscheinlich Bitumen- dickbeschichtung			2 x DN 100 Pollerstr. Innen: 2 x DN 150, 1 x DN 125	
Ziegelmauerwerk, d = 24 cm bzw. 11,5 cm	Dachrin	nenführung	Dachrinnen jeweils an den Traufkanten von 4. OG und DG	
Stahlbetonplattenbalken	Fenste	rflächen /	Sonnenschutz	
h _{Stahlbetonbalken} = 50 cm h _{Stahlbetonplatte} = 15 cm		Fensterfläc		
Stahlbetonplatte,	NO SO	Fensterfläc	1	
d = 30 cm				
Stahlbeton horizontale Abdichtung,	l sw	Fensterfläci Fensterfläci	1	
Zementestrich, Anstrich (genauer Aufbau unbekannt)			itzInnenliegende vertikale Stofflamellen aus flammen- hemmenden Polyester mit einer Lamellenbreite von	
	J L		12,7 cm	

Kennwerte

Geometrie rechteckig mit Innenhof in der Mitte, teilweise durch Neubau ersetzt Dachart Mansarddach . OG: 71° G: 43°

Dacillacile	La. 4.200 III
Gebäudelänge	max. ca. 100 m
Gebäudebreite	max. ca. 50 m
Länge Innenhof:	max. 60,80 m min. 53,95 m
Breite Innenhof:	max. 19,31 m min. 13,95 m
Traufhöhe	3. OG: 13,21 m 4. OG: 16,82 m DG: 20,23 m
Turm	Breite: 5,80 m Länge: 4,78 m

	cange. 4,70 m
Höhenkoten	
OKFF Turm	+32,23
OK First	+27,13
OK Spitzboden	+24,44
OKFF DG	+21,08
OKFF 4.OG	+16,82
OKFF 3.OG	+13,21
OKFF 2.OG	+9,42
OKFF 1.OG	+5,62
OKFF EG	+0,90
OK Gelände	±0,00
OKEE KG	-2 30

OKFF KG	-2,30
Flächen-/Volu	
bezogen auf	das Gebäude
bebaute Fläche	4020 m²
BRI	84.535 m ³
BGF	21.995 m²
NF gesamt	18.725 m²
NF KG	3.345 m²
NF EG	2.630 m²
NF 1.OG	2.645 m²
NF 2.OG	2.640 m²
NF 3.OG	2.675 m²
NF 4.OG	2.570 m²
NF DG	2.220 m²

Nichtwohngebäudetyp VER 3

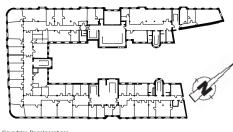






Baujahr	1913
Sanierung	1999
Standort	DD-Seevorstadt
Geschosszahl	7
Bebauung	offen
Höhe über NN	ca. 115

Detailansicht Gauben im Dachgeschoss



Grundriss Regelgeschoss



Ansicht Nordwest

Baukonstruktio	n	Dachgeschosse	1 und 2
Tragwerk	Außenwände aus Ziegelmauer- werk, Decken als Stahlbetonplat-	Dachkonstruktion	Flachdach mit Stahlb tondecke als Tragkor ruktion
	stalibetorijaat- tenbalkendecken, Höhe der Platte variiert, Unterzü- ge b/h=44/42cm), Lastabtrag in den Innenräumen über rechteckige Stahlbe- tonstützen,	Dachaufbau Flach- dach	Putz (1,5 cm) StbDecke (12 cm) Dampfsperre Wärmedämmung (16 Abdichtung, 2-lagig Kiesschüttung (10 cr U _D =0,226 W/(m²K)
Dach	Länge 52 bis 65 cm, Breite 44 cm	Dachaufbau Schräg- dach über Treppen- haus	Wärmedämmung (10 Holzschalung Abdichtung, 2-lagig U _D =0,284 W/(m ² K)
	ung Satteldach aus Holzkonstruktion, aktuell Flachdach mit Stahlbetondecke als tragende Unter- konstruktion	Dachaufbau Sattel- dach über Hörsaal	Wärmedämmung (10 Holzschalung Zinkblech U _D =0,288 W/(m²K)
Fassade	Innenputz, Ziegel- mauerwerk (Dicke variiert), Außenputz	Dachdurchdringung	Lichtkuppeln aus Kur stoff, Entlüftungsroh Regenentwässerung
Fenster	Fenstergewände aus Muschelkalkbeton		
	Im Treppen-	Erd- und Oberge	eschosse 1 bis 3
	hausturm 3 Reihen von Langfenstern Übrige Geschosse Fenster mit varia- blen Abmessungen in Abhängigkeit des	Außenwände	verputztes Ziegelma erwerk, Verzicht auf Ornamente EG: d = 65 cm 1. bis 2. OG: d = 53 3. bis 4. OG: d = 41
	Geschosses ursprüngliche Fens- ter als Kastenfens-	Innenwände	Größtenteils Trocken wände, Teile aus Gla bausteinen
	ter aus dreh- und kippbarem Zwei- flügelfenster mit	Geschossdecke	Putz (1,5 cm) StbDecke (14 cm)
	drehbarem Ober- licht, Verglasung aus Flachglas, d = 4 mm, Abstand zw. den Glasschei- ben 140 mm, Holz- rahmen, U _g =1,8 W/(m²K)	Fußboden	PS-Dämmung, Mineralfasedämmuni Trittschall, Trennschicht, Zementestrich(4,5 c Linoleum-Belag (Bür Terrazzo (Flure),
	Zu DDR-Zeiten Ver- bundfenster, 4-35-4,	Kellergeschoss	
	U _g =1,7 W/(m²K) Aktuelle Fenster als dreh- und klppbare Zwelfügelfenster mit starrem Oberlicht, Verglasung aus Zwelschelben-isollerverglasung (Thermoplus SN): Verglasungsaufbau	Außenwände	OKFF EG bis 50 cm u OK Gelände: Ziegelmauerwerk, d = 88,5 cm Putz, d = 1,5 cm Abdichtung (KMB) Schutzlage (EPS) 50 cm unter OK Gelä bis Gründungssohle:
	4-16-4, Holz- oder Aluminiumrahmen, U _g =1,2 W/(m ² K)		Sandstein, d = 90 cr Abdichtung (KMB) Schutzlage (EPS)
Gründung	Streifenfundament aus Stahlbeton	Innenwände	Zeigelmauerwerk, Di variiert
Sockelausbildung	Sockel aus Muschel- kalkbeton	Kellerdecke	Stahlbeton
			1

Badrigeseriesse	1 dild 2
Dachkonstruktion	Flachdach mit Stahlbe- tondecke als Tragkonst- ruktion
Dachaufbau Flach- dach	Putz (1,5 cm) StbDecke (12 cm) Dampfsperre Wärmedämmung (16 cm) Abdichtung, 2-lagig Klesschüttung (10 cm) U _D =0,226 W/(m²K)
Dachaufbau Schräg- dach über Treppen- haus	Wärmedämmung (10 cm) Holzschalung Abdichtung, 2-lagig U _p =0,284 W/(m²K)
Dachaufbau Sattel- dach über Hörsaal	Wärmedämmung (10 cm) Holzschalung Zinkblech U _p =0,288 W/(m²K)
Dachdurchdringung	Lichtkuppeln aus Kunst- stoff, Entlüftungsrohre, Regenentwässerung
Erd- und Oberge	eschosse 1 bis 3
Außenwände	verputztes Ziegelmau- erwerk, Verzicht auf Ornamente EG: d = 65 cm 1. bis 2. OG: d = 53 cm 3. bis 4. OG: d = 41 cm
Innenwände	Größtenteils Trockenbau- wände, Teile aus Glas- bausteinen
Geschossdecke	Putz (1,5 cm) StbDecke (14 cm)
Fußboden	PS-Dämmung, Mineralfasedämmung für Tiritschall, Trennschicht, Zementestrich(4,5 cm), Linoleum-Belag (Büros), Terrazzo (Flure),
Kellergeschoss	
Außenwände	OKFF EG bis 50 cm unter OK Gelände: Ziegelmauerwerk, d = 88,5 cm Putz, d = 1,5 cm Abdichtung (KMB) Schutzlage (EPS)
	50 cm unter OK Gelände bis Gründungssohle: Sandstein, d = 90 cm Abdichtung (KMB) Schutzlage (EPS)
Innenwände	Zeigelmauerwerk, Dicke variiert
Kellerdecke	Stahlbeton

ıı eppe	enhäuser		
		Außenwände aus Ziegelmau- erwerk, Dicke variiert: EG: d = 65 cm I. bis 2. OG: d = 53 cm B. bis 4. OG: d = 41 cm	
v		Ziegelmauerwerk, Dicke variiert Stahlbetondecke, d = 15 cm	
Haus	stechnik		
Anlage	entechnik		
Heizung	E S S S L B	remwarme, rsprunglich gusselser- rsprunglich gusselser- senlerungen 2001 durch Plat- enlerungen 2001 durch Plat- senlerungen 2001 durch Plat- segelwentlien ersetzt worden ind ange _{histologiet} = 90 cm 3reite, _{histologiet} = 90 cm 3reite, _{histologiet} = 60 cm Heickforper befinden sich in ine Miesche unter den Fens- ern	
Warmw aufbere		elektrisch, dezentral	
Lüftung te M		Natürliche Lüftung über Fens- er in Büroräumen und Fluren. Mechanische Lüftung in WC´s und Theaterräumen	
Sonstig	es 3	B Personenaufzüge (KG bis DG)	
Regen	entwässeru	ıng	
in D U C R H 3 F G G F F F W F M		Decke über 4. OG abwärts innenliegende Faltrohre Die gesamte Dachtläche wird über 15 x DN 100 entwässert. Dachablaufe besitzen Schutz- rost nach Belastbarkeitsklasse H1,5 und sind raumseitig mit 3 cm Dämmung versehen. Faltrohre in der Mitte des Grundrisses gehen bis ins KG. Faltrohre in der med des Grundrisses Jahrlichne im Rand des Grundrisses Jahrlichne im Rand des Grundrisses Jahrlichne im Rand des Grundrisses Jahrlichne im Rand des Grundrischen Jahrlichnen Dar befindliche Wasserfangkästen haben nur eine asthetische Funktion.	
Fenste	erflächen /	Sonnenschutz	
NORD	Fensterfläch		
OST	Fensterfläch	e 319 m²	
SÜD	Fensterfläch	e 94 m²	
WEST	Fensterfläch	e 286 m²	
	Sonnenschut	z Innenliegend in Form von dunklen Vorhängen, kein au- ßenliegender Sonnenschutz	

Geometrie

Kennwerte

Symmetrischer Gebäudekomplex nit prismatischem Treppen-nausturm in der Mitte der Sym-netrieachse lachdach Satteldach achneigung 1315 m² achfläche ebäudelänge 71,41 m ebäudebreite nax. 34,7 m Form eines Pris-mas, die Spitze steht 5 m gegen über dem Rest der Fassade hervor reppen-austurm

Höhenkoten		
OK Treppen- hausturm	+20,70	
OK Attika	+18,95	
OK Flachdach	+18,45	
OKFF 4.OG	+15,10	
OKFF 3.OG	+11,66	
OKFF 2.OG	+8,22	
OKFF 1.OG	+4,21	
OKFF EG	+0,28	
OK Gelände	±0,00	
OKFF KG	-2,50	

Flächen-/Volumenmaße bezogen auf das Gebäude		
bebaute Fläche	1.315 m²	
BRI	27.960m³	
BGF	7.745 m²	
NF gesamt	5.690 m²	
NF KG	945 m²	
NF EG	990 m²	
NF 1.OG	970 m²	
NF 2.OG	970 m²	
NF 3.OG	980 m²	
NF 4.OG	835 m²	

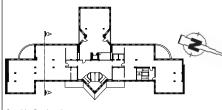
Nichtwohngebäudetyp VER 4

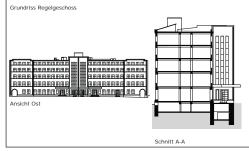




Baujahr	1925/26
Sanierung	1950er, 1970er, 200
Standort	DD-Seevorstadt
Geschosszahl	6
Bebauung	geschlossen
Höhe über NN	ca. 115

Detailansicht Dachentwässerung





Haustechnik

Kennwerte

Nichtwohngebäudetyp VER 5

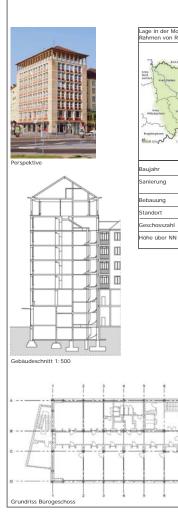
Baukonstruktion	1	Dach		
Tragwerk	Stahlbetonskelett Außenstützen 35/62 cm, Innenstützen 50/50 cm aus B225 Rippendecke aus	Dachkonstruktion	Nicht ausgebauter Dachraum, Walmdach als Pfettendach mit fünffach stehendem Stuhl	
Doob	Stahlbetonfertig- tellen	Dachaufbau	Betondachsteine Römer- pfanne, Traglattung, Kon- terlattung, Unterspann-	
Dach	Walmdach Zwischenbau: Sat- teldach	Dachdurchdringung	bahn, Sparren, Pfette 23 Stück, unter anderem Schornsteine, Dachfens-	
Fassade EG - 6. OG	Skelettfassade mit Sandsteinverklei- dung, Skelettausfa- chung durch gemau-		ter, Antennen.	
	erte Brüstungen und Fenster.	2. bis 6. OG		
Brüstungen U=1,49 W/(m²K)	Innenputz 1cm, Ziegelmauerwerk 24 cm, Dickbettmörtel, Platten aus Böttger- Porzellan	Ausbildung Gebäu- deecken	Innenputz, Mauerwerk 11,5 cm, Installations- hohiraum für vertikale Leitungsführung 36 cm, Mauerwerk 36,5 cm, Sandsteinplatten 8 cm.	
Fenster Sämtliche Fenster unbeschichtete Zweischeiben-Iso- lierverglasung mit Luft im SZR Erdgeschoss: Verglasungsaufbau		Innenwände	Bürotrennwände aus 11,5 cm Ziegelmauerwerk, verputzt. Trennwände zum nörd- lichen Treppenhaus 24 cm Ziegelmauerwerk, verputzt	
	6-12-6, Metallrah- men, U = 2,8 W/ (m²K) Bürogeschosse zur Wilsdruffer- und Ringstraße Schall- schutzverglasung	Geschossdecke	Menzeldecke d=22 cm Rippendecke aus Stahl- betonfertigtellen. Fugen mit Ortbeton vergossen. Abgehängte Decken un- terschiedlicher Ausfüh- rung.	
	8-18-4, Künst- stoffrahmen U _g =2,7 W/(m²K) Fenster zum Innen- hof und Treppen- hausfenster 4-12-4, Kunststoffrahmen, U _g =2,8 W/(m²K)	Fußboden	3 cm Estrich Ursprünglich Gummibelag Inzwischen Teppich WC-Räume Fliesen	
	Fenster in den	Kellergeschoss (Heizung, Lager)		
	Bürogeschossen Dreh-/Kippflügel, ur- sprünglich Vertikal- schiebefenster Zwischenbau Fens- ter zur Ringstraße als Pfosten-Riegel-	Außenwände U=1,72 W/(m²K)	Im Mittel 90 cm Stampf- beton, vertikale Abdich- tung durch Bitumendick- beschichtung	
ter zur Ringstra als Pfosten-Rie Fassade, Vergig sungsaufbau 4- Metallrahmen U _g =2,8 W/(m²i Staffelgeschoss		Innenwände	Ziegelmauerwerk und Stahlbeton	
	sungsaufbau 4-12-4,	Kellerdecke U=1,50 W/(m²K)	Putz 1 cm, Menzeldecke 22 cm (Rippendecke aus Stahlbetonfertigtei- len, Fugen mit Ortbeton vergossen), Estrich 3 cm, Gummibelag 0,3 cm	
Riegel-Konstruktion 4-12-4, Metallkons- truktion U _g =2,8 W/ (m ² K)		Fußboden	0,7 cm Härteschicht, 2,3 cm Überschicht, 2,5 cm Estrich, 10 cm Stampf- beton	
Sockelausbildung	Granit bis 59 cm über GOK. Horizontalabdich- tung über Sockel mit 2 Lagen Teersonder- pappe 500 g.	Gründung	Einzelfundamente und in Einzelfällen Streifenfun- damente aus Stampfbe- ton B 120 und teilweise Stahlbeton B 225.	

	entechnik		Geometrie
Heizun	g	Fernwärme Fernwärmeübergabestation im Keller Strangleitungen, Anbindelei- tungen und Radiatoren an den Außenwänden	kubisch rechteck eckigen Vor- und Dachart
		Fernwärme mit Speicher	
		National Advance (April 1997)	Dachneigung
Lüftung to b L a d		Natürliche Lüftung über Fens- ter. Für ehemaligen Kantinen- bereich im Staffelgeschoss	Dachfläche
		pereich im Stattelgeschoss Lüftungsanlage, die allerdings außer Betrieb ist. Aufstellung der Lüftungsanlage im nicht ausgebauten Dachraum.	Gebäudelänge
			Gebäudebreite
Sonsti	ges	2 Personenaufzüge (KG bis Staffelgeschoss)	Traufhöhe
		1 Großlastenaufzug (KG, EG, 1.OG)	
		1 Kleinlastenaufzug (KG, EG, Staffelgeschoss)	Hähankatan
		1 Müllaufzug (KG, EG)	Höhenkoten
		Beleuchtung Büros: Natrium- dampf-Hochdrucklampen mit konventionellem Vorschaltge-	OK Dach OKFF Staffelge- schoss
		rät, Beleuchtung Flur: Halo-	OKFF 6.OG
		genglühlampen	OKFF 5.OG
Dogor	nentwässer	upa -	OKFF 4.OG
			OKFF 3 OG
Fallroh	re	Walmdach 4 Fallrohre jeweils DN 80.	OKFF 2.OG
Dachrinnenführung A		Ab Oberkante Fußboden Staf- felgeschoss abwärts innenlie-	OKFF 1.OG
Dachrii			
Dachrii		gende Fallrohre.	OKFF EG
Dachrii		gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an-	
Dachrii	v	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukörpern mit außenliegenden Fallrohren.	OKFF EG
Dachrii	v	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an-	OKFF EG OK Gelände OKFF KG Flächen-/Volu
		gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukörpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne,	OKFF EG OK Gelände OKFF KG Flächen-/Volu
Fenst		gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassane Kastenrinne, werblecht Sonnenschutz	OKFF EG OK Gelände OKFF KG Flächen-/Volu bezogen auf G
Fenst	erflächen /	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne, werblecht Sonnenschutz e 201 m²	OKFF EG OK Gelände OKFF KG Flächen-/Volu bezogen auf of
Fenst NORD OST	erflächen /	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukörpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne, werblecht Sonnenschutz 1020 m² 1044 m²	OKFF EG OK Gelände OKFF KG Flächen-/Volu bezogen auf of Grundfläche BRI
Fenst NORD OST SÜD	erflächen / Fensterfläck	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne, verblecht Sonnenschutz e 201 m² te 464 m² te 34 m²	OKFF EG OK Gelande OKFF KG Flachen-/Volubezogen auf of Grundflache BRI BGF NF gesamt NF Staffelge-
Fenst NORD OST SÜD WEST	erflächen / Fensterfläch Fensterfläch	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne, verblecht Sonnenschutz 10 1 m² 10 4 4 m² 10 23 2 m² Burgeschosse: Teilweise Innenliegende vertikale	OKFF EG OK Gelande OKFF KG Flächen-/Volu bezogen auf G Grundfläche BRI BGF NF gesamt
Fenst NORD OST SÜD WEST	erflächen / Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne, verblecht Sonnenschutz 10 201 m² 10 464 m² 10 232 m² 10 232 m² 11 Burgeschosse: Teilweise Innenliegende vertikale Stofflamellen	OKFF EG OK Gelande OKFF KG Flachen-/Volu bezogen auf d Grundflache BRI BGF NF gesamt NF Staffelge- schoss
Fenst NORD OST SÜD WEST	erflächen / Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne, verblecht Sonnenschutz 10 1 m² 10 4 4 m² 10 23 2 m² Burgeschosse: Teilweise Innenliegende vertikale	OKFF EG OK Gelände OKFF KG Flächen-/Volu bezogen auf of Grundfläche BRI BGF NF gesamt NF Staffelge- schoss NF 6.OG NF 2.OG bis
Fenst NORD OST SÜD WEST	erflächen / Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetonvordach eingelassene Kastenrinne, verblecht Sonnenschutz 10 201 m² 10 464 m² 10 232 m² Burgeschosse: Teilweise Innenliegende vertikale Stofflamellen Geschäftsraume EG: Dach- vorsprung nach Ost 2,00 m	OKFF EG OK Gelände OKFF KG Flächen-/Volubezogen auf of Grundfläche BRI BGF NF gesamt NF Staffelge- schoss NF 6.OG NF 2.OG bls 5.OG NF 1.OG NF 1.OG NF 1.OG NF 3.Wischenge- schoss
Fenst NORD OST SÜD WEST	erflächen / Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch Fensterfläch	gende Fallrohre. Zwischenbauten zu den an- grenzenden Baukorpern mit außenliegenden Fallrohren. In das Stahlbetomvordach eingelassene Kastenrinne, verblecht 201 m² te 464 m² te 232 m² Burogeschosse: Teilwelse innenliegende vertikale Stofflamelle Geschäftsräume EG: Dach- vorsprung nach Ost 2,00 m auskrägend Geschäftsräume 1. OG: Innenliegende, horizontale,	OKFF EG OK Gelande OKFF KG Flachen-/Volu bezogen auf o Grundfläche BRI BGF NF gesamt NF Staffelge- schoss NF 6.OG NF 2.OG bls S.OG NF 1.OG NF 1.NG

	Kennwert	te
	Geometrie	
on im	kubisch rechteck	
elei- n den	Dachart	Walmdach, Zwischenbau Satteldach
	Dachneigung	32°
ns- en-	Dachfläche	658 m²
ngs	Gebäudelänge	33,06 m
ng t	Gebäudebreite	16,29 m
	Traufhöhe	+31,20 m
		Zwischenbau +22,5 m
G,		
:G,	Höhenkoten	
	OK Dach	+35,90
n- nit je-	OKFF Staffelge- schoss	+26,75
-	OKFF 6.OG	+23,25
	OKFF 5.OG	+19,75
	OKFF 4.OG	+16,25
ls	OKFF 3.OG	+12,75
	OKFF 2.OG	+9,25
af- e-	OKFF 1.OG	+5,25
	OKFF EG	±0,00
	OK Gelände	±0,00
	OKFF KG	-3,00
	Flächen-/Volu bezogen auf	umenmaße das Gebäude
	Grundfläche	500 m²
	BRI	17.060 m ³
	BGF	4260 m²
\exists	NF gesamt	2450 m²
	NF Staffelge- schoss	180 m²
•	NF 6.OG	270 m²
h- m	NF 2.OG bis 5.OG	290 m²
	NF 1.OG	290 m²
- 1	1 -	1 -

10 m² 70 m²

240 m²



Anfang der 1990er ahre

DD-Innere Altstadt

schlossen

113,85 m

Haustechnik

Nichtwohngebäudetyp VER 6

Baukonstruktion		Dach
Fragwerk	Stahlskelett Stützenraster in Längsrichtung 7,20 m in Querrichtung 6,00 m	Dachkonstruktion Dachaufbau U=0,64 W/(m²K)
	Stahlverbundde- cken als Fertigtelle Stahlbeton 100 mm, Profilstahl 160 mm untereinander schubfest verbunden Spannrichtung quer zum Gebäude	
	300 kp/m² = 2,94 kN/m²	
Dach	Flachdach Schneelast nach TGL 20167 100 kp/m ² = 0,98 kN/m ²	
Fassade EG - 4. OG	Vorgehängte, hin- terlüftete Element- fassade in Pfosten- Riegel-Optik Elementgroße EG h=3,86 m, b=1,20 m, OG h=3,60 m, b=1,20 m.	Dachdurchdringung
Fenster, transpa-	Wärmeschutzvergla-	Dachüberstand
rente Fassadenele- mente U _g =1,3 W/(m ² K)	sung mit Edelgasfül- lung 4-16-4 Aluminium-Fenster-	Bürogeschosse
Opake Fassadenele- mente U=0,51 W/(m ² K)	rahmen Gipskartonplatte, Installationshohl- raum, Sokalitplatte (asbesthaltig) 20 mm, Göizathenfolie als Dampfsperre, 80	Außenwände Innenwände
	mm Rahmenkonst- ruktion aus U-Profi- len mit eingelegter Wärmedämmung aus Mineralwolle, 6 mm Asbestze- mentplatte, 127 mm Hinterlüftung, Wetterschale aus emailliertem ESG.	Fußboden und Ge- schossdecke
Treppenhausfassade	Pfosten-Riegel- Fassade mit Festver- glasung	Kellergeschoss raum, Lagerfläc
Gründung	Stützenfundamente als Einzelfundamen- te aus Stahlbeton B 225	Außenwände
	Kelleraußenwände auf Streifenfunda- menten aus Stahl- beton B 160	
Sockelausbildung	Kiesstreifen, Sockel- putz bis 100 mm unter Oberkante	Innenwände
	Klesstreifen	Decke zu EG
		Kellerfußboden

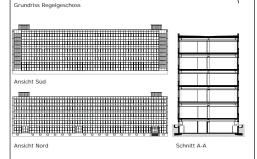
Dachaufbau U=0,64 W/(m²K)	Alumihum-sigmentlurter Universal-Korrosions-Corrosions-
Dachdurchdringung	7 Lüftungsrohre
Dachüberstand	nicht vorhanden
Bürogeschosse I	G bis 4 OG
Außenwände	siehe transparente und opake Fassadenelemente
Innenwände	Leichte Metallständer- wände unterschledlicher Ausführung mit Gipskar- tonplatten beplankt.
Fußboden und Ge- schossdecke	Teppich, Zementestrich 35 mm, Stahlverbundde- cke (260 mm), Luftraum 350 mm, Gipsplatte 40 mm, Luftraum 330 mm, Unterdecke mit höhen- gleichem Kreuzrost von unten sichtbares Kreuz- bandraster
Kollorgoschoss (Haustechnik, Server-
raum, Lagerfläc	
Außenwände	Unterhalb GOK: 300 mm Stahlbeton B 160, U=3,84 W/(m²K) Oberhalb GOK: Golzathenfolle als Dampf- sperre, 35 mm Holzwol- leleichtbauplatte, 180 mm Stahlbeton B 160, 30 mm Sockelputz U=1,55 W/(m²K).
Innenwände	Ziegelmauerwerk MZ 150, MG II
Decke zu EG	Entspricht Decke zwi- schen Bürogeschossen
Kellerfußboden	PVC-Belag geklebt, 30 mm Zementestrich, 150

Holaus		Blockheizkraftwerk mit Pollote				
Verteilung Übergabe		Blockheizkraftwerk mit Pellets- kessel Baujahr 1907. Spitzenlastkessel Ol-Heizkes- sel Baujahr 1903. Aufstellung im benachbarten Kesselhaus, Versorgung des gesamten Areals, bestehend aus 4 Bürgebäuden und ei- nem Kantihengabüude. Zweirohrsystem Ventilatorumluftkonvektoren im Brüstungsbereich Wcs und Treppenhauser: Zweireinige Plattenheizkorper mit Konvektorbliech				
				Warmwasser- aufbereitung		In den WCs und Teeküchen elektrische Kleinspeicher mit 5I Nenninhalt
				Klimatislerung/ Luftung		Kompressionskältemaschine mit 600 Liter Pufferspeicher im Kellergeschoss, Rückkühler im Außenbereich auf Gelän- deoberfläche. Kaltwasser Ventilatorumluft- konvektoren im Brustungbe- eich Spiligerät im Serverraum KG. Naturliche Lüftung über Fens- ter.
t t		2 Personenaufzüge (KG bis 4.OG) mechanisch, Aufzugsan trieb in den Maschinenraumen auf dem Dach. Leuchtsofflampen stabförmig mit konventionellem Vorschalt gerät. In den WCs Halogen- glühlampen				
Reaer	nentwässer	una				
Reger	nentwässer nlauf	Ung 5 Flachdacheinläufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinläufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80				
	nlauf	5 Flachdacheinläufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinläufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80				
Dacheir Fallrohi	nlauf	5 Flachdacheinläufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinläufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf				
Dacheir Fallrohi	re erflächen /	5 Flachdacheinlaufe mit Sle- baufsätzen Die Dacheinlaufe liegen in Vertlefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80 Fallrohre innenliegend, DN 125				
Dacheli Fallrohi Fenst	re erflächen / Fensterfläch	5 Flachdacheinlaufe mit Sie- baufsatzen Die Dacheinlaufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80 Fallrohre innenliegend, DN 125				
Dacheli Fallrohi Fenst	re erflächen / Fensterfläch	5 Flachdacheinlaufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinlaufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80 Fallrohre innenliegend, DN 125 Sonnenschutz e 542,32 m² tzplicht vorhanden				
Dacheii Fallrohi Fensti NORD	re erflächen / Fensterfläch Sonnenschu	5 Flachdacheinlaufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinlaufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80 Fallrohre innenliegend, DN 125 Sonnenschutz e 542,32 m² tzplicht vorhanden				
Dacheii Fallrohi Fensti NORD	eerflächen / Fensterfläch Sonnenschu Fensterfläch	S Flachdacheinlaufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinlaufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80 Fallrohre innenliegend, DN 125 Sonnenschutz ne 542,32 m² tzhicht vorhanden				
Fallrohi Fenste NORD	eerflächen / Fensterfläch Sonnenschu Fensterfläch Sonnenschu Fensterfläch	5 Flachdacheinlaufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinlaufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80 Fallrohre innenliegend, DN 125 Sonnenschutz Die 542.32 m ² ttznicht vorhanden ie 17,68 m ²				
Fallrohi Fenste NORD	erflächen / Fensterfläch Sonnenschu Fensterfläch Sonnenschu Fensterfläch Sonnenschu Fensterfläch	S Flachdacheinlaufe mit Sie- baufsätzen Die Dacheinlaufe liegen in Vertiefungen, Durchmesser Dacheinlauf DN 80 Fallrohre innenliegend, DN 125 Sonnenschutz 15 522,32 m² 15 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12 12				

	Kennwert	е
	Geometrie	
ts-	Rechteckig gesch	nlossen
S- 1	Dachart	Flachdach, Warmdach
1	Dachaufbauten	2 Maschinenr me für Aufzu stechnik
1	Länge: Breite: Höhe:	5,30 m 5,00 m 3,00 m
er	Dachneigung	2,5 %
BI	Dachfläche	944 m²
	Gebäudelänge	73,44 m
t	Gebäudebreite	13,44 m
ler	Traufhöhe	21,10 m
e- G.		
s-	LIVI I I	
	Höhenkoten	I
an- en	OK Werbeschild OK Maschinen- raum	+27,50 m +23,50 m
ig alt-	OK Dach	+20,70 m
all-	OKFF 4.OG	+16,90 m
	OKFF 3.OG	+13,30 m
	OKFF 2.OG	+9,70 m
_	OKFF 1.OG	+6,10 m
	OKFF EG	+2,60 m
	OK Gelände	±0,00 m
	OKFF KG	–0,80 m
125	Flächen-/Volu bezogen auf d	
-	Grundfläche	987 m²
	BRI	21.370 m ³
	BGF	5.975 m²

l	OKFF KG	–0,80 m	
	Flächen-/Volumenmaße bezogen auf das Gebäude		
1	Grundfläche	987 m²	
1	BRI	21.370 m³	
ł	BGF	5.975 m²	
t	NF gesamt	3.590 m²	
1	NF KG	490 m²	
1	NF EG	540 m²	
	NF 1. OG	640 m²	
	NF 2. OG	640 m²	
1	NF 3. OG	640 m²	
1	NF 4. OG	640 m²	

	Lage in der M Rahmen von	Nodellregion Dresden im REGKLAM
Perspektive	Krist Rod Sales	SACHSEN SACHS SACHSEN SACHSEN SACHS
	Baujahr	1974
	Sanierung	1996 und 2007
		1996 und 2007 offen
	Sanierung	
	Sanierung Bebauung	offen Radebeul



Baukonstruktion Büroräume 1.0G bis 6.0G

Haustechnik

Kennwerte

Nichtwohngebäudetyp VER7

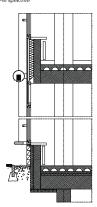
Tragwerk	Stahlbetonskelett Ausbauraster in Längsrichtung	Außenwände	Siehe opake und transpa- rente Fassadenteile	
Fassade EG - 4. OG	8,10 m	Innenwände	Zwischen den Büros leichte Trennwände. Melaminharz beschichtete Spanplatte 1,9 cm, Luft- spalt 1,2 cm, Mineralwol-	
Brüstung (opake Fassadenteile) U=0,31 W/(m²K)	Gipsputz 1,5 cm, Stahlbeton-Fer- tigteilbrüstung 15		le 5,0 cm, Melaminharz beschichtete Spanplatte 1,9 cm	
cm, Mineralfaser- dammung 10 cm, Hinterluftung 3,4 cm, bedrucktes Ver- bundsicherheitsglas 0,8 cm.		Geschossdecke Fußboden	Textiler Bodenbelag 0,7 cm, Anhydritestrich 4 cm (aus Brandschutzabnah- me Punkt 11), Hohlraum- bodenschalung 8 cm, lichter Installationsraum 7 cm, Stahlbetondecke	
Fenster EG - DG U _g =1,3 W/(m ² K)	Schallschutzvergla sung mit Wärme- schutzbeschichtung und Edelgasfüllung 10-20-4, Alumini- umfensterrahmen	Treppen	28 cm. Betonwerkstein-Win- kelstufen 4 cm, 3 cm Mortelbett, Treppenlauf als Stahlbetonfertigteil gespachtelt	
Atriumdach	Verbundsicherheits- gals aus 2x5 mm teilvorgespanntem Glas Zwischen den Wi- derlagern des Glas- daches Lüftungsöff-	EG	gespacmen	
	nungen.			
Einzelfundamente unter den Stützen, Streifenfunda- mente unter den Außerwänden der Untergeschosse,		Außenwände	1,5 cm Gipsputz, Stahl- beton 15 cm, Extrudierter Polystyrol-Hartschaum 7 cm, Sockelverkleidung aus Aluminiumlamellen im 45°-Winkel 8 cm.	
	Stahlbeton B 35. Fundamente 45° angefast.		Textiler Bodenbelag 0,7 cm, Anhydritestrich 4 cm, Hohlraumbodenschalung 8 cm, Zementestrich 5cm, PE-Folle, Polyure- than-Hartschaum 5 cm, Stahlbetondecke 30 cm. Wärmeübertragende Umfassungsfläche ist die Decke über 1.UG	
Anstatt bedrucktem VSG Aluminiumla- mellen mit integrier- ter Entwässerung, Perimeterdämmung 7 cm bis 0,577 m über GOK.				
	Klesstreifen 50 cm mit Drainagerohr	Boden zum Erdreich	Aufbau wie oben, zusätz- lich 10 cm Perimeterdam- mung unter der Stahlbe- tondecke.	
	L	Fußbodenaufbau Atrium	Betonwerkstein 8 cm, Mörtelbett 4 cm, Abdich-	
Dach Dachaufbau Flachdach, Gründach] [tung, Gefälleestrich 4 bis	
			8 cm, Stahlbetondecke 30 cm.	
U=0,32 W/(m ² K)	Dachbegrünungs- substrat 8 cm, Filtervlies (200 g/ m²), Drainschicht 5	Kellergeschoss ger, Tiefgarage)	(Anlagentechnik, La-	
	cm, Schutzvlies (200 g/m²), Wur-	Außenwände	30 cm wasserundurchläs- siger Stahlbeton B 35	
	zelschutzbahn, Schutzvlies (200 g/m²), drei- lagige Abdichtung, Wärmedämmung	Bodenplatte	Weiße Wanne B 35 30 cm ungedämmt, PE-Folie, 50 cm Unterbeton unter der Bodenplatte zur Auf-	

	entechnik	1		
Heizun	9	Fernwärme		
Verteilu	ing	in den Hohlraumböden		
Übergabe		Zweireihige Plattenheizkörper mit Konvektorblechen an den Fensterbrüstungen. Im Foyer Fußbodenheizung		
Warmwasser- aufbereitung		In den WCs elektrische Klein- speicher, Nenninhalt 5I. In den Teeküchen elektrische Kleinspeicher, 10I Nenninhalt.		
Klimati: Lüftung	sierung/	In den Büroräumen natürliche Belüftung über die Fenster.		
		WCs Abluftanlage mit Axial- Dachventilatoren.		
		Tiefgarage: Maschinelle Abluft- anlage mit natürlicher Nach- strömung.		
Sonstiges		Tiefgarage: Automatische Rauch- und Warmeabzugsan- lage, Steuerung über Rauch- melder. Sprinkleranlage mit insgesamt 790 Sprinklern. Wasservor- ratsbehälter für Sprinkleranla- ge aus Stahlbeton, Fassungs- vermogen: 72 m³. CO-Warnanlage		
		6 Personenaufzüge, Aufzugs- maschinenräume im 2. UG Fassadenbefahranlage, Befahr- anlage für Atriumdach		
Reger	entwässer	rung		
Fallrohr	re	4 x DN 200		
		Regenwasser des Atrium- dachs wird auf das begrünte Flachdach geführt. Fallstränge innenliegend in den 3 Erschlie- Bungskernen		
		Entwässerung Rampeneinfahrt Tiefgarage über Regenwas- serpumpensumpf mit Doppel- pumpe.		
Fenste	erflächen /	' Sonnenschutz		
NORD		he 2383.50 m²		
OST	Fensterfläch			
SÜD		ne 670,40 m²		
WEST		he 670,40 m²		
		utz Außenliegende, hinterlüfte- te Lamellenraffstoren aus Aluminium mit Windwächtei Raffstoren zum Atrium sind windunabhängig. Lamellenbreite: 10 cm		

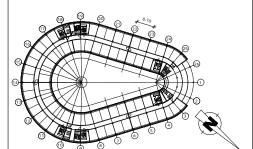
entechnik				Geometrie			
ıg	g Fernwärme ing In den Hohlraumböden			tropfenförmig mit überdachtem Atrium			
abe		Zweireihige Plattenheizkörper mit Konvektorblechen an den Fensterbrüstungen. Im Foyer Fußbodenheizung		Dachart	begrüntes Flach- dach		
				Dachneigung	2 %		
eitung		In den WCs elektrische Klein- speicher, Nenninhalt 51. In den Teeküchen elektrische Kleinspeicher, 101 Nenninhalt.		Dachfläche	3329,29 m²		
				Gebäudelänge	59,56 m		
is	ierung/	In den Büroräumen natürliche Belüftung über die Fenster.		Gebäudebreite	55,50 m		
g				Traufhöhe	21,31 m		
		WCs Abluftanlage mit Axial- Dachventilatoren.		Dachaufbau	25,01 m		
		Tiefgarage: Maschinelle Abluft- anlage mit natürlicher Nach- strömung.					
ge	es	Tiefgarage: Automatische	1				
		Rauch- und Wärmeabzugsan- lage, Steuerung über Rauch-		Höhenkoten			
		melder. Sprinkleranlage mit insgesamt		OK Atriumdach	+25,01 m		
		790 Sprinklern. Wasservor- ratsbehälter für Sprinkleranla- ge aus Stahlbeton, Fassungs-		OK Aufzugsüber- fahrt	+22,295 m		
		vermögen: 72 m³. CO-Warnanlage		OK Flachdach	+21,31 m		
		6 Personenaufzüge, Aufzugs-		OKFF 6. OG	+17,41 m		
		maschinenräume im 2. UG Fassadenbefahranlage, Befahr- anlage für Atriumdach		OKFF 5.OG	+14,01 m		
				OKFF 4.OG	+10,61 m		
n	entwässer	una	1	OKFF 3.OG	+7,21 m		
n		4 x DN 200		OKFF 2.OG	+3,81 m		
_	asserfüh-	Regenwasser des Atrium-		OKFF 1.OG	+0,41 m		
	asserrun-	Regenwasser des Atrium- dachs wird auf das begrünte Flachdach geführt. Fallstränge innenliegend in den 3 Erschlie- Bungskernen Entwässerung Rampeneinfahrt Tiefgarage über Regenwas- serpumpensumpf mit Doppel- pumpe.		OK Gelände	±0,00 m		
				OKFF EG	-2,99 m		
				OKFF 1. UG	-6,20 m		
				OKFF 2. UG	-9,22 m		
_				OKFF Aufzugs- unterfahrt, Technikkanal	-10,69 m		
e	rflächen /	Sonnenschutz		lectinikkanai			
		e 2383,50 m ² e 1111,50 m ² e 670,40 m ²		Flächen-/Volu bezogen auf d			
					1		
				Grundfläche	3537 m²		
Fensterfläche		670,40 m²		BRI	105.150 m ³		
	Sonnenschu	tz Außenliegende, hinterlüfte- te Lamellenraffstoren aus		BGF	30545 m²		
		Aluminium mit Windwächter. Raffstoren zum Atrium sind windunabhängig. Lamellenbreite: 10 cm		NF gesamt	14.740 m²		
				NF TG (1. und 2. UG)	3.130 m²		
	Fensterfläch	e In den Fluchttreppenhäusern jeweils 2 Dachoberlichter aus Glas als RWA		NF EG	1.550 m²		
L				NF 12. OG	1610 m²		
		1					

Elächen //o	lumonma@o			
Flächen-/Volumenmaße bezogen auf das Gebäude				
Grundfläche	3537 m²			
BRI	105.150 m ³			
BGF	30545 m²			
NF gesamt	14.740 m²			
NF TG (1. und 2. UG)	3.130 m ²			
NF EG	1.550 m²			
NF 12. OG	1610 m²			
NF 36. OG	1710 m²			

е					
ig mi	t überdachtem	N. Parking and			244
	begrüntes Flach- dach				
g	2 %				
	3329,29 m²				
ge	59,56 m				
ite	55,50 m			7	1
	21,31 m		The state of		
	25,01 m	Perspektiv	e		
		•			







Detailschnitt Fassade EG bis 1. OG

3. Verletzbarkeitsanalysen

3.1 Einwirkungsabhängige Analysekonzepte

Das kürzlich erschienene Heft 3 der REGKLAM-Schriftenreihe behandelt im ersten Beitrag sämtliche vom Klimawandel beeinflussten und für das Bauwesen relevanten Umwelteinwirkungen. Dies sind Sommerhitze, Überflutung, Starkregen, Hagel, Wind und Schnee. Durch Ex-Post-Analysen und Projektionen konnte für die Modellregion Dresden festgestellt werden, dass nach aktuellem Kenntnisstand ausschließlich die Einwirkungen Sommerhitze, Überflutung, Starkregen und Hagel einer kritischen, klimainduzierten Änderung unterliegen. Dementsprechend wurden im Rahmen des TP 3.1.1 für diese vier Einwirkungen Untersuchungsmethoden erarbeitet, mit denen die Auswirkungen auf Gebäude beurteilt werden können. Diese Methoden werden in den folgenden Gliederungspunkten detailliert erläutert. Ein wichtiger Grundgedanke bestand darin für jede Einwirkung eine geschlossene Methodik zu entwickeln, die zwei Bedingungen erfüllt:

- 1. Universelle Anwendbarkeit auf sämtliche Gebäude
- 2. Flexible Anpassungsmöglichkeiten an neue Erkenntnisse der Klimaforschung und dadurch eventuell veränderte Klimaprojektionen

Für die vier genannten Einwirkungen Sommerhitze, Überflutung, Starkregen und Hagel existieren in Deutschland bisher entweder keine produktübergreifenden Normen oder diese sind nicht ohne weiteres an veränderte Klimarandbedingungen anpassbar. Für die Entwicklung der Methoden war zunächst eine umfangreiche Recherche entsprechender deutscher sowie internationaler Normen und Richtlinien erforderlich. Es sollten Methoden entwickelt werden, die sich möglichst an der bisherigen Planungspraxis oder bestehenden Instrumenten orientieren, um eine möglichst einfache Umsetzung in der Praxis gewährleisten zu können. Um die Auswirkungen des Klimawandels auf Gebäude abschätzen zu können, sind detaillierte Klimadaten der unterschiedlichen Einwirkungen erforderlich. Dies ist ein besonderer Problempunkt, da die Klimamodelle meist nicht in der Lage sind, räumlich und zeitlich ausreichend exakt aufgelöste Daten zu liefern, wie sie für ingenieurmä-Bige Verfahren zwingend erforderlich sind. Diese Problematik wird kurz an einem Beispiel zu starkregeninduzierten Überflutungsereignissen verdeutlicht. Den Klimaprojektionen ist unter anderem zu entnehmen, dass sich die Regenmengen tendenziell im Sommerhalbjahr reduzieren, im Winterhalbjahr jedoch erhöhen werden. Diese Aussage ist für Fragen der Wasser- und Landwirtschaft von hoher Bedeutung, spielt allerdings im Bauwesen keine wesentliche Rolle. Hier ist das anzunehmende Extremereignis, für welche Abflussquerschnitte etc. dimensioniert werden müssen, von Bedeutung, also die maximale Regenmenge pro Zeiteinheit. Wann dieses Ereignis letztlich im Jahresverlauf auftritt, ist dabei von geringer Relevanz. In den folgenden Kapiteln wird für die einzelnen Einwirkungen aufgezeigt, wie mit den Klimaprojektionen umgegangen wurde und wie Daten generiert wurden, die in Bezug auf ihre Auflösung ausreichend genau sind, um für ingenieurmäßige Fragestellungen und Verfahren Anwendung zu finden.

Bei den Einwirkungen Wind und Schnee ist in der Modellregion keine Änderung beziehungsweise eine Intensitätsminderung zu erwarten. Für diese beiden Einwirkungen existieren bereits umfangreiche Normenwerke, zum einen die DIN EN 1991-1-4 für Windlasten, zum anderen die DIN EN 1991-1-3 für Schneelasten. Beide Normen wären zudem problemlos auf veränderte Lasten anpassbar. Demzufolge können diese Einwirkungen bei der Betrachtung gefahrlos vernachlässigt werden, da selbst bei neuen Erkenntnissen der Klimaforschung eine einfache Anpassung der Lastannahmen möglich wäre.

Vergleiche Fahrion et al. 2012

Vergleiche Fahrion et al. 2012, Seite 44 ff.

3.2 Einwirkung Sommerhitze

3.2.1 Einleitung

Für die instationäre thermische Gebäudesimulation wird die Software Thermal Analysis System (Tas) des britischen Herstellers Environmental Design Solutions Limited (EDSL) verwendet. Die Software ist nach mehreren international anerkannten Normen und Richtlinien validiert, unter anderem nach EN ISO 13791 "Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden –Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik – Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren" sowie nach VDI-Richtlinie 6020 "Anforderungen an Rechenverfahren zur Gebäude- und Anlagensimulation – Gebäudesimulation". Dementsprechend wird die Software ohne weitere Prüfung innerhalb des Forschungsprojektes verwendet.

3.2.2 Simulationsrandbedingungen

Im Jahr 1986 wurden erstmals Testreferenzjahre für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland erstellt. Testreferenzjahre (TRY) stellen den charakteristischen Wetterverlauf eines Jahres in einer bestimmten Region dar und werden speziell für die Anwendung in thermischen Gebäudesimulationsprogrammen erstellt. Sie enthalten stündliche Werte ausgewählter meteorologischer Parameter (zum Beispiel Globalstrahlung, diffuse Strahlung, Windgeschwindigkeit, ...) für ein ganzes Jahr. Folglich ergeben sich pro Wetterelement $24 \times 365 = 8760$ Werte.

Um den Aufwand für die Erstellung von Testreferenzjahren zu reduzieren, werden diese nicht für sämtliche zur Verfügung stehende Wetterstationen des DWD erstellt, sondern nur für einige ausgewählte Stationen, welche die Klimavariabilität innerhalb der Bundesrepublik abbilden. Dazu wird das Bundesgebiet in Regionen unterteilt. Das Gebiet einer jeden Region ist durch ein näherungsweise einheitliches Klima gekennzeichnet. Die Einteilung in Regionen erfolgte auf Grundlage der Messdaten von 253 Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes von 1951-1970 sowie auf phänologischen Karten des DWD. Für jede so definierte Region wurde eine darin liegende Repräsentanzstation ermittelt, die charakteristisch für das Klima in der gesamten Region ist. Die Grenzen der TRY-Regionen und die zugehörigen Repräsentanzstationen von 1986 gehen aus Abbildung 12 - Bild 1 hervor.

Ein Testreferenzjahr ist ein aus real gemessenen Witterungsabschnitten mehrerer Jahrzehnte zusammengesetztes, künstlich generiertes Jahr. Dabei muss es zwei Kriterien erfüllen. Erstens sollen die Mittelwerte der Klimaparameter des Testreferenzjahres möglichst genau den langjährigen Jahres- und jahreszeitlichen Mittelwerten der Repräsentanzstation entsprechen. Zweitens soll es den charakteristischen Wetterverlauf der zugehörigen TRY-Region widerspiegeln. Die Testreferenzjahre von 1986 basieren auf Messdaten aus dem Zeitraum 1951-1976 und werden entsprechend des Jahres ihrer Veröffentlichung als TRY 1986 bezeichnet.

Im Jahr 2004 wurden für das Bundesgebiet Deutschlands neue Testreferenzjahre erstellt. Dafür wurden die Grenzen der Testreferenzjahr-Regionen (siehe Abbildung 12 - Bild 2) und überwiegend auch die Repräsentanzstationen neu festgelegt. Die Einteilung ist nach wie vor gültig. Als Bezugszeitraum wurde die internationale Klimanormalperiode 1961-1990 gewählt.

Die TRY 2004 sind infolge des bereits nachgewiesenen Klimawandels nicht mehr in der Lage, das aktuelle Klima in Deutschland ausreichend genau darzustellen. Dies spiegelt sich auch in der Begründung der Bundesregierung zu der Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung vom 29 April 2009 wider. In der Begründung zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes heißt es:

Vergleiche Blümel et al. 1986

Ebd. Seite 44

¹¹ Ebd. Seite 34

Ebd. Seite 34 und Christoffer et al. 2004 Seite 10

Vergleiche Blümel et al. 1986Seite 60ff.

"Die gültige technische Regel für die Berechnung eines ausreichenden sommerlichen Wärmeschutzes (DIN 4108-2:2003-07), […] lässt […] auch die Durchführung von Simulationsrechnungen zu, dort als "ingenieurmäßige Verfahren" bezeichnet. Allerdings lässt sie offen, welche Datensätze zur Beschreibung des Klimas verwendet werden sollen. Die derzeit dafür üblichen Test-Referenzjahr-Datensätze (TRY) bauen überwiegend auf Erkenntnissen aus der Zeit vor 1980 auf und sind deshalb heute nicht mehr uneingeschränkt geeignet, die Einstrahlungs- und Außentemperaturverhältnisse für den Zweck einer Simulation der sommerlichen Innentemperaturen von Gebäuden abzubilden."

Aus diesem Grund hat das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen eines Forschungsprojektes den Deutschen Wetterdienst (DWD) beauftragt, die bestehenden Testreferenzjahresdatensätze zu aktualisieren.

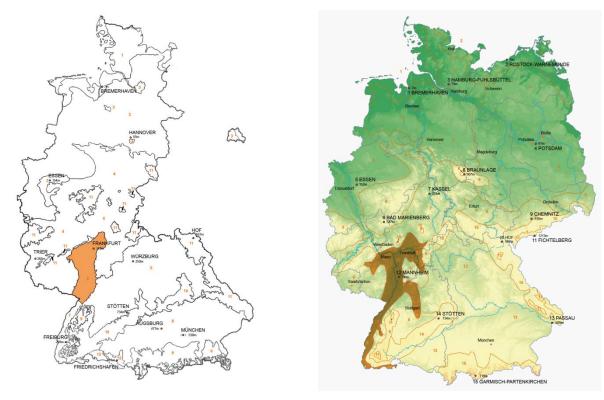


Abbildung 12: Bild 1: Testreferenzjahr-Regionen für Deutschland bis 2004 (nach Blümel et al. 1986) Bild 2: Testreferenzjahr-Regionen für Deutschland seit 2004 (nach Christoffer et al. 2004)

Die aktualisierten Testreferenzjahre (TRY 2010) wurden im April 2011 veröffentlicht und basieren auf Messwerten aus den Jahren 1988 bis 2007. Im selben Forschungsprojekt wurden zudem auf Grundlage regionaler Klimamodelle Testreferenzjahre für die Zukunft erstellt. Dabei kam ein Modellensemble zum Einsatz, das sowohl dynamische als auch statistische regionale Klimamodelle umfasst. Das Ensemble umfasst die dynamischen Modelle REMO und CCLM sowie die statistischen Modelle STAR, WETTREG und WETTREG10.¹⁴

Vergleiche BBR 2011, S.42 ff.

TRY 1986	TRY 2004	TRY 2010	TRY 2035
Real gemessene Klima- daten von 1951-1970 an den Repräsentanzstatio- nen nach Abbildung 12 - Bild 1	Real gemessene Klimada- ten von 1961-1990 an den Repräsentanzstationen nach Abbildung 12 - Bild 2	Real gemessene Klima- daten von 1988-2007 an den Repräsentanzstatio- nen nach Abbildung 12 - Bild 2	Projektionen für den Zeitabschnitt 2021- 2050 an den Reprä- sentanzstationen nach Abbildung 12 - Bild 2

Tabelle 1: Übersicht über die zur Verfügung stehenden Testreferenzjahre (TRY)

Die Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert zeigen unabhängig von den Emissionsszenarien nach 2050 einen weiteren Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen (Abbildung 13). In Übereinstimmung zu dieser Tendenz stellt auch die Professur für Meteorologie der TU Dresden für die Modellregion fest, dass die Sommertemperaturen zum Ende des Jahrhunderts nochmals deutlich über den Projektionen für die Mitte des Jahrhunderts liegen (Abbildung 14 – Bild 1). Dementsprechend wurde die Notwendigkeit erkannt, auch die Auswirkungen auf den sommerlichen Wärmeschutz zum Ende des Jahrhunderts zu erforschen.

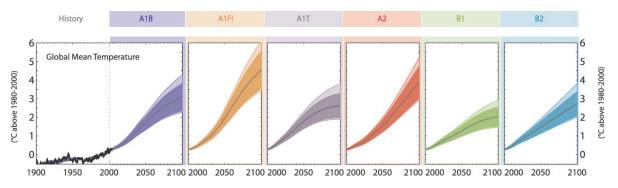


Abbildung 13: Entwicklung der durchschnittlichen Erdoberflächentemperatur bis 2100 bei Annahme unterschiedlicher Emissionsszenarien (Quelle Meehl et al. 2007, S. 803)

Ein wesentliches Problem bei der Verwendung von Klimaprojektionen zur Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes von Gebäuden ist die erforderliche zeitliche Auflösung. Während die meisten regionalen Klimamodelle in der Lage sind, Tageswerte zu generieren, erfordern Programme zur thermischen Gebäudesimulation Stundenwerte. Um trotzdem Aussagen über den sommerlichen Wärmeschutz zum Ende des 21. Jahrhunderts treffen zu können, wurde in Zusammenarbeit mit der Professur für Meteorologie der TU Dresden die Idee entwickelt, die real gemessenen Wetterelemente des Extremsommers 2003 mit den Projektionen für die Modellregion Dresden zu vergleichen. Der Sommer 2003 war im gesamten Gebiet der Bundesrepublik Deutschland einer der heißesten seit Beginn der Aufzeichnungen. ¹⁵ Zum damaligen Zeitpunkt hatte dieses Ereignis in Bezug auf den Mittelwert der Temperaturen der Monate Juni, Juli und August eine Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 455 Jahren. ¹⁶ Die entsprechenden Untersuchungen auf Basis des Emissionsszenarios A1B ergaben, dass die Messwerte des Sommers 2003 für die Station Dresden-Klotzsche geeignet sind, einen durchschnittlichen Sommer zum Ende des 21. Jahrhunderts in der Modellregion abzubilden (Abbildung 14 - Bild 1 und Abbildung 16).

Eine ähnliche Untersuchung hat Beniston für Basel durchgeführt. Er hat die Tageshöchsttemperaturen des Sommers 2003 in Basel mit Klimaprojektionen für den Zeitabschnitt 2071-2100 verglichen. Die Simulationen basieren auf dem IPCC-Emissionsszenario A2 und wurden mit dem regionalen Klimamodell HIRHAM4 des Danish Meteorological Institutes durchgeführt. Diese Untersuchung zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen den Summenhäufigkeiten der Tageshöchsttemperaturen. Beniston schließt aus seinen Betrachtungen, dass der Sommer 2003 geeignet ist, die Klimaverhältnisse in der Region Basel am Ende des 21. Jahrhunderts abzubilden. Da sich Basel direkt an der

¹⁵ Vergleiche Müller-Westermeier und Riecke 2004, S. 71

Vergleiche Schönwiese et al. 2004, S. 125

südlichen Grenze der aktuellen TRY-Region 12 mit der Repräsentanzstation Mannheim befindet, sind die Untersuchungsergebnisse insbesondere auf diese Region übertragbar.

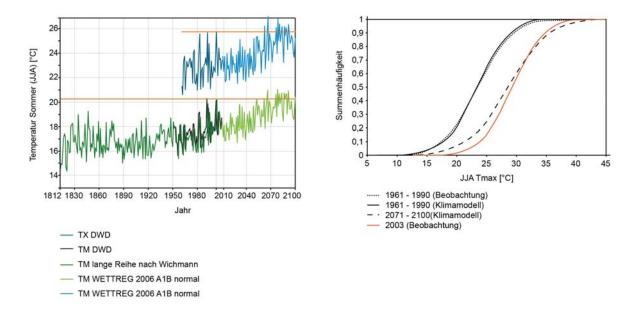


Abbildung 14: Bild 1: Vergleich der mittleren und maximalen Sommertemperaturen des Jahres 2003 mit den Projektionen bis 2100. Bild 2: Vergleich der Tageshöchsttemperaturen in den Sommermonaten für Basel. Zu erkennen ist die gute Übereinstimmung zwischen der Projektion für den Zeitabschnitt 2071-2100 mit den real gemessenen Werten des Sommers 2003. (nach Beniston 2004)

Zusammengefasst stehen somit folgende Klimadaten zur Untersuchung der Auswirkungen des Klimawandels auf die thermische Behaglichkeit in Gebäuden zur Verfügung:

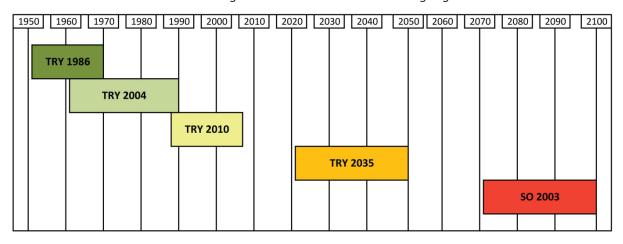


Abbildung 15: Für die thermische Gebäudesimulation verwendete Klimadatensätze zur Abbildung des Klimawandels

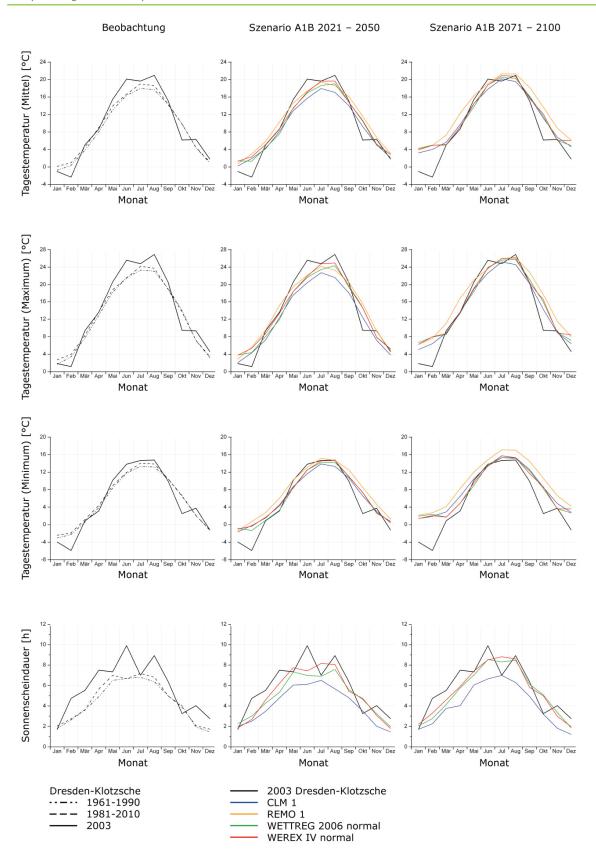


Abbildung 16: Meteorologische Kenngrößen des Jahres 2003 im Vergleich zu klimatologischen Langzeitwerten für die Station Dresden-Klotzsche (Quelle: Bernhofer et al. 2010)

3.2.3 Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach E DIN 4108-2:2011-10

Mit den Randbedingungen nach E-DIN 4108-2:2011-10, Kapitel 8.4, wird erstmals in den deutschen Normen die Grundlage für ein vereinheitlichtes Vorgehen beim Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes mittels thermischer Gebäudesimulation geschaffen. In Abhängigkeit des Gebäudestandortes nach Abbildung 16 kommen bei der Simulation unterschiedliche Klimarandbedingungen zur Anwendung. Dresden fällt gemäß Abbildung 16 in die Sommer-Klimaregion C. Für den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes mittels thermischer Gebäudesimulation sieht der Normenentwurf die Verwendung der mittleren TRY 2010 vor. Für Orte, die der Sommer-Klimaregion C zuzuordnen sind, ist der Nachweis mit dem mittleren Testreferenzjahr 2010 der TRY-Region 12 gemäß der seit 2004 geltenden Regionseinteilung nach Abbildung 12 - Bild 2 (Region Oberrheingraben und unteres Neckartal, Repräsentanzstation Mannheim) zu führen. Die aktuelle TRY-Region 12 (Repräsentanzstation Mannheim) stimmt recht gut mit der TRY-Region 6 (Repräsentanzstation Frankfurt am Main Flughafen) der Testreferenzjahre von 1986 überein (vergleiche Abbildung 12 -Bild 1 und 2). Die Repräsentanzstationen liegen nur circa 60 km Luftlinie voneinander entfernt. Der Höhenunterschied über NN beträgt lediglich 16 m. In guter Näherung kann mit dem Testreferenzjahr der Region 6 von 1986 die Reihe der mittleren Testreferenzjahre der aktuellen Region 12 verlängert werden. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Randbedingungen des Nachweises in Abhängigkeit der zugehörigen Sommer-Klimaregion.

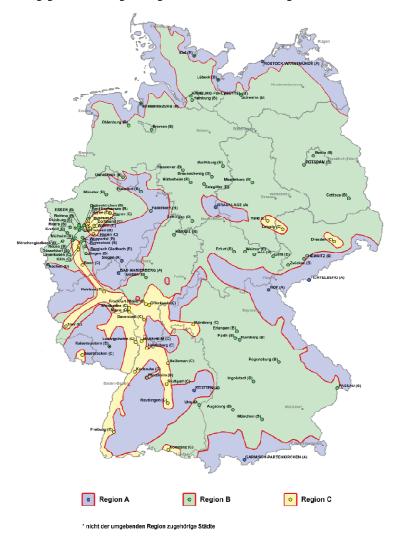


Abbildung 17: Einteilung Deutschlands in Sommer-Klimaregionen gemäß E DIN 4108-2:2011-10

Sommer- Klimaregion	Klimarandbedingung	Bezugswert θ _{b,op} der Innentemperatur [°C] zur	Anforderungswert Übertemperaturgradstunden [Kh/a]		
nach Abbil- dung 17		Ermittlung der Übertem- peraturgradstunden	Wohngebäude	Nichtwohngebäude	
А	Normaljahr TRY- Region 2 Repräsen- tanzstation Rostock- Warnemünde	25			
В	Normaljahr TRY- Region 7 Repräsen- tanzstation Kassel	26	800	400	
С	Normaljahr TRY- Region 12 Repräsen- tanzstation Mannheim	27			

Tabelle 2: Übersicht über die zur Verfügung stehenden Testreferenzjahre (TRY)

Zur besseren Vergleichbarkeit der Verletzbarkeit aller untersuchten Gebäude werden sämtliche Nachweise für die Gebäude der Modellregion mit den für die Sommerklimaregion C gültigen Randbedingungen geführt. Nachzuweisen ist, dass in den kritischen Räumen des untersuchten Gebäudes nicht mehr als 800 (Wohngebäude) beziehungsweise nicht mehr als 400 Übertemperaturgradstunden (Nichtwohngebäude) auftreten. In Abhängigkeit der Sommer-Klimaregion unterscheidet sich der Bezugswert der Innenraumtemperatur $\theta_{b,op}$. Bei der Bestimmung der Übertemperaturgradstunden wird nicht nur die Anzahl der Stunden, an denen der Bezugswert der Innentemperatur überschritten wird (Überschreitungshäufigkeit), berücksichtigt, sondern zusätzlich die Höhe der Temperaturüberschreitung. Berücksichtigt werden dabei nur die Temperaturüberschreitungen während der Nutzungszeit. Bei Wohngebäuden wird von einer ständigen Nutzung an 24 Stunden pro Tag und 365 Tagen im Jahr und somit von insgesamt 8760 Nutzungsstunden pro Jahr ausgegangen. Die Nutzungszeit von Nichtwohngebäuden wird für den Nachweis jeweils von Montag bis Freitag und von 7.00 bis 18.00 Uhr definiert, womit sich 2871 Nutzungsstunden pro Jahr ergeben. Zur Bestimmung der Übertemperaturgradstunden wird folglich für jede Stunde der Nutzungszeit die Differenz zwischen operativer Innentemperatur und Bezugstemperatur gebildet und anschließend die Jahressumme ermittelt.

$$\sum_{n=1}^{2871} (\theta_{op} - \theta_{b,op})$$

 Θ_{op} operative Innentemperatur

 $\Theta_{b,op}$ Bezugswert der operativen Innentemperatur nach Tabelle 2

Abbildung 18 beschreibt anhand eines fiktiven Verlaufs der operativen Innentemperatur die Vorgehensweise zur Ermittlung der Übertemperaturgradstunden für einen Wochentag in einem Nichtwohngebäude.

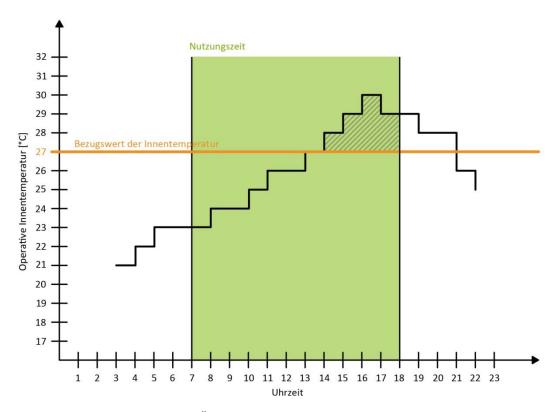


Abbildung 18: Ermittlung der Übertemperaturgradstunden anhand eines fiktiven Innentemperaturverlaufes. Für den Beispieltag ergeben sich 8 Übertemperaturgradstunden.

3.3 Einwirkung Hochwasser

3.3.1 Schadensursachen, Schadensmechanismen, Schadensbilder

Um die Verletzbarkeit von Gebäuden und Baukonstruktionen gegenüber einem bestimmten Klima bzw. Klimaänderungen zu analysieren und daraus Anpassungsmaßnahmen für Gebäude zu erarbeiten, bedarf es eines fundierten Wissens über Schadensmechanismen und deren Ursachen. Erkenntnisse dazu liefern neben Quellenrecherchen und Expertisen von Bauschadensgutachtern und Wissenschaftlern vor allem Ex-Post-Analysen über abgelaufene Schadensereignisse. Dabei handelt es sich um Untersuchungen, welche in der Regel umgehend nach den Ereignissen durchgeführt werden, um Schadensbilder, aber auch baudiagnostische Kennwerte wie beispielsweise den Durchfeuchtungsgrad von Baustoffen zu erfassen. Das wissenschaftliche Aufarbeiten der Prozesskette – von den grundlegenden Merkmalen des Gebäudes über die relevanten Parameter der Einwirkung bis hin zu den durch ein Ereignis ausgelösten Schadensbildern und Schadensintensitäten – stellt eine Herausforderung dar. Die Betrachtung sowohl der Einwirkungsseite als auch der Widerstandsseite (Gebäude) spielt bei der Ermittlung der Prozesskette eine Schlüsselrolle. Nach Nikolowski et al. (2012a) sind Ex-Post-Analysen von Schadensereignissen daher elementare Bausteine, um

- vorhandenes Wissen über Schadensmechanismen zu überprüfen,
- bestehende Modelle mit eigenen detaillierten Schadensdaten zu kalibrieren und zu validieren sowie
- neues Wissen über noch nicht beschriebene oder bekannte Schäden und Schadensprozesse zu generieren.

Zum besseren Verständnis werden nachfolgend ausgewählte Schadensbilder und Schadensmechanismen an Gebäuden vorgestellt, welche nach dem Hochwasser an der Neiße und ihren Nebenflüssen im Jahr 2010 aufgenommen wurden. Im August 2010 kam es im Grenzgebiet zwischen Polen, Tschechien und Deutschland zu erheblichen Starkniederschlägen, welche im Nachgang vom Deutschen Wetterdienst als "ein markantes Ereignis in der Region, aber in Sachsen nur an einzelnen Orten (als) ein seltenes Ereignis¹⁷ eingestuft wurden. In der Folge – auch mehrerer Deichbrüche – kam es zu Überflutungen, die zu erheblichen Schäden vor allem an Gebäuden führten. Im unmittelbaren Nachgang der Ereignisse wurden vor allem in den Orten Görlitz, Rosenthal, Hirschfelde und Zittau Schadensdokumentationen an betroffenen Gebäuden und Baukonstruktionen erarbeitet. Wie aus Abbildung 19 ersichtlich, wurden diverse Schadensbilder vorgefunden, welche sowohl von der Einwirkungsart – beispielsweise der Wasserstandsdauer – als auch von baukonstruktiven Merkmalen abhängig sind. Dabei lassen sich innerhalb des Schadenstyps "Feuchte- und Wasserschäden" verschiedene charakteristische Schadensbilder abgrenzen. Neben den im Zusammenhang mit einer Überflutung am häufigsten auftretenden klassischen Schäden (Bild A), welche insbesondere technische Trocknungsverfahren erforderlich machen, spielen auch Schäden an wasser- und feuchteempfindlichen Baumaterialien und -konstruktionen eine Rolle (Bilder B, C und D). Die Folgen des Aufschwimmens von Baukonstruktionen sind in Bild E zu sehen. Aber auch die Zerstörung einer massiven Trennwand (Bild F) oder die Überlastung von Bauteilen (Bild G) aufgrund der durch den Wassergehalt erhöhten Eigenlast sind typische Schadensbilder. Grundsätzlich kann vor allem bei Nichtwohngebäuden die Haustechnik einen beträchtlichen Anteil an der Gesamtschadenssumme einnehmen (Bild H).

Bissolli et al. 2010



A: Durchfeuchtung von Bauteilen

(hier: Wand- und Fußbodenkonstruktion)



B: Zerstörung wasserempfindlicher Bauteile

(hier: Anhydritestrich)



C: Zerstörung wasserempfindlicher Bauteile

(hier: leichte Trennwand aus Gipskarton)



D: Zerstörung wasserempfindlicher Bauteile

(hier: Deckenbekleidung und Deckenschüttung (Stroh-/Lehmgemisch))



E: Aufschwimmen von Baukonstruktionen und Zerstörung von Inventar

(hier: aufgeschwommene Fußbodenkonstruktion)



F: Zerstörung massiver Bauteilen aufgrund hydrostatischen Druck

(hier: Trennwand aus Kalksandstein)



G: Bauteilüberlastung durch erhöhte Eigenlast

(hier: überflutete Holzbalkendecke)



H: Beschädigung der Haustechnik

(hier: überflutete Heizungsanlage)

Abbildung 19: Ausgewählte typische Schadensbilder infolge der Überflutungsereignisse an der Neiße 08/2010 (Quelle: Nikolowski et al. 2012b)

3.3.2 Untersuchungsansatz

Basierend auf der Gebäudetypologie eines definierten Untersuchungsgebietes werden für jeden quantitativ relevanten Gebäudetypen spezifische Wasserstand-Schaden-Beziehungen entwickelt. Die Arbeitsmethodik bedient sich dabei einer synthetischen Vorgehensweise, bei der fachkundige Schadensschätzer die durch definierte Wasserstandhöhen hervorgerufenen Substanzschäden kalkulieren. Grundlage dafür sind detaillierte baukonstruktive und nutzungsspezifische Analysen charakteristischer Repräsentanten.

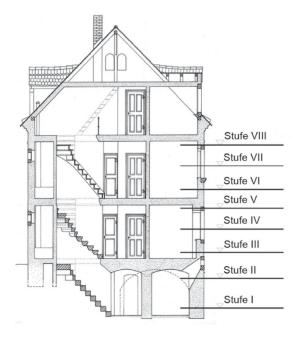
Bildung von Stufenweise Typologische Schadenstypen bei Gebäudematrix Repräsentanten synthetische Flutung überfluteten Gebäuden Tvp 1: Feuchte- und Wasserschäden Statisch relevante Schäden Typ 3: Schäden durch Wasserstand-Schaden-Mengenermittlung und Definition Instand-Kontamination Beziehung Monetarisierung setzungstechniken

Abbildung 20: Methodik zur Ermittlung von Wasserstand-Schaden-Beziehungen (Quelle: Naumann et al. 2009)

Im folgenden Schritt werden an den ausgewählten Gebäuden Wasserstände bestimmter Höhen definiert und stufenweise synthetisch geflutet (Abbildung 21). Dabei werden signifikante Leistungsbereiche für die bauliche Instandsetzung nach Überflutungsereignissen sinnvoll abgegrenzt und so eine Bündelung der zu erwartenden Schäden innerhalb speziell angesetzter Überflutungsstufen erzeugt. Nach einem Hochwasserereignis können eine Vielzahl von verschiedenen Schadensbildern an der Gebäudesubstanz identifiziert werden, welche sich grundsätzlich drei wesentlichen Schadenstypen zuordnen lassen:

- Schadenstyp I: Feuchte- und Wasserschäden
- Schadenstyp II: Statisch relevante Schäden
- Schadenstyp III: Kontaminationen

Feuchte- und Wasserschäden treten zwingend bei jedem Flutereignis auf, wobei ihnen alle Schadensbilder zuzuordnen sind, welche auf in das Gebäude eindringendes Oberflächen- oder Grundwasser oder auf hochwasserbedingten Rückstau in Kanalisationssystemen zurückzuführen sind. Die Durchfeuchtungen resultieren aus kapillarer Wasseraufnahme, Wasserdampfdiffusion in den Porenräumen sowie aus der hygroskopischen Aufnahme von Wasserdampf. Leicht erkennbare, typische Schadensbilder sind sichtbare Durchfeuchtungen, Wasserstandlinien, Salzausblühungen, Quellverformungen und abplatzende Beschichtungen. Bei nicht fachgerechter Beseitigung der Schäden nach den Anerkannten Regeln der Bautechnik können Folgeschäden durch Schimmelpilzbefall, pflanzliche Holzschädlinge und Korrosion die betroffenen Konstruktionselemente dauerhaft schädigen.



Überflutungsstufe	Höhenkote
_	30 cm über OKFF Keller
Ш	30 cm unter UK Decke Keller
III	10 cm über OKFF Erdgeschoss
IV	100 cm über OKFF Erdgeschoss
V	30 cm unter UK Decke Erdgeschoss
VI	10 cm über OKFF 1. Obergeschoss
VII	100 cm über OKFF 1. Obergeschoss
VIII	30 unter UK Decke 1. Obergeschoss

Abbildung 21: Stufenmodell der synthetischen Flutung (Quelle: Naumann et al. 2009)

Eine große Vielfalt an möglichen Schadensbildern ist dem Schadenstyp "statisch relevante Schäden" zuzuordnen. Sie reichen von Gründungsschäden über Schäden durch hydrostatischen Druck und Auftrieb bis hin zu hochwasserbedingten Überlastungen von Bauteilen. Sehr hohe Schäden verursachen dabei Hochwasser mit hohen Fließgeschwindigkeiten und der damit verbundenen Wirkung des Treibgutes, wie sie besonders an Gebirgsflüssen vorkommen können. Gebäudeschäden sind dort oft auf Unterspülungen der Gründungen oder den Anprall von Punktlasten, wie beispielsweise Baumstämme und andere schwere Schwimmgüter, zurückzuführen. Die neben dem hydrostatischen Druck und Auftrieb, infolge von Wasserstanddifferenzen zwischen Bauwerk und Umgebung, wirkenden hydrodynamischen Kräfte können zu Setzungen, Teileinstürzen oder dem Verlust der Standsicherheit des gesamten Gebäudes führen. Zahlreiche Faktoren wie Fließgeschwindigkeit, Geschiebetransport, Wasserstanddifferenzen oder Baugrundverhältnisse beeinflussen entscheidend

die Höhe der Schäden. Derzeit werden am IÖR Methoden und Verfahren entwickelt, mit deren Hilfe zukünftig die Substanzschäden infolge hydrodynamischer Hochwassereinwirkungen ebenfalls Exante prognostiziert werden können.

Kontaminationen des Flutwassers werden unter anderem durch Fäkalien überfluteter Kläranlagen und der Kanalisation, sowie durch Industrieabwässer oder Heizöl aus aufgeschwemmten und ausgelaufenen Öltanks hervorgerufen. Das Schadensausmaß und die Schadenintensität des Schadenstyps III "Kontaminationen" hängt auch hier maßgeblich von der Wasserstandhöhe, der Einwirkungsdauer und nicht zuletzt von der Qualität und Quantität des Schadstoffgehaltes ab.

Auf der Grundlage einer exemplarisch genauen Mengenermittlung entstehen Leistungsverzeichnisse, welche die notwendigen Instandsetzungsleistungen für jede Überflutungsstufe nachvollziehbar gliedern und durch einheitliche Kostenansätze bewerten. Ausgangssituation für die Monetarisierung von Hochwasserschäden ist der mangelfreie Baubestand vor dem Flutereignis, da die Beseitigung bereits vor der Überflutung bestehender baulicher Mängel nicht den Wiederherstellungskosten zuzuordnen ist. Grundsätzlich werden in den Leistungsverzeichnissen so genannte "modifizierte Wiederherstellungskosten" kalkuliert.

Leistungsverzeichnis:		
EE4 - Einzeln stehendes EEU der Bauzeit zwischen	1019	1015

Stufe	Pos	Menge	Einh	Leistung	Einheitspreis [€]	Gesamtpreis [€]
VI ca. 1	0 cm ü	ber OKFF	1.0G			
Bauwe	rkstroc	knung				
V	l 002	?		Bauaustrocknung Trocknung der überfluteten Bereiche, inkl. Kontrolle, Auf- und Abbau		
		27.73	3 m²	techn. Trocknung mittels Kondensationstrocknungsgeräten und Ventilatoren; im Winterfall inkl. Elektrowarmlufterhitzer	28.86	800.29
Fussbo	denau	fbau / De	cke 1.0	G		
V	I 003	\$		Deckenkonstruktion abbrechen in Container laden und abfahren, inkl. Gebühren, Handarbeit		
		41.82	2 m²	Deckenaufbau abbrechen Holzbalkendecke als Einschubdecke mit Auffüllung und Dielenboden bzw. schwimmendem Estrich / Trocken- estrichelementen	19.50	815.49

Abbildung 22: Auszug aus einem Leistungsverzeichnis für den Gebäudetyp EE 4 (Quelle: Naumann et al. 2009)

394.07.21

Diese berücksichtigen eine fachgerecht geplante Ausführung aller Instandsetzungsleistungen nach den Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik zum Instandsetzungszeitpunkt. Unter diesem Gesichtspunkt können Wiederherstellungsleistungen nach einem Hochwasser insbesondere bei älteren Gebäuden zu einer Qualitätsverbesserung beziehungsweise Wertsteigerung führen, da der reinen Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes veränderte, zum Teil auch gesetzlich verankerte, Anforderungen entgegen stehen. Hier sei beispielhaft die Wärmedämmung eines Gebäudes genannt. Die verwendeten Kostenansätze zur Monetarisierung der Hochwasserschäden sind einschlägiger Fachliteratur zur Kostenplanung¹⁸ entnommen. In begründeten Fällen, in denen nur unzureichende Ansätze vorliegen, werden Experteninterviews mit Fachingenieuren zur sachverständigen Prognose von gewerkespezifischen Wiederherstellungskosten geführt.

¹⁸ Vergleiche Schmitz et al. 2008

Mit Hilfe der Leistungsverzeichnisse werden die modifizierten Kosten zur Wiederherstellung ermittelt und gegliedert. Den zuvor berechneten Mengen werden die jeweiligen Kostenkennwerte zugeordnet und der Gesamtpreis ermittelt. Aus den absoluten Kosten werden anschließend die, jeweils auf die Grundfläche des Gebäudes bezogenen, relativen Kosten bestimmt. Der Bezug auf die Grundfläche gewährleistet die Vergleichbarkeit der Sanierungskosten, da diese bei der Flächenidentifizierung durch Luftbilder und digitale Karten eine schnelle und einfach zu ermittelnde Gebäudekenngröße darstellt.

3.3.3 Wasserstand-Schaden-Beziehungen

Als ein wesentliches Ergebnis der synthetischen Schadensanalysen entstehen Wasserstand-Schaden-Beziehungen für ausgewählte Repräsentanten der wesentlichen Gebäudetypen. Darauf aufbauend können mögliche Anpassungsmaßnahmen implementiert und deren Auswirkung auf die Wasserstands-Schaden-Funktion abgebildet werden.

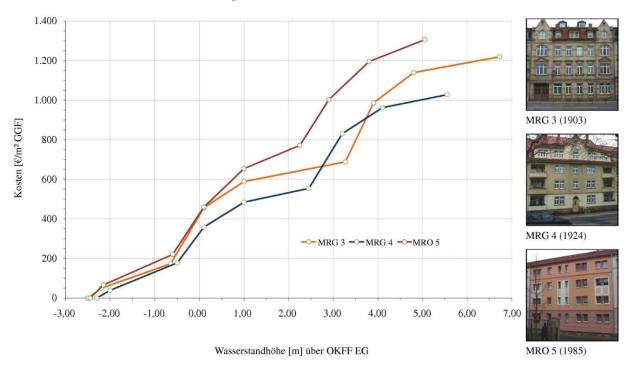


Abbildung 23: Synthetische Wasserstand-Schaden-Beziehungen für verschiedene Gebäudetypen (Quelle: Naumann et al. 2009, modifiziert)

3.3.4 Anwendung der Wasserstand-Schaden-Beziehung zur Ermittlung von Anpassungsmaßnahmen

Abbildung 24 zeigt die qualitativen Veränderungen im Verlauf der Wasserstand-Schaden-Beziehung für mögliche Anpassungskonzepte. In Abbildung 24a sind die Effekte von Maßnahmen, welche die Resilienz von Gebäuden erhöhen, durch einen verringerten Anstieg der Funktion gekennzeichnet. Der Funktionsverlauf in Abbildung 24b kennzeichnet eine Reduzierung der Schäden bis zu einer definierten Überflutungshöhe durch resistente Maßnahmen wie Dammbalkensysteme. Mit dem Überschreiten der definierten Überflutungshöhe (der so bezeichneten Einlaufschwelle) werden die Effekte der Maßnahme jedoch aufgehoben. Abbildung 24c verdeutlicht den Wirkungsmechanismus des Ausweichens mit dem veränderten Ansatzpunkt der Schadensfunktion, was bei gleichem Wasserstand einen geringeren Schaden zur Folge hat.

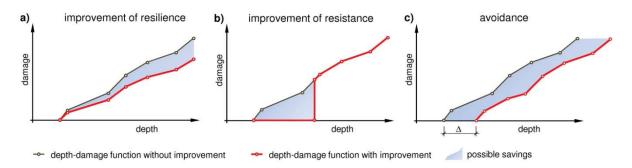


Abbildung 24: Qualitativer Einfluss von Anpassungsmaßnahmen auf die Wasserstand-Schaden-Beziehung (Quelle: Naumann et al. 2010)

Durch die detaillierte Beschreibung der Schadensprozesse vom Gebäude als Gesamtsystem bis hin zum baukonstruktiven Detail können auch Kombinationen verschiedener Anpassungsmaßnahmen untersucht werden. Hiermit kann eine in der Wirkung optimale Reduzierung der Schadenshöhe erreicht werden. Abbildung 25 zeigt einen möglichen qualitativen Verlauf einer Wasserstand-Schaden-Beziehung durch die Kombination unterschiedlicher Maßnahmen. Durch den Verzicht z. B. auf die Unterkellerung eines Gebäudes wird die Gesamtfunktion nach rechts verschoben. Das Berücksichtigen resilienter Maßnahmen lässt die Funktion zusätzlich geringer ansteigen und das Umsetzen resistenter Maßnahmen definiert eine Überflutungshöhe, bis zu der lediglich geringe Schäden entstehen.

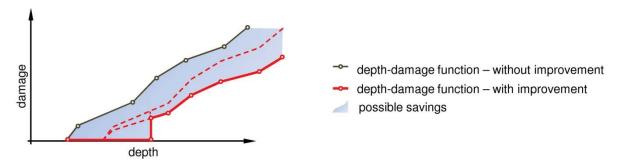


Abbildung 25: Veränderung des Verlaufs der Wasserstand-Schaden-Beziehung durch eine Kombination unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen (Quelle: Naumann et al. 2010)

3.4 Einwirkung Starkregen

3.4.1 Häufige Schadensursachen und Schadensmechanismen

Die Auswertung der in REGKLAM analysierten Schadensfälle zeigt, dass intensive Niederschlagsereignisse an bestehenden Gebäuden zu Schäden führen, welche bei gleicher Baualtersstufe und vergleichbaren Baukonstruktionen vielfach identische, zumindest jedoch vergleichbare Ursachen und Mechanismen aufweisen. Für die jeweiligen Schadensfälle können so maßgebende schadensverursachende Bauteile abgegrenzt werden, die eine Vergleichbarkeit und Bewertung ermöglichen. Im Ergebnis der Untersuchungen sind dabei für Gebäude der Bauzeit nach 1990 die in der nachfolgenden Abbildung gekennzeichneten Bauteile der Gebäudehülle von besonderer Relevanz.

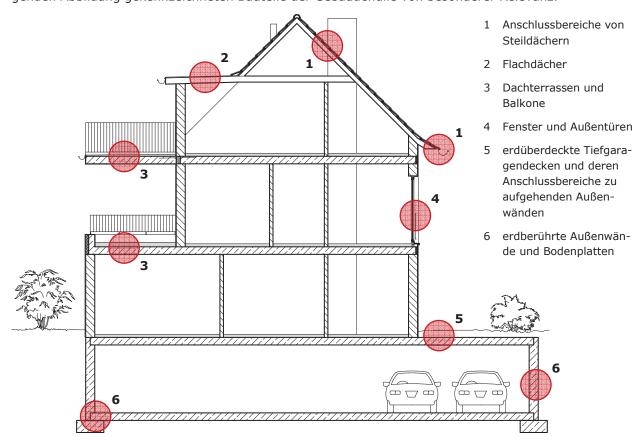


Abbildung 26: Vertikalschnitt eines mehrgeschossigen Gebäudes mit Tiefgarage; Kennzeichnung typischer Schadensschwerpunkte der Gebäudehülle gegenüber der Einwirkung >intensiver Niederschlag<; Abbildung schematisch, ohne Maßstab.

An Steildächern zeigt sich eine erhöhte Schadensneigung insbesondere in Bereichen von Durchdringungspunkten (Dunstrohre, Schornsteine), Kehlen und Traufen sowie an Sondereinbauten im Dachgeschoss (Gaupen, Zwerchhäuser). Flachdächer, Dachterrassen und Balkone sind hingegen aufgrund einer flächigen Verteilung von eindringendem Wasser häufig deutlich umfangreicher geschädigt. Unter den erdberührten Bauteilen weisen sowohl Außenwände als auch Bodenplatten und erdüberdeckte Tiefgaragendecken charakteristische Schäden auf. Im sanierten Altbau ist eine Schadenshäufung insbesondere an nachträglichen Einbauten im Dachgeschoss (Gaupen, Dachterrassen) sowie an erdberührten Außenwänden feststellbar.

3.4.2 Untersuchungsansatz

Ausgehend von den identifizierten Schadensmechanismen werden nachfolgend Hinweise zur Abgrenzung von Verletzbarkeitsklassen gegeben. Hierbei ist zu beachten, dass eine Klassifizierung von Bauteilen bzw. ganzer Gebäude hinsichtlich ihrer Verletzbarkeit gegenüber Starkregenereignissen von einer Vielzahl baulicher, struktureller sowie auch organisatorischer Randbedingungen ab-

hängig ist. Im Gegensatz zu anderen klimabedingten Einwirkungen wie Hagel oder Überschwemmungen schädigt ein Starkregenereignis intakte, mangelfreie Baukonstruktionen gewöhnlich nur geringfügig. Im Regelfall entstehen Gebäudeschäden dadurch, dass Niederschlagswasser an bestehenden lokalen Mangelpunkten der Gebäudehülle in die Konstruktion eindringen kann. Aus diesem Grund ist die Verletzbarkeit von Bauteilen und Gebäuden gegenüber Starkregenereignissen hauptsächlich durch das Risiko für Mängel an der Konstruktion gekennzeichnet. Weiterhin stellen das mögliche Schadensausmaß bzw. die -intensität sowie der hieraus entstehende Instandsetzungsaufwand maßgebende Kriterien dar.

Vor diesem Hintergrund wird für die Bewertung der Verletzbarkeit ein bauteilspezifischer Untersuchungsansatz empfohlen, welcher ergänzend sowohl Qualitätsanforderungen als auch Standortmerkmale berücksichtigt. Ein entsprechender Untersuchungsansatz ist in der nachfolgenden Abbildung schematisch dargestellt.



Abbildung 27: Schematische Darstellung des bauteilspezifischen Untersuchungsansatzes für die Bewertung der Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Starkregen

3.4.3 Klassifizierung von Bauteilen

Im Fokus der Analysen zur Bewertung der Verletzbarkeit sollten die maßgebenden Bauteile des Gebäudes mit direktem Bezug zur Einwirkung Starkregen stehen. Diese Bauteile bzw. Bauteilgruppen sind in Abbildung 27 mit der Ordnungszahl 2 gekennzeichnet. Wie anhand von Untersuchungen belegt wurde, kann jedes dieser Bauteile (2.1 bis 2.6) die Verletzbarkeit des Gesamtgebäudes erheblich beeinflussen. Aus diesem Grund ist eine getrennte Beurteilung der einzelnen Bauteile hinsichtlich ihrer Verletzbarkeit notwendig.

Wesentliche Bewertungskriterien für die Bauteile und Bauteilgruppen stellen dar:

- die Komplexität der Bauteilgeometrie (Versprünge und Versätze in Grundriss und Schnitt; Anzahl von Anschlüssen und Durchdringungen),
- die Exposition und Größe des Bauteils (Möglichkeiten zum konstruktiven Witterungsschutz),
- Maßnahmen zur gezielten und sicheren Wasserableitung (Gefälleausbildung, Dimensionierung von Querschnitten, Durchlässigkeit von Schichtenfolgen, Verweildauer),
- Art und Intensität der Nutzung sowie
- Art und Qualität der verwendeten Materialen und Bauprodukte (feuchteresistente Materialien).

Die Schadensneigung der Konstruktionen und damit auch die Verletzbarkeit gegenüber der Einwirkung Starkregen steigen dabei:

- mit zunehmender Komplexität der Bauteilgeometrie,
- mit zunehmender Größe des Bauteils,
- mit zunehmender Intensität der Nutzung,

- mit abnehmender Wartungs- und Reinigungsintensität sowie
- mit abnehmender Einsehbarkeit und Zugänglichkeit des Bauteils.

Umfang und Intensität der daraus resultierenden Feuchteschäden können stark variieren und werden von weiteren Randbedingungen beeinflusst. So steigt das Schadensausmaß:

- mit zunehmender Größe des Bauteils ohne konstruktive Trennung (z. B. Flachdächer ohne Unterteilung in separate Entwässerungssegmente),
- mit abnehmender Effektivität der Entwässerungseinrichtungen,
- mit zunehmendem Grad der Integration/Vernetzung in das Gebäude sowie
- bei systematischen Mängeln im Gegensatz zu lokalen Mängeln.

Als konkrete Anhaltspunkte zur Klassifizierung von Bauteilen hinsichtlich ihrer Verletzbarkeit gegenüber Starkregen wird nachfolgend für ausgewählte Planungsentscheidungen die Schadensneigung der Konstruktionen qualitativ angegeben. Die Bearbeiter gehen dabei von einem optimistischen Standpunkt aus, wonach die Planung und Ausführung grundsätzlich fachgerecht, entsprechend den Allgemein anerkannten Regeln der Technik erfolgen.

Insofern beziehen sich die in die nachfolgende Tabelle aufgenommenen Bewertungskriterien im Wesentlichen auf Entwurfsentscheidungen des Planers bzw. Vorgaben des Bauherrn. Die Einschätzung der Verletzbarkeit berücksichtigt dabei auch Umfang und Intensität möglicher Folgeschäden und basiert vornehmlich auf der Auswertung der untersuchten Schadensfälle.

Tabelle 3: Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Dachterrassen und Balkonen.

Dachterrassen	und Balkone			
Bewertungs- kriterien	Verletzbarkeit gering			hoch
Schichtenfolge		hohes Wasserab- leitvermögen; etwa durch auf- geständerten Plattenbelag mit Fugenkreuzen oder Holzroste	Plattenbelag im Splittbett; Elie- senbeläge mit Verbundabdich- tung und Flä- chenabdichtung nach DIN 18195	Durch Frost-Tau- Wechsel gefähr- dete Schichten- folgen
Gefälle		2 %		ohne Gefälle
Randaufkantung an Türanschlüs- sen	15 cm über OK Nutzschicht	5 cm über OK Nutzschicht mit Entwässerungs- rinne und/oder Vordach	2 cm über OK Nutzschicht mit Entwässerungs- rinne und/oder Vordach	keine Aufkantung der Abdichtung; Entwässerungs- rinne und/oder Vordach
Notüberlauf	frei über die Fas- sade mit Ableit- vorrichtung	frei über die Fas- sade	in separate innen liegende Entwäs- serungsleitung	innen liegend, gemeinsam mit Ablauf
Durchdringungen	keine Durchdrin- gungen der Flä- chenabdichtung	geringe Anzahl von Durchdrin- gungen	mittlere Anzahl von Durchdrin- gungen	hohe Anzahl von Durchdringungen

Tabelle 4: Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Steildächern.

Steildach						
Bewertungs- kriterien	Verletzbarkeit gering hoch					
Nutzung des Dachgeschosses	keine Nutzung	untergeordnete Nutzung	Wohnnutzung	hochwertige Nutzung		
Dachausbau	unausgebautes Dachgeschoss	belüftetes Dach (Kaltdach)	unbelüftetes Dach (Warmdach)			
Regeldachneigung (RDN)	RDN um mehr als 5° überschritten	RDN des Deck- werkstoffes ein- gehalten	RDN unterschrit- ten; Zusatzmaß- nahmen gemäß Regelwerk des ZVDH ausgeführt	RDN unterschrit- ten; Zusatzmaß- nahmen unzu- reichend		
Dachentwässe- rung	vorgehängte Dachrinne mit Rinnenheizung	vorgehängte Dachrinne	innen liegende Rinne mit Sicher- heitsrinne und Überlauf ins Freie	innen liegende Rinne mit Über- lauf ins Freie		
Entwässerungs- führung		jeder Rinnenab- schnitt direkt in mindestens ein außen liegendes Fallrohr einge- bunden	Entwässerung von Dachgaupen und Sonderein- bauten zunächst auf die Dachflä- che	innen liegende Entwässerungs- führung (Fallroh- re)		
Durchdringungen	keine Durchdrin- gungen der Dachhaut	geringe Anzahl von Durchdrin- gungen	mittlere Anzahl von Durchdrin- gungen	hohe Anzahl von Durchdringungen		
Anschlusshöhe und Überbinde- maße von Verble- chungen		Anforderungen gemäß ZVDH eingehalten				
Sondereinbauten im Dach	keine Sonderein- bauten	Dachflächenfens- ter und Lichtkup- peln in der Dach- ebene	Gaupen und Zwerchhäuser	Nutzflächen im Dacheinschnitt (z. B. Dachterras- sen)		

Tabelle 5: Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von erdberührten Bauteilen.

Erdberührte Bauteile					
Bewertungs- kriterien	Verletzbarkeit gering hoo				
Art der Wasser- einwirkung		Bodenfeuchte und nicht stauendes Wasser	aufstauendes Wasser	drückendes Wasser	
Bauteilgeometrie	einfach kubischer Baukörper	einfache Geomet- rie	komplexe Geo- metrie	sehr komplexe Geometrie	
Öffnungen	keine Öffnungen	druckwasserdich- te Lichtschächte mit Anbindung an Entwässerungs- leitung	Lichtschächte mit funktionsfähiger Entwässerung	Muldenausbildung vor Öffnungen	

Tabelle 6: Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Flachdächern.

Flachdach	Flachdach					
Bewertungs- kriterien	Verletzbarkeit gering			hoch		
Gefälle		2 %		ohne Gefälle		
Länge der Ent- wässerungswege	≤ 3,00 m	≤ 5,00 m	≤ 8,00 m	> 8,00 m		
Abdichtung		2-lagige Flächen- abdichtung aus hochwertigem Bahnenmaterial; WU- Konstruktionen	1-lagige Flächen- abdichtung aus hochwertigem Bahnenmaterial			
Randaufkantung an Türanschlüs- sen	15 cm über OK Nutzschicht	5 cm über OK Nutzschicht mit Entwässerungs- rinne und/oder Vordach	2 cm über OK Nutzschicht mit Entwässerungs- rinne und/oder Vordach	keine Aufkantung der Abdichtung; Entwässerungs- rinne und/oder Vordach		
Notüberlauf	frei über die Fas- sade mit Ableit- vorrichtung	frei über die Fassade	in separate innen liegende Entwäs- serungsleitung	innen liegend, gemeinsam mit Ablauf		
Durchdringungen	keine Durchdrin- gungen der Flä- chenabdichtung	geringe Anzahl von Durchdrin- gungen	mittlere Anzahl von Durchdrin- gungen	hohe Anzahl von Durchdringungen		
Nutzung	betretbar zu Rei- nigungs- und Wartungszwe- cken	untergeordnete Nutzung	uneingeschränkt begehbar; inten- sive Nutzung			
Begrünung	keine Begrünung	Bekiesung	extensive Dach- begrünung	intensive Dach- begrünung		

Tabelle 7: Ausgewählte Bewertungskriterien für die Verletzbarkeit von Fassaden, Fenstern und Türen.

Fassaden, Fens	Fassaden, Fenster und Türen					
Bewertungs- kriterien	Verletzbarkeit gering			hoch		
konstruktiver Feuchteschutz von Fassaden		Vorhangfassaden vor exponierten Fassadenflächen	großer Dachüber- stand;			
rissarme Bauwei- sen von Außen- wänden		homogener Mate- rialeinsatz				
robuste Fassa- denmaterialien	verputztes Voll- ziegelmauerwerk			Wärmedämmver- bundsysteme		
konstruktiver Feuchteschutz von Fenstern und Türen		Wetterschenkel an Fenstern und Türen; Regen- schutzschienen	Markisen, Rolllä- den, Fensterläden			
Lage der Fenster und Türen in der Fassade		tief in der Laibung	bündig mit der Fassadenflucht	aus der Fassa- denflucht hervor- stehend		
Ausrichtung		Südost	Nordost; Südwest	Nordwest		

Ein weiterer wesentlicher Faktor bei der Bewertung von Feuchteschäden infolge intensiver Niederschläge ist der wirtschaftliche Aufwand, welcher erforderlich ist, um die entstandenen Schäden zu beheben. Die Höhe des Instandsetzungsaufwandes steigt dabei:

- mit abnehmender Zugänglichkeit des Schaden verursachenden Bauteils und der geschädigten Bauteilbereiche,
- mit zunehmendem Schadensumfang sowie
- mit abnehmender Redundanz innerhalb des Gesamtsystems (z. B. Traglastreserven, auskömmlich bemessene Anschlusshöhen).

Je nach der Lage des Schaden verursachenden Bauteils und der geschädigten Bereiche im Gebäude variiert der Instandsetzungsaufwand erheblich. Dabei ist es von Bedeutung, ob die Schadensbereiche direkt erreicht werden können oder ob zur Gewährleistung der Zugänglichkeit Gerüste bzw. Baugruben erforderlich werden. Entscheidend beeinflusst wird der Instandsetzungsaufwand jedoch von der Notwendigkeit zum Rückbau von Konstruktionen. Dies ist der Fall, wenn die Schadensbereiche durch weitere Schichtenfolgen, insbesondere bei hochwertigen Ausführungen, überdeckt werden. Bei technischen Installationen im Gebäude ist deren fehlerfreie Funktion unerlässlich, um Feuchteschäden durch Starkregenereignisse vorzubeugen. Dieser Punkt umfasst insbesondere Hebeanlagen und Rückstausicherungen, aber auch Verschattungseinrichtungen wie Rollläden und Markisen, die gleichzeitig dem Witterungsschutz dienen. Maßgebende Bewertungskriterien, welche die Verletzbarkeit technischer Installationen beschreiben, können jedoch bisher nicht fundiert abgegrenzt werden, weshalb eine entsprechende Zuordnung zunächst nicht erfolgt.

3.4.4 Einfluss von Planung, Ausführung und Wartung

Planung und Ausführung

Der Einfluss der Planung und Bauausführung auf die Verletzbarkeit von Bauteilen und Gebäuden ist naturgemäß hoch. So werden durch den Gebäudeplaner wesentliche Vorgaben zur baukonstruktiven Durchbildung erarbeitet. Insofern bestehen bereits hier Möglichkeiten, durch eine Auswahl geeigneter Materialen und Detaillösungen die Anfälligkeit der Konstruktionen zu reduzieren. Werden hingegen keine detaillierten Vorgaben zur Ausführung baukonstruktiver Details getroffen, so führt dies häufig dazu, dass wesentliche Ausführungsdetails planerisch überhaupt nicht bzw. nur

unzureichend durchdacht werden und schließlich die ausführenden Unternehmen eigene, mehr oder weniger fachgerechte Lösungen umsetzen.

Wie anhand der durchgeführten Untersuchungen festgestellt wurde, ist eine Vielzahl der Schadensfälle, neben mangelhaften oder unzureichenden Planungsvorgaben, auf eine nicht fachgerechte Bauausführung zurückzuführen. Dabei sind insbesondere Detailanschlüsse häufig mangelhaft ausgebildet. Weiterhin zeigt sich, dass Mängel vielfach auch an Schnittstellen zwischen verschiedenen Gewerken auftreten.

Die Qualität der Planung und Bauausführung ist mit objektiven Bewertungskriterien im Vorfeld bzw. im Nachgang ohne vertiefende Erkenntnisse zur Bausubstanz nur schwer zu beurteilen. Aus diesem Grund sollte im Rahmen von Baumaßnahmen besonderer Wert gelegt werden auf:

- die Präqualifikation von Planern und ausführenden Firmen,
- die Schnittstellenkoordination verschiedener Gewerke,
- einen hohen Detaillierungsgrad der Planung, der Bau- und Leistungsbeschreibungen sowie
- eine wirksame Qualitätssicherung während der Bauausführung.

Wartung und Instandhaltung

Regelmäßige Kontrollen mit kontinuierlicher Wartung und Instandhaltung bilden eine Grundvoraussetzung um die Funktionsfähigkeit der Bauteile oder einzelner Schichtenfolgen über einen längeren Zeitraum sicherzustellen. Mit Bezug zur Einwirkung Starkregen sind dabei vor allem folgende Leistungen von besonderer Relevanz:

- I regelmäßige Inspektion von Dachdeckungen hinsichtlich Beschädigungen oder Fehlstellen;
- II turnusmäßige Reinigung und Wartung von Entwässerungseinrichtungen (Dachrinnen und Regenwasserfallleitungen);
- III regelmäßige Sichtkontrollen von Fassaden (z. B. hinsichtlich Rissbildern);
- IV turnusmäßige Erneuerung der Beschichtung von Holzbauteilen und Fassadenflächen;
- V regelmäßige Wiederholung der Feinjustierung von Fenstern und Türen (insbesondere bei niveaugleichen Türen mit Sondermechanismen zum verbesserten Feuchteschutz);
- VI Erneuerung verwitterter bzw. nicht mehr funktionsfähiger Dichtungsmaterialien (z. B. elastische Anschlussfuge von Verblechungen und Holzbauteilen; Fensterdichtungen);
- VII wiederkehrende Funktionsprüfung von Drainanlagen;
- VIII Reinigung und Inspektion von Lichtschächten und deren Entwässerungssystemen.

Die spätere Wartung und Inspektion der Bauteile sollte bereits im Rahmen der Planung berücksichtigt werden. Hierbei ist besonderer Fokus auf eine einfache Zugänglichkeit der zu wartenden Objekte sowie auf Möglichkeiten zur lokalen Instandsetzung geschädigter Bauteilabschnitte zu richten. Häufig empfiehlt es sich zudem, für ausgewählte Elemente Wartungsverträge mit hierfür qualifizierten Fachfirmen abzuschließen (Haustechniker, Dachdecker und Dachklempner, Tischler, Ingenieure).

Zu. II: Für Dachrinnen und Regenwasserfallleitungen werden nach DIN 1986-3 (11/2004) Inspektions- bzw. Wartungszyklen von 6 Monaten empfohlen. Die halbjährliche Inspektion und Wartung stellt dabei eine Mindestanforderung dar. Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse am Gebäude, wie beispielsweise ein umfangreicher Baumbestand mit direktem räumlichen Bezug zu den Dachentwässerungssystemen, sollten turnusmäßige Überprüfungen ggf. in noch kürzeren Zeitintervallen stattfinden. Aufgrund jahreszeitlicher Besonderheiten ist grundsätzlich eine Wartung und Inspektion im Herbst durchzuführen.

Zu. III: Rissbildungen an Fassaden, vor allem in konstruktiv ungeschützten Bereichen, erhöhen grundsätzlich deren Verletzbarkeit gegenüber Starkregen. Im Allgemeinen ist bei geputzten Fassadenflächen ab einer Rissweite von etwa 0,30 mm von einer verringerten Schlagregensicherheit auszugehen. Bei Fassaden mit feuchteempfindlichen Wärmedämmmaterialien können jedoch auch bereits geringere Rissbreiten zu einer anhaltenden Verschlechterung der Materialeigenschaften (Festigkeit, Wärmedurchlasswiderstand) führen. Aus diesem Grund wird eine regelmäßige Inspektion von Fassadenflächen empfohlen, welche neben der Überprüfung auf Rissbildungen und Putzabplatzungen auch die Kontrolle hinsichtlich Hinweisen auf lokale Schwachpunkte (Wasserlaufspuren, Ausblühungen, stark bemooste Bereiche) beinhalten sollte.

3.4.5 Einfluss des Gebäudestandortes

Die Verletzbarkeit eines Gebäudes wird neben bauteilspezifischen Problemstellungen sowie der Bauqualität auch von den äußeren Randbedingungen am Gebäudestandort beeinflusst. Wesentliche Kriterien hierbei sind:

- die umgebende Bebauung,
- die Regenspenden und klimatischen Randbedingungen am Gebäudestandort,
- die Höhe des Bauortes und des Gebäudes sowie
- die Beschaffenheit des Baugrundes.

Das Themenfeld >umgebende Bebauung< umfasst sowohl Gebäude und Gebäudeteile mit räumlichem Bezug zu den jeweils betrachteten Bauteilen als auch die Vegetation und Oberflächenbeschaffenheit in der unmittelbaren Umgebung. Die dadurch resultierende Beeinflussung des Mikroklimas hat direkte Auswirkungen auf die Verletzbarkeit. Neben Verschattungseffekten (Schlagregen) durch andere Gebäudeteile oder hoch gewachsene Bäume ist hierbei vor allem der Anteil an versiegelten bzw. unbefestigten Geländeoberflächen (oberflächig zuströmendes Wasser) zu berücksichtigen.

Regenspenden sind nach Regendauer und Jährlichkeit definierte Regenereignisse, welche als regional ausgewertete Kenngrößen vorliegen. Sie können bei der Klassifizierung der Verletzbarkeit gegenüber der Einwirkung Starkregen als Vergleichskriterium zur Bewertung unterschiedlicher Gebäudestandorte dienen. Mit einer höheren Regenspende ist dabei eine vergleichsweise höhere Verletzbarkeit verbunden. Weiterhin sind die Böigkeit sowie die Häufigkeit von Frost-Tau-Wechseln entscheidende Parameter der klimatischen Randbedingungen und daher relevante Einflussgrößen für die Bewertung. Hinsichtlich der Beschaffenheit des Baugrundes ist besonders zu prüfen, inwieweit innerhalb der Bodenschichtung hinreichend sickerfähige Stoffe vorliegen bzw. ob Wasserstauer existieren. Vor allem bei Vorliegen von Wasser stauenden Schichten oder klüftigem Felsgrund ist eine verstärkte Schadensneigung der Konstruktionen gegenüber Niederschlägen mit hohen Niederschlagssummen zu beobachten. Konstruktionen, welche direkt in zeitweise Grundwasser führende Schichten einbinden, weisen darüber hinaus naturgemäß eine höhere Verletzbarkeit auf.

3.4.6 Klassifizierung von Gebäuden

Für eine Gesamtbewertung der Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Starkregen sind, entsprechend dem gewählten Untersuchungsansatz, zunächst die wesentlichen Bauteile hinsichtlich ihrer Verletzbarkeit zu klassifizieren. Hierzu stellen die in den Tabellen 1 bis 5 beschriebenen Kriterien klare Anhaltspunkte dar. Maßgebende Einflussfaktoren sind in diesem Zusammenhang detailliert herauszuarbeiten und gegenüber untergeordneten Kriterien aufzuwerten. Die so erarbeitete Einschätzung ist unter Berücksichtigung von Angaben zur Qualität von Planung und Ausführung sowie zur Wartung und Instandsetzung der Bauteile weiter zu verifizieren.

Ausgehend von der bauteilbezogenen Klassifizierung kann eine Gesamtbewertung für das Gebäude erfolgen. Die Wichtung der für die einzelnen Bauteile ermittelten Verletzbarkeiten sollte sich an dem zu erwartenden Schadensumfang, in Verbindung mit den zu erwartenden Sanierungskosten, orientieren. Insofern ist beispielsweise einem Flachdach ohne planmäßige Gefälleausbildung und mit einer geringen Ausführungsqualität gegenüber einer Putzfassade mit wenigen Einzelrissen innerhalb der Gesamteinschätzung eine deutlich höhere Wichtung zuzuweisen. In die Gesamtbewertung müssen zudem die für den jeweiligen Gebäudestandort spezifischen Faktoren einfließen.

3.5 Einwirkung Hagel

3.5.1 Hagelcharakteristik

Um Aussagen über die Verletzbarkeit eines Gebäudes gegenüber Hagelschlag treffen zu können, muss bekannt sein, mit welcher Hagelintensität zu rechnen ist. Das entscheidende Maß dafür ist die Korngröße der einzelnen Hagelkörner, da diese maßgeblich die Fallgeschwindigkeit und die damit freigesetzte Energie beim Auftreffen des Korns auf die Oberfläche eines Bauteils beeinflusst, was das folgende Diagramm verdeutlichen soll.

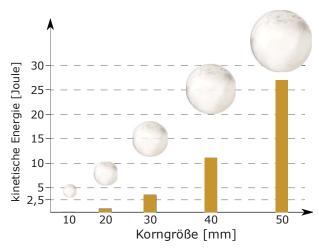


Abbildung 28: Kinetische Energie beim Aufprall eines Hagelkorns

Ist die Größe der zu erwartenden Hagelkörner bekannt, können die einzelnen, von Hagel betroffenen Bauteile auf ihre Anfälligkeit untersucht und gegebenenfalls neu bemessen werden.

3.5.2 Einordnung des Gebäudestandortes in Hagelgefährdungszonen

Da die Intensität eines Hagelereignisses bzw. die Größe der Hagelkörner in erster Linie von geografischen Gegebenheiten abhängig ist, existieren für den mitteleuropäischen Raum verschiedenste Karten über die Hagelwahrscheinlichkeit in den verschiedenen Gebieten. Dieses Kartenmaterial wurde sowohl aus meteorologischen Daten als auch aus Schadensdaten von Versicherungsgesellschaften erstellt. Da Hagelereignisse häufig nur auf einem sehr kleinen Raum stattfinden, können sie von Wetterstationen oft nicht genau erfasst werden. Schadensmeldungen der Versicherten besitzen deshalb eine große Aussagekraft, da auftretende Hagelschäden in der Regel gut dokumentiert werden. In Heft 3 der RGKLAM-Publikationsreihe – Relevante Einwirkungen auf Gebäude infolge des Klimawandels kommt man zu dem Schluss, dass statistisch gesehen in der Region Dresden Hagelereignisse mit Korndurchmessern zwischen 2 und 3 cm einmal in 50 Jahren auftreten. Dabei hat man sich stark an den Ergebnissen aus der Hagelforschung in der Schweiz orientiert. Dieses Land betreibt auf dem Gebiet Hagel einen großen Forschungsaufwand, da es aufgrund seiner geografischen Lage relativ oft von Hagelereignissen heimgesucht wird. Die Ergebnisse und Voraussagen aus unserem Nachbarland Schweiz können demnach als Gradmesser für die Einteilung Deutschlands in Hagelgefährdungszonen gesehen werden.

Die folgende Abbildung zeigt die Einteilung Deutschlands in Hagelgefährdungszonen unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Schweiz.

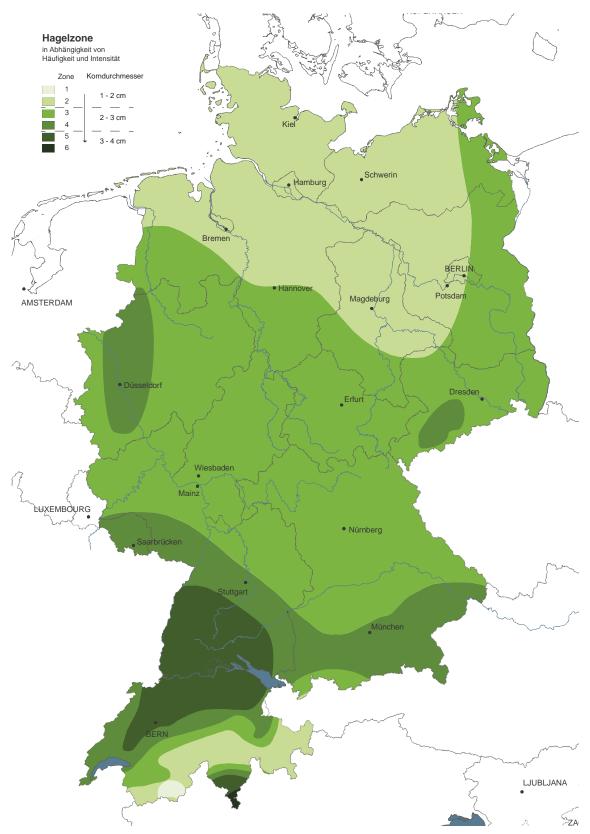


Abbildung 29: Hagelgefährdungszonen in Deutschland und der Schweiz¹⁹

Fundierte Aussagen über eine Häufung oder Intensivierung von Hagelereignissen als Folge des Klimawandels können für Dresden nicht gemacht werden. Dafür fehlen Beobachtungsdaten über

 $^{^{19}}$ Eigene Darstellung nach Münchner Rück 2011

maximal aufgetretene Hagelkorngrößen sowie Wiederkehrwahrscheinlichkeiten bestimmter Korngrößen.

3.5.3 Bauteilprüfungen zur Ermittlung des Hagelwiderstandes

Um die Anfälligkeit eines Gebäudes zu bestimmen, wird eine Einteilung der betroffenen Materialien hinsichtlich ihrer Verletzbarkeit in Bezug auf Hagelereignisse notwendig. Für einige Bauteile existieren bereits genormte Prüfverfahren zur Bestimmung des Hagelwiderstandes, welche in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet sind.

Tabelle 8: Übersicht über bereits genormte Bauprodukte

Bauteil	Norm		
Terrestrische kristalline Silizium-PV-Module	DIN EN 61215-10:1996-10, Terrestrische Photovoltaik-(PV)Module mit Silizium- Solarzellen, Bauartneigung und Bauartzulassung		
Terrestrische Dünnschicht- PV-Module	DIN EN 61215-10:1996-10, Terrestrische Photovoltaik-(PV)Module mit Silizium- Solarzellen, Bauartneigung und Bauartzulassung		
Thermische Solarkollekt- oren	DIN EN 12975-2:2006-06, Thermische Solarenergieanlagen und ihre Bauteile – Kollektoren – Teil 2: Prüfverfahren		
Dachabdichtungen	DIN EN 13583:2011-10, Abdichtungsbahnen – Bitumen-, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen – Bestimmung des Widerstandes gegen Hagelschlag		
Wärmedämmverbundsys- teme	ETAG 004:2000-03, Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für außenseitige Wärmedämm-Verbundsysteme mit Putzschicht		
Lichtkuppeln aus Kunst- stoff	DIN EN 1873:2006-03, Vorgefertigte Zubehörteile für Dacheindeckungen – Lichtkuppeln aus Kunststoff – Produktfestlegungen und Prüfverfahren		

Bei der Tabelle 8 ist allerdings zu berücksichtigen, dass die genormten Prüfungen keine Pflicht sind. Es muss also davon ausgegangen werden, dass an einem Gebäude verbaute Systeme nicht zwingend einer genormten Hagelwiderstandsprüfung unterzogen wurden. Lediglich bei Terrestrischen kristallinen Silizium-PV-Modulen und Terrestrischen Dünnschicht-PV-Modulen kann von einer Prüfung des Hagelwiderstandes ausgegangen werden. Hier wird bei einer bestandenen Hagelwiderstandsprüfung ein Zertifikat von der durchführenden Prüfstelle ausgestellt, welches von Bauherren und Planern als Voraussetzung für den Kauf eines Moduls angesehen wird.

Sämtliche nicht genormte Produkte können mittels einer von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) entwickelten standardisierten Materialprüfung untersucht und eingeordnet werden. Dabei werden die zu untersuchenden Materialien mit künstlichen Eiskugeln unterschiedlichen Durchmessers beschossen, was Hagelschlägen unterschiedlichen Ausmaßes entspricht. Die verschieden großen Eiskugeln stehen dabei für fünf Hagelwiderstandsklassen (HW), wobei die Klasse HW1 einem sehr schwachen und HW 5 einem sehr hohen Hagelwiderstand entspricht. Die von einem Bauteil erreichte Hagelwiderstandsklasse richtet sich demnach nach der maximalen Größe der Eiskugel, bei welcher das Bauteil bei einem Beschuss unbeschadet bleibt.

Weiterhin wird je nach Bauteil die Einhaltung von bis zu fünf Bauteilfunktionen überwacht:

- Wasserdichtheit
- Lichtdurchlässigkeit
- Lichtabschirmung
- Mechanik
- Aussehen

Die nachfolgende Tabelle gibt an, welche Hagelwiderstandsklasse bei einem unbeschadeten Aufprall mit bestimmtem Korndurchmesser erreicht wird.

Tabelle 9: Hagelwiderstandsklassen 1 - 5²⁰

Hagelwiderstand	Korndurchmesser [mm]	Masse des Korns [g]	Geschwindigkeit [m/s]	Klassengrenze [J]
HW 1	HW 1 10		13,8	0,04
HW 2	20	3,6	19,5	0,7
HW 3	30	12,3	23,9	3,5
HW 4	40	29,2	27,5	11,1
HW 5	50	56,9	30,8	27

Sämtliche Ergebnisse bereits durchgeführter Hagelwiderstandsprüfungen können über eine Datenbank der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (VKF) abgerufen und mit den am untersuchten Gebäude vorhandenen Materialien verglichen werden. Da in der Region Dresden mit Korndurchmessern zwischen 2 und 3 cm zu rechnen ist, benötigen die einzelnen Bauteile mindestens einen Hagelwiderstand von HW 3. Es ist zu beobachten, dass immer mehr Hersteller ihre Produkte auf diese Weise durch die EMPA zertifizieren lassen. Der Hagelwiderstand eines Bauteils, welches weder genormt noch in der Datenbank der VKF eingetragen ist, kann entweder über Vergleiche bereits durchgeführter Prüfungen ähnlicher Produkte oder durch eine Überprüfung gegebenenfalls vorliegender Zertifikate abgeschätzt werden. Die typischerweise erzielten Hagelwiderstandsklassen der gefährdetsten Bauteile für die Region Dresden können aus dem nachfolgenden Diagramm entnommen werden.

²⁰ Vergleiche Stucki und Egli 2007, Seite 26

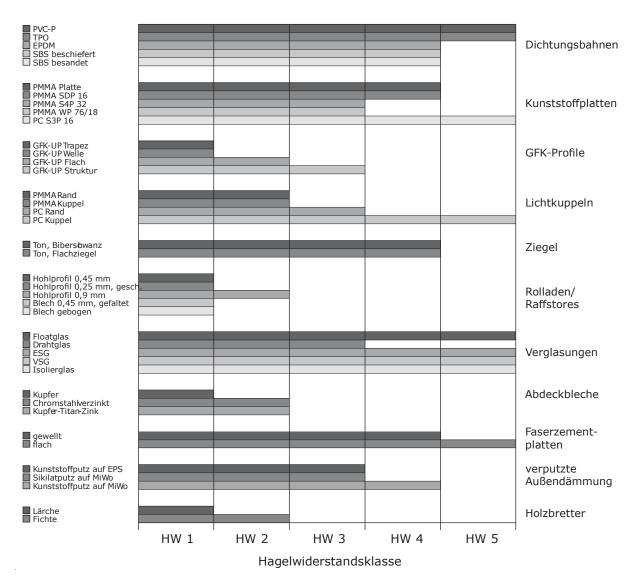


Abbildung 30: Hagelwiderstandsklassen hagelgefährdeter Bauteile²¹

3.5.4 Klassifizierung der Verletzbarkeit

Zunächst gilt es also zu unterscheiden, wie gut ein Bauteil aufgrund seines Materials und seiner Beschaffenheit gegen Hagelschlag geschützt ist. Liegt kein ausreichender Hagelwiderstand vor, ist weiterhin zu untersuchen, welche Bauteilfunktion speziell betroffen ist und auf welche Art sich das jeweilige Bauteil reparieren oder ersetzen lässt bzw. wie hoch die Gefahr von Folgeschäden durch einen Hagelschaden ist.

Die Darstellung des Gefährdungspotentials erfolgt in Form einer Klassifizierungsampel, welche sowohl Planern als auch Gebäudebesitzern einen schnellen Überblick über das untersuchte Gebäude gibt.

Neben der Betrachtung des Hagelwiderstandes der einzelnen Bauteile ist es wichtig zu wissen, wie sich ein Schaden auf die gesamte Konstruktion auswirkt. Damit ergeben sich vier weitere Bewertungskriterien, die bei einer möglichen Schädigung infolge unzureichender Hagelwiderstandsklasse von Bedeutung sind.

Diese sind die Einsehbarkeit von Schwachstellen, die Zugänglichkeit von Schwachstellen, die Materialverfügbarkeit und Personalanforderungen. Alle sieben Bewertungskriterien werden in der nachfolgenden Tabelle hinsichtlich ihrer gebäudeverletzenden Wirkung klassifiziert.

²¹ Eigene Darstellung nach Stucki und Egli 2007, Seite 31 f.

Tabelle 10: Gefährdungspotential nach der Klassifizierungsampel

B-4	sehr hohe	hohe Verletz-	mittlere Ver-	geringe Ver-	keine Verletz-
Betrachtungs- punkte	Verletzbarkeit	barkeit	letzbarkeit	letzbarkeit	barkeit
Hagelwider- standsklasse	HW 1	HW 1 bis HW 2	HW 2	HW 3	HW 4 bis HW 5
Bauteilfunktion	Wasserdicht- heit, Mechanik	Mechanik	Aussehen, Lichtabschir- mung, Licht- durchlässigkeit	х	х
Reparaturnot- wendigkeit	sofortige Repa- ratur	zügige Repara- tur	keine sofortige Reparatur	х	х
Einsehbarkeit von Schwach- stellen	keine Einseh- barkeit	Einsehbarkeit von geübten Personal	mit Aufwand einsehbar	mit geringem Aufwand ein- sehbar	ohne Probleme einsehbar
Zugänglichkeit von Schwach- stellen	sehr schwere Zugänglichkeit	schwere Zu- gänglichkeit	aufwändige Zugänglichkeit	gute Zugäng- lichkeit für ge- schultes Perso- nal	gute Zugäng- lichkeit für ge- übtes Personal
Materialverfüg- barkeit	sehr schwere Beschaffung	Verfügbar in bestimmten Firmen	Verfügbar in Fachfirmen	verfügbar im üblichen Bau- stoffhandel	Verfügbar im Lager oder Werkstatt
Personalanfor- derungen	Spezialisten	speziell ge- schultes Perso- nal	Facharbeiter	erfahrenes Personal	Laien

Nach dieser Tabelle können für die Erstellung einer Klassifizierungsampel bis zu sieben Betrachtungspunkte vorliegen, nach welchen das jeweilige Bauteil klassifiziert werden muss. Für eine endgültige Ergebnisfindung ist daher eine Wichtung der einzelnen Betrachtungspunkte unvermeidlich. Oberste Priorität hat dabei die Hagelwiderstandsklasse des jeweiligen Bauteils. Nach dieser ist die Gesamteinordnung auszurichten. Die Klassifizierung der Verletzbarkeit unterscheidet sich nur dann von der Hagelwiderstandsklasse, wenn sämtliche andere Faktoren entweder positiv oder negativ wirken. Konstruktive Details, bei welchen die verwendeten Bauteile an sich zwar einen hohen Hagelwiderstand haben, aber durch ihre Ausbildung die Verletzbarkeit des Gebäudes erhöhen könnten, müssen selbstverständlich auch als potentielle Schwachstelle bei Hagelereignissen untersucht werden (z.B. verstopfungsanfälliger Entwässerungseinlauf).

4. Anwendung der Analysen auf ausgewählte Repräsentanten

4.1 Erläuterung zum Untersuchungsumfang

In diesem Kapitel werden die in Punkt 3 beschriebenen Methoden zur Untersuchung der Verletzbarkeit von Gebäuden und Baukonstruktionen auf ausgewählte Repräsentanten angewandt. Dafür wird jede der vier Einwirkungen (Sommerhitze, Überflutung, Starkregen und Hagel) exemplarisch für ein Gebäude untersucht. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick.

Tabelle 11: Überblick über die untersuchten Repräsentanten für den Produktbericht 3.1.1c

Einwirkung	Repräsentant	Gebäudetyp
Sommerhitze	Bürogebäude Wasastraße 50, Radebeul	Nichtwohngebäude VER 6
Überflutung	Mehrfamilienhaus Postweg 32, Pirna	Wohngebäude ME 4
Starkregen	Mehrfamilienhaus Tzschimmer- straße 7, Dresden	Wohngebäude ME 7
Hagel	Bürogebäude Wasastraße 50, Radebeul	Nichtwohngebäude VER 6

Da nach Tabelle 11 ein Gebäudetyp je Einwirkung untersucht wird, soll an dieser Stelle auf die für Mitte 2013 geplante REGKLAM – Publikationsreihe, Heft 4, verwiesen werden. Darin wird jede der vier Einwirkungen an mindestens einem Wohngebäude und einem Nichtwohngebäude untersucht, um die Unterschiede zwischen den Gebäudetypen in Abhängigkeit von der jeweiligen Einwirkung zu zeigen. Weiterhin werden neben der Analyse der einwirkungsspezifischen Schwachpunkte der untersuchten Gebäude auch Empfehlungen für klimagerechte Anpassungen gegeben.

Die Auswahl umfasst Wohn- und Nichtwohngebäude, da sich die Baukonstruktion und die Nutzung zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden grundlegend unterscheiden. So geht man z.B. bei der Betrachtung des sommerlichen Wärmeschutzes nach E DIN 4108-2:2011-10 davon aus, dass Wohngebäude das ganze Jahr über an 24 Stunden pro Tag genutzt werden. Bei einem Nichtwohngebäude wird die Nutzung jedoch nur von Montag bis Freitag von 7:00 bis 18:00 Uhr angesetzt.

Tabelle 12 gibt einen Überblick über die in Heft 4 untersuchten Einwirkungen an den jeweiligen Repräsentanten.

Tabelle 12: Überblick über die untersuchten Gebäude in Heft 4

Einwirkung	Repräsentant	Gebäudetyp
Sommerhitze	Wohngebäude, Dresden - Äußere Neustadt	MRG 3
	Büro- und Geschäftshaus, Dresden - Altstadt	VER 5
	Bürogebäude, Radebeul	VER 6
	Bürogebäude, Dresden - Seevorstadt	VER 7
	Wohngebäude, Dresden - Leuben	MRO 6
Überflutung	Wohngebäude, Dresden - Striesen	ME 7
	Büro- und Geschäftshaus, Dresden - Altstadt	VER 5
	Wohngebäude, Dresden - Äußere Neustadt	MRG 3
Starkregen	Wohngebäude, Dresden - Striesen	ME 7
	Bürogebäude, Dresden - Seevorstadt	VER 7
Hagel	Wohngebäude, Dresden - Leuben	MRO 6
	Bürogebäude, Radebeul	VER 5

4.2 Nichtwohngebäude und Sommerhitze

4.2.1 Erforderliche Gebäudeparameter

Die prinzipielle Vorgehensweise zur Beurteilung der Verletzbarkeit bezüglich der Einwirkung Sommerhitze wird im Folgenden anhand eines Beispielgebäudes erläutert. Um Gebäude thermisch simulieren zu können, müssen zahlreiche Eingangsparameter recherchiert werden. Zunächst müssen die Orientierung und die Gebäudegeometrie erfasst werden. Wichtige Eingangsparameter sind die Fensterflächen, die strahlungsphysikalischen Eigenschaften der Verglasung sowie die Eigenschaften eventueller Sonnenschutzvorrichtungen. Diese beeinflussen in erheblichem Maße die solaren Energieeinträge. Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit und damit die thermische Trägheit werden insbesondere durch die raumseitigen Bauteilschichten beeinflusst. Der Wärmeeintrag über opake Bauteilflächen wird durch die Eigenschaften der Außenoberflächen, die Wärmedämmung und deren thermische Trägheit bestimmt. Folglich ist eine detaillierte Aufnahme des Gebäudes durch Begehungen und Recherchen in Archiven und Bauaktenregistern notwendig.

Das untersuchte Beispielgebäude der Baualtersklasse VER 6 befindet sich in Radebeul und ist ein Typenbau der 1970-er Jahre (vergleiche Abbildung 31). Die Längsseiten des Gebäudes sind nach Nordnordost beziehungsweise Südsüdwest orientiert. Es handelt sich um einen Stahlskelettbau mit Stahlverbunddecken und einer vorgehängten, hinterlüfteten Glasfassade. Lediglich bei den Wänden im Kellergeschoss und den Wänden der Aufzugsschächte handelt es sich um Massivkonstruktionen. Die restlichen Wände sind leichte Trennwände mit außenliegenden Purgipsschalen und einer 4 cm starken Harnstoff-Formaldehyd-Harzschaum-Füllung im Zwischenraum. Die vorhandene Speichermasse der Stahlverbunddecke mit 10 cm Stahlbeton ist durch eine zweifach abgehängte Decke sowie den Teppichfußboden thermisch weitgehend entkoppelt (vergleiche Abbildung 32).



Abbildung 31: Ansicht des untersuchten Gebäudes von Nordost.



Abbildung 32: Typischer, südorientierter Büroraum des Repräsentanten VER 6

Durch eingehende Recherche konnten der Konstruktionsaufbau und die zugehörigen Materialparameter ermittelt werden. Einen detaillierten Schnitt durch die Stahlverbunddecke, die Unterdecke sowie die vorgehängte Fassade im Ist-Zustand zeigt Abbildung 34. Die wirksame Wärmespeicherfähigkeit C_{wirk} des Gebäudes ist infolge der oben beschriebenen Stahlskelettkonstruktion und des Innenausbaus sehr gering. C_{wirk} lässt sich gemäß DIN V 4108-6:2003-06 und DIN EN ISO 13786 ermitteln. Für das vorliegende Bürogebäude ergibt sich ein Wert von circa 10 Wh/(m^2 K). Damit handelt es sich um eine leichte Konstruktion. Der minimale Wert, um eine Konstruktion als mittelschwer beurteilen zu können, liegt bei 50 Wh/(m^2 K).

Der grundflächenbezogene Fensterflächenanteil gemäß DIN 4108-2:2003-07 ergibt sich für einen typischen Nordraum zu 39 %, für einen Südraum hingegen zu 23 %. Dies sind insbesondere im Zusammenhang mit der geringen Wärmespeicherfähigkeit der Konstruktion sehr hohe Werte. Die südorientierten Büroräume verfügen als Sonnenschutz über manuell gesteuerte, außenliegende Raffstoren mit Windwächter (vergleiche Abbildung 32).

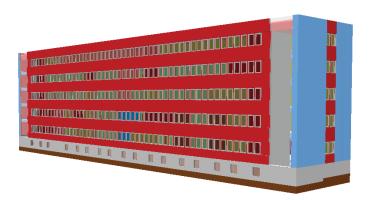


Abbildung 33: 3D-Modell zur thermischen Gebäudesimulation des Gebäudes VER 6

Mit Hilfe der ermittelten Kennwerte für Orientierung, Geometrie, Bauteilaufbauten und Materialparameter lässt sich ein Modell zur thermischen Gebäudesimulation generieren. Das 3D-Modell des beispielhaft untersuchten Bürogebäudes der Baualtersstufe VER 6 ist in Abbildung 33 dargestellt.

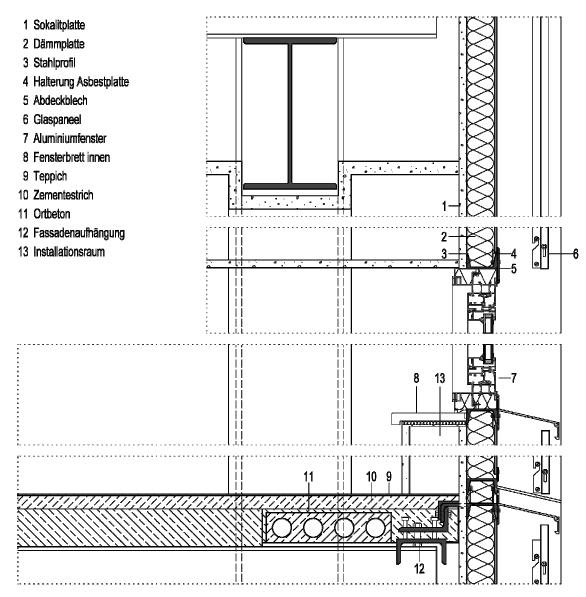


Abbildung 34: Vertikalschnitt durch die Nordfassade des Gebäudes VER 6, Maßstab 1:10

4.2.2 Simulationsrandbedingungen

Um die bauklimatische Leistungsfähigkeit verschiedener Baukonstruktionen miteinander vergleichen zu können, müssen weitere Randbedingungen wie interne Wärmeeinträge und die Möglichkeit zur Wärmeabfuhr durch Lüften einheitlich definiert werden. Dabei finden die Vorgaben gemäß E DIN 4108-2:2011-10 Verwendung. Hierin ist die Nutzungszeit eines Nichtwohngebäudes von Montag bis Freitag von jeweils 7.00 bis 18.00 Uhr festgelegt. Gemäß der Norm werden keine Feiertage und Ferienzeiten bei der Bestimmung der Übertemperaturgradstunden berücksichtigt. Da das Simulationsjahr mit einem Montag beginnen soll, ergeben sich für ein Nichtwohngebäude 261 Nutzungstage. Während der Nutzungszeit werden die internen Wärmeeinträge pauschal zu 144 Wh/(m²d) angenommen. Dieser Wert muss gleichmäßig auf die tägliche Nutzungszeit (11 Stunden) aufgeteilt werden, so dass sich 13,1 W/(m²h) ergeben. In Anlehnung an die internen Wärmegewinne innerhalb eines Gruppenbüros nach DIN V 18599 werden die sensiblen Wärmegewinne durch Personen zu 5,55 W/m² und die sensiblen Wärmegewinne durch Geräte zu 7,55 W/m² angenommen. Der Grundluftwechsel innerhalb der Nutzungszeit ist in der Norm nach folgender Gleichung festgelegt:

$$n = \frac{4 m^3}{h \cdot m^2} \cdot \left(\frac{A_C}{V}\right) \quad \text{[h-1]}$$

 A_G : Grundfläche

V: Nettoraumvolumen

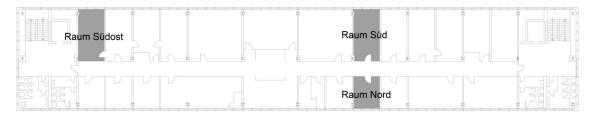
Entscheidend für die Luftwechselrate ist folglich die lichte Raumhöhe. Überschreitet während der Nutzungszeit die Innenlufttemperatur 23 °C und liegt diese oberhalb der Außenlufttemperatur, so wird normgemäß angenommen, dass der Luftwechsel durch Öffnen der Fenster durch die Nutzer auf 3 h⁻¹ erhöht wird. Dies ist innerhalb des verwendeten Simulationsprogrammes nicht exakt abbildbar. Deshalb wurde in bestmöglicher Näherung folgendes Lüftungsverhalten simuliert. Liegt die Innenlufttemperatur oberhalb der Außenlufttemperatur, wird bis 22,5 °C der Grundluftwechsel angesetzt. Danach steigt der Luftwechsel linear bis auf 3 h⁻¹ bei 23,5 °C an. Außerhalb der Nutzungszeit wird ein konstanter Infiltrationsluftwechsel von 0,24 h⁻¹ angesetzt.

Entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse hat zudem die angenommene Nutzung des Sonnenschutzes. Für die später dargestellten Ergebnisse wurde angenommen, dass der Sonnenschutz in den Südräumen von Montag bis Freitag jeweils zwischen 12.00 und 18.00 Uhr aktiviert wird. Dabei wird von einer 45°-Stellung der Lamellen ausgegangen. Insgesamt wurden mehrere Szenarien zur Nutzung des Sonnenschutzes simuliert, die genannte Variante stellt jedoch für den Sommerfall eine gute Näherung des tatsächlichen Nutzerverhaltens dar. Bei der Orientierung des untersuchten Gebäudes scheint im Sommer bereits vor 12.00 Uhr die Sonne in die südlichen Büroräume. Eine 45°-Stellung der Lamellenraffstoren erlaubt einen direkten Sichtbezug nach außen und bei klarem Himmel eine ausreichende Beleuchtung der Arbeitsplätze.

Alle untersuchten Gebäude werden zunächst mit den aktuellen Klimarandbedingungen simuliert. Verwendung findet dabei das Testreferenzjahr 2010 für die Region 12 mit der Repräsentanzstation Mannheim. Die erste thermische Simulation dient der Identifikation des kritischen Raumes innerhalb des Untersuchungsgebäudes. Als kritisch wird der Raum erachtet, der unter den genannten Randbedingungen die meisten Übertemperaturgradstunden und die höchsten maximalen operativen Innentemperaturen erreicht. Als kritische Räume kommen ausschließlich Aufenthaltsräume in Betracht. Verkehrsflächen, ungenutzte Dachräume oder ähnliches werden simuliert, da sie in Wechselwirkung mit benachbarten Aufenthaltsräumen stehen. Wegen der geringen Aufenthaltsdauer von Personen in diesen Bereichen kommen sie als kritische Räume jedoch nicht in Betracht.

4.2.3 Übertemperaturgradstunden des untersuchten Gebäudes

Aus dem Grundriss in Abbildung 35 ist zu erkennen, dass die Aufenthaltsräume innerhalb des untersuchten Gebäudes entweder nach Nordnordost oder nach Südsüdwest orientiert sind. Um den kritischen Raum zu identifizieren wurden in jedem Stockwerk (EG bis 4. OG) ein typischer nach Norden sowie ein nach Süden orientierter Raum untersucht. Aufgrund der nahezu identischen Ausgestaltung der Büroräume ist dies eine sinnvolle Reduktion des Auswertungsumfangs. Zusätzlich wurde der an das östliche Treppenhaus angrenzende Südraum in die Untersuchung einbezogen. Dieser grenzt direkt an das Treppenhaus mit seiner großen Glasfassade und den nach Osten orientierten Fenstern, die jeweils keinerlei Sonnenschutz aufweisen. Die Auswertungen der Ergebnisse der thermischen Gebäudesimulation für die untersuchten Räume sind in den Abbildungen 36 und 37 dargestellt. Zu erkennen ist, dass die Nordräume sowohl hinsichtlich der Übertemperaturgradstunden als auch hinsichtlich der maximalen operativen Innentemperaturen kritischer sind als die südorientierten Büroräume. Dies ist zunächst verwunderlich, da die auf eine vertikale, südorientierte Fläche auftreffende tägliche Strahlungssumme deutlich höher ist als die einer vertikalen nordorientierten Fläche. Die Ursache hierfür liegt in der Nutzung der außenliegenden Raffstoren in den nach Südsüdost orientierten Räumen. Während die Raffstoren den Strahlungseinfall in den südlichen Räumen stark reduzieren, kann durch die großen Fensterflächen der nördlichen Räume die diffuse Strahlung nahezu ungehindert einfallen und die Räume weiter erwärmen.



P

Abbildung 35: Grundriss des Gebäudes VER 6, hervorgehoben sind die untersuchten Räume.

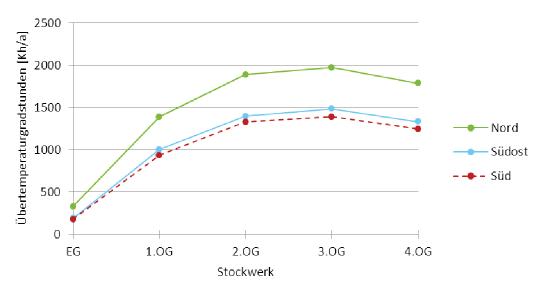


Abbildung 36: Übertemperaturgradstunden in unterschiedlichen Räumen für das TRY 2010

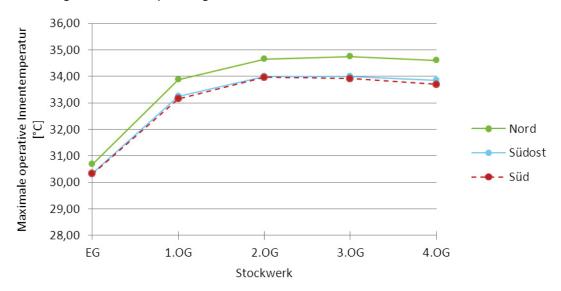


Abbildung 37: Maximale operative Innentemperaturen in unterschiedlichen Räumen für das TRY 2010

Dieses Phänomen konnte auch durch eine bauklimatische Messung innerhalb des betrachteten Gebäudes verifiziert werden (vergleiche Abbildung 38). Die Messung erfolgte in den östlichsten Nordund Südräumen des vierten Obergeschosses. Um Einflüsse durch unterschiedliche Nutzung auszuschließen, wurde in ungenutzten Räumen gemessen. Die Auswertung zeigt den gemessenen Verlauf der Lufttemperatur in der Raummitte für drei Tage. Das thermische Simulationsprogramm basiert auf einem Netzwerk-Knotenmodell, bei dem jede untersuchte Zone durch einen in der Mitte der Zone befindlichen Knoten abgebildet wird. Dementsprechend spiegeln die Simulationsergebnisse ebenfalls die Verhältnisse in der Raummitte wider. Jeden Morgen wurden die Messräume und die angrenzenden Räume gelüftet. Ziel war es, in den Räumen eine einheitliche Ausgangstemperatur

zu erreichen, um aussagekräftige Ergebnisse über die Entwicklung der Raumlufttemperatur über den Tag zu erhalten. Deutlich zu erkennen ist der Temperaturabfall während der morgendlichen Lüftung (vergleiche Abbildung 38). Anschließend steigt die Lufttemperatur in den Messräumen homogen an. Mit Aktivierung der Raffstoren um 12.00 Uhr (45°-Stellung) entwickeln sich die gemessenen Lufttemperaturen unterschiedlich, so dass im dargestellten Zeitraum nachmittags eine maximale Temperaturdifferenz zwischen Nordraum und Südraum von nahezu 1,3 Kelvin auftritt. Um 17.30 Uhr wurde der Sonnenschutz wieder hochgefahren. Dies zeigt sich in dem anschließenden Temperaturanstieg im südlichen Messraum. Während der Nacht gleichen sich die Lufttemperaturen der Messräume kontinuierlich an.

Wird anstatt einer konstanten Aktivierung des Sonnenschutzes zwischen 12.00 und 18.00 Uhr eine strahlungsabhängige Betriebsweise mit einer Grenzbestrahlungsstärke von 300 W/m² simuliert, ergeben sich nahezu identische Resultate. Entsprechend E DIN 4108-2:2011-10 werden in beiden Fällen die außenliegenden Raffstoren als windunabhängig angenommen. Dies ist eine auf der unsicheren Seite liegende Annahme. Insgesamt erweisen sich die nach Nordnordost orientierten Räume des dritten Obergeschosses als besonders kritisch. Dementsprechend erfolgen die weiteren Untersuchungen zu Übertemperaturgradstunden für den Raum Nord des dritten Obergeschosses.



Abbildung 38: Temperaturverlauf in den Untersuchungsräumen

Unter Beibehaltung sämtlicher oben genannter Randbedingungen wird die Simulation mit veränderten Klimarandbedingungen durchgeführt. Dabei werden die Testreferenzjahre 1986, 2004 und 2035 sowie der Sommer 2003 verwendet (vergleiche Abbildung 39). Dargestellt sind die Übertemperaturgradstunden für unterschiedliche Bezugswerte der Innentemperatur. Im Vergleich zum Bezugszeitraum der Testreferenzjahre 1986, also der Zeitabschnitt 1951 bis 1970, werden sich die Übertemperaturgradstunden im kritischen Raum des untersuchten Beispielgebäudes VER 6 zur Mitte des Jahrhunderts ungefähr um den Faktor 3,6 erhöhen. Bis zum Ende des Jahrhunderts wird voraussichtlich der Faktor 4,7 erreicht werden. Im Vergleich zur aktuellen Situation (TRY 2010) werden sich die Übertemperaturgradstunden bis 2050 ver-1,7-fachen und bis 2100 ver-2,3-fachen. Die Veränderung der Übertemperaturgradstunden gegenüber dem TRY 1986 ist im Vergleich zu den sonstigen untersuchten Gebäuden eher gering. Allerdings ist der Absolutwert als überdurchschnittlich hoch einzuschätzen.

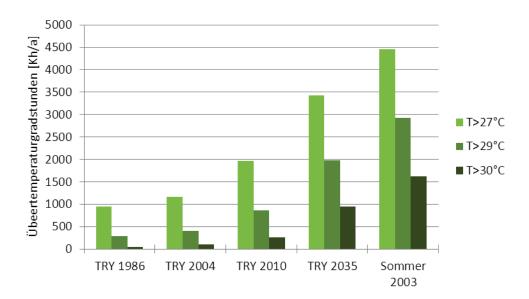


Abbildung 39: Entwicklung der Übertemperaturgradstunden des Büroraumes mit Nordnordost-Orientierung im 3. OG

4.2.4 Heizwärme- und Kühlenergiebedarf des Beispielgebäudes

Zur Bestimmung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs werden als Simulationsrandbedingungen die Nutzungsrandbedingungen der DIN V 18599-10:2007-02 angesetzt. Entgegen den Randbedingungen der E DIN 4108-2:2011-10 werden bei den Nutzungsrandbedingungen nach DIN V 18599 für Nichtwohngebäude Feiertage und bei Schulen und Hörsälen auch Ferienzeiten berücksichtigt. Dies kann aus den in den Nutzungsrandbedingungen der DIN V 18599 angegebenen jährlichen Nutzungstagen geschlossen werden. Für eine Büronutzung wird von 250 jährlichen Nutzungstagen ausgegangen. Beginnt das Jahr mit einem Montag, würden sich abzüglich der Wochenenden 261 Nutzungstage ergeben. Deshalb werden für ein Büro im Weiteren 11 Feiertage mit dem für das Jahr 2012 gültigen Datum berücksichtigt. Die berücksichtigten bundeseinheitlichen Feiertage sind Neujahr, Karfreitag, Ostermontag, 1. Mai, Christi Himmelfahrt, Pfingstmontag, Tag der deutschen Einheit sowie der 1. und 2. Weihnachtsfeiertag. Zudem wurde der 24. Dezember als freier Tag angenommen. Als nicht bundeseinheitlicher und 11. Feiertag wurde der Reformationstag gewählt, da sich mit dieser Auswahl zumindest für drei Bundesländer (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen) eine der Realität entsprechende Abfolge sämtlicher Feiertage eines Jahres darstellen lässt. In Sachsen und Sachsen-Anhalt ist der Reformationstag ebenfalls ein gesetzlicher Feiertag, allerdings verfügen diese beiden Bundesländer jeweils über einen weiteren Feiertag. In Sachsen ist dies der Buß- und Bettag in Sachsen-Anhalt Heilige Drei Könige.

Als interne Wärmequellen durch Personen und Arbeitshilfen (Geräte) werden die mittleren Werte der jeweiligen Nutzungsprofile verwendet. Diese werden gleichmäßig auf die Nutzungszeit des jeweiligen Profils verteilt. Die Luftwechselraten und die Wärmegewinne durch die Beleuchtung sind nicht explizit in den Nutzungsrandbedingungen angegeben. Zur Ermittlung der Luftwechselraten durch Infiltration sowie gezielte Lüftung wird das Verfahren nach DIN V 18599-2, Kapitel 6.3, verwendet. Zum Ansatz kommt der flächenbezogene Mindestaußenluftvolumenstrom des jeweiligen Nutzungsprofils. Die Ermittlung der internen Wärmegewinne infolge von Beleuchtung erfolgt nach dem Tabellenverfahren der DIN V 18599-4, Kapitel 5.4.1. Beide Verfahren sind abhängig vom verwendeten Nutzungsprofil.

Laut DIN V 18599-2, Kapitel 5.4.2, sind von Hand gesteuerte Sonnenschutzvorrichtungen entsprechend ihrer voraussichtlichen Aktivität einzurechnen. In der Simulation zur Ermittlung des Heizwärme- und Kühlenergiebedarfs wurde folgende Nutzung des Sonnenschutzes in den südlichen Räumen angenommen:

In den Monaten November bis einschließlich Februar von Montag bis Freitag 12.00 bis 16.00 Uhr.

- In den Monaten März, April und Oktober von Montag bis Freitag 12.00 bis 17.00 Uhr.
- In den Monaten Mai bis einschließlich September von Montag bis Freitag 12.00 bis 18.00 Uhr.

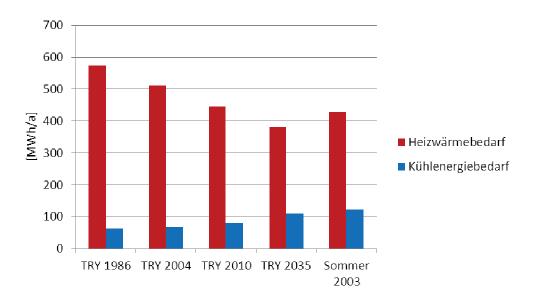


Abbildung 40: Entwicklung des Heiz- und Kühlenergiebedarfs des untersuchten Gebäudes VER6

Die Auswertung in Abbildung 40 macht deutlich, dass bei Bestandsgebäuden selbst in den sommerheißen Gebieten Deutschlands zukünftig der Heizwärmebedarf die dominierende Planungsgröße bleiben wird. Allerdings wird die Bedeutung des Kühlenergiebedarfs und damit des sommerlichen Wärmeschutzes erheblich zunehmen. Während in der Mitte des letzten Jahrhunderts das Verhältnis von Heiz- zu Kühlenergiebedarf für das betrachtete Gebäude noch bei 9 zu 1 lag, wird es zur Mitte dieses Jahrhunderts bei 3,5 zu 1 liegen. Der Heizenergiebedarf nimmt zwischen dem TRY 1986 und dem TRY 2035 um 34 % ab. Der Kühlenergiebedarf erhöht sich im gleichen Zeitraum um 44 %.

Die Klimadaten des Jahres 2003 von Mannheim eignen sich zwar gut, um einen Sommer zum Ende des Jahrhunderts darzustellen. Allerdings ist der Winter wohl weniger repräsentativ. Gegenüber dem TRY 2035 steigt der Heizwärmebedarf bei Verwendung des Jahres 2003 für Mannheim wieder um 12 % an.

4.3 Wohngebäude und Hochwasser

4.3.1 Vorstellen des Gebäudes ME 4

Das einzeln stehende Mehrfamilienhaus Postweg 32 in Pirna wurde durch eine Wohnungsbaugenossenschaft realisiert. Im Gründungsjahr der Wohnungsbaugenossenschaft eG Pirna (WOBA) 1924 wurden Wege zur Beseitigung der Wohnungsnot nach dem I. Weltkrieg gesucht. In den Jahre 1924 bis 1935 wurden in der Hospitalstraße, der heutigen Siegfried-Rädel-Straße, auf der Rottwerndorfer Straße und der heutigen Clara-Zetkin-Straße die ersten Wohngebäude errichtet. Heute gehört der gesamte Grund und Boden, bis auf eine Ausnahme, wo ein Erbbaurechtsvertrag weiterbesteht, der Wohnungsbaugenossenschaft.

Die Wohnungsgrößen der errichteten Gebäude sind ein Spiegelbild der Konjunkturlage der einzelnen Baujahre. So entstanden in zunächst Angestellten- und Beamtenwohnungen, später so bezeichnete Volkswohnungen und zum Abschluss Kleinstwohnungen. Die Gründe zur Verkleinerung der Neubauwohnungen in den Jahren 1931 bis 1934 resultierten daraus, dass weder arbeitslose Familienväter noch zur Kurzarbeit gezwungene Werktätige die durch überhöhte Baupreise gestiegenen Neubaumieten für normale Wohnungsgrößen aufbringen konnten. ²² Das Gebäude Postweg 32 wurde 1998 grundlegend saniert und ist seit dem voll vermietet.

Raumaufteilung und Nutzungen

Das Gebäude hat in jedem Geschoss eine Drei- und zwei Zweizimmerwohnungen. Die Mansarde dient bereits seit Erbauung des Gebäudes als Wohnraum, wohingegen das Spitzdach als Trockenboden belassen ist. Die Wohnungen sind sehr schlicht gehalten und funktional geschnitten. Im Zuge der Sanierung des Gebäudes zum Ende des 20. Jahrhunderts wurden die Grundrisse überwiegend beibehalten. Lediglich in den Zweizimmerwohnungen wurden die Badezimmer, durch das Versetzen einer Wand und durch die Verkleinerung des Flures, vergrößert. Der Keller beinhaltet Lagerräume für die Mieter, einen Wasch- und Trockenraum sowie einen lediglich über eine Außentreppe begehbaren separaten Raum für die Heizungszentrale, das ehemalige Waschhaus. Das Treppenhaus befindet sich in Ecklage auf der Rückseite des Gebäudes.

Außen- und Innenwände

Das gesamte Gebäude ist in Ziegelmauerwerk errichtet, lediglich die Außenwände des Kellergeschosses bestehen bis zur Horizontalsperre auf 1,20 m ü OKFF KG aus Sandsteinquadern. Die Außenwände haben im Kellergeschoss eine Stärke von 50 cm und in den Wohngeschossen von 39 cm. Die Innenwände bestehen, bis auf die bei der Sanierung 1998 neu errichteten Trockenbautrennwände zwischen Bad und Flur in den Zweizimmerwohnungen, aus Ziegelmauerwerk und haben, je nachdem, ob sie nichttragende oder tragende Wände sind eine Stärke von 13 bzw. 26 cm. Alle Wände sind innenseitig mit einem mineralischen Putz versehen.

Die Fassade besitzt, außer einem durchlaufenden Traufgesims, einem durch eine Sandsteinverblendung abgesetzten Sockel und schlichten Außenfensterbänken aus Sandstein, keine zusätzlichen Zierelemente und ist mit einem mineralischen Putz bekleidet.

Geschossdecken und Fußbodenaufbauten

Der Kellerfußboden besteht aus einem Zementestrich auf gewachsenem Boden und einem Schutzanstrich. Die Kellerdecke ist als Stahlbetonhohldielendecke ausgebildet und mit einem Aufbau aus Lagerhölzern, Schlackeschüttung und Dielung versehen. Auf die Dielung kamen bei der Sanierung in den Wohn- und Schlafzimmern eine Trittschalldämmung und ein Laminatboden sowie Fliesen in der Küche und den Badezimmern zum Einsatz.

Die Wohngeschossdecken bestehen aus Holzbalkendecken mit Einschub, Schlackefüllung und Dielung und darüber einen vergleichbaren Fußbodenaufbau wie die Kellerdecke. Die Unterkonstruktion

 $^{^{22}}$ http://www.woba-pirna.de, Internetauftritt der Wohnungsbaugenossenschaft eG Pirna, Abgerufen am 25.06.2012

der Decke besteht aus einem Kalkputz auf Putzträger. Dabei werden Flaschenkehlen in den Ecken ausgeführt um Risse durch Schwingungen der Balkendecke zu vermeiden.

Die Treppenpodeste und -stufen bestehen aus Betonfertigteilen, sind teilweise mit einem Terrazzofußboden ausgestattet und haben im Trittbereich einen Schutzanstrich.

Technische Gebäudeausrüstung

Die Heizungszentrale befindet sich im Kellergeschoss und besteht aus einer Gasheizung, an welche auch die Warmwasseraufbereitung angeschlossen ist. Alle Verteilungsleitungen (Warm- und Kaltwasser) sind mit einer Dämmung versehen, werden entlang der Kellerdecke verzogen und erschließen die Wohneinheiten über drei Hauptstränge. Das Brauchwasser wird über diese drei Hauptstränge abgeführt und im Kellergeschoss in eine Grundleitung eingeleitet. Der elektrische Hauptverteilerschrank mit Zählern und Verteilungsstationen je Wohneinheit befindet sich im Verbindungsgang der einzelnen Kellerräume im Kellergeschoss. Direkt daneben ist die Telekommunikationstechnik zu finden. Alle Wohneinheiten werden von den Elektro- und Telekommunikationsleitungen durch zentrale Hauptstränge vom Treppenhaus her erschlossen.



A: Äußerer Zugang zum Heizungsraum



B: Kellerfenster mit Sockelbereich



C: Fensterdetail



D: Gebäudeecke Süd/West mit Entwässerungsführung



E: Treppenhaus



F: Kellerbereich mit Mieterräumen



G: Innenansicht der Traufe im Dachgeschoss



H:Dachgeschoss



I: Dachausschnitt mit Biberschwanzdeckung

Abbildung 41: Fotos mit Detailpunkten des Repräsentanten ME 4

Türen und Fenster

Die Mieterkeller werden durch hölzerne Lattentüren und das Treppenhaus wird durch eine T 60 Feuertür abgeschirmt. Die Hauseingangstür sowie die Eingangstüren in die Wohnungen und die Wohnungstüren sind aus Holz und teilweise noch im überarbeiteten Original aus der Bauzeit erhalten. Charakteristisch für diese Bauperiode sind die großen, fast quadratischen Fensteröffnungen, deren ehemalige Holzfenster durch je zwei horizontale und zwei vertikale Fenstersprossen gegliedert wurden. Im Zuge der Sanierung wurden diese durch Kunststoff-Galgenfenster mit einem modifizierten Erscheinungsbild ersetzt.

4.3.2 Verletzbarkeit gegenüber Überflutung

Bei einer Überflutung sind vor allem das Kellergeschoss, das Erdgeschoss und in einigen extremen Fällen (vergleiche Bad Schandau 2002 und Rosenthal 2010) auch das 1. Obergeschoss betroffen. Von daher werden bei der Verletzbarkeitsuntersuchung gegenüber Überflutung das Keller-, Erdund das erste Obergeschoss untersucht.

Kellergeschoss

Im Kellergeschoss müssen in Überflutungsstufe I die Lattentüren ersetzt aber vor allem Trocknungsmaßnahmen an den Außen- und Innenwänden durchgeführt werden. Neben den Wandkonstruktionen und Kellerfenstern sind in Überflutungsstufe II vor allem die Heizungszentrale und die Hauptschalterschränke inklusive Telekommunikationstechnik betroffen. In Stufe III werden neben der Kellerdecke die Verteilungsleitungen für Wasser, Gas und Abwasser sowie Elektroinstallationen und die feuerfeste Tür zum Treppenabgang durchfeuchtet.

Erdgeschoss

Bei einer Flutung des Gebäudes werden im Erdgeschoss zunächst die Fußbodenkonstruktion und dann die Türen und Trockenbauwände in Mitleidenschaft gezogen. Die Deckenkonstruktion bedarf nach Rückbau des Fußbodenaufbaus einer Trocknung und eines Neuaufbaus. Die Fenster sind ab Überflutungsstufe IV betroffen und müssen ersetzt werden. Den Hauptteil der Arbeiten in Stufe V machen die Putzarbeiten an der Fassade und die zugehörigen Trocknungsmaßnahmen aus. Auch das erste Treppenhausfenster ist in dieser Stufe komplett zu ersetzen.

Obergeschosse

Die zwei Obergeschosse haben den gleichen Grundriss und die gleichen Ausstattung wie das Erdgeschoss und daher einen sehr ähnlichen Wiederherstellungsaufwand. Lediglich die Geschossdecken unterscheiden sich hier von der Kellerdecke. Sie sind als Holzbalkendecken ausgeführt und bedürfen daher einer speziellen Wiederherstellung. Hier muss im Überflutungsfall die gesamte Holzbalkendecke samt Unterdecke bis auf die tragende Konstruktion zurückgebaut, eine Trocknung durchgeführt und ein Neuaufbau ausgeführt werden.

Nötige Wiederherstellungsleistungen je Bauteil

Aufgrund der definierten Schadenstypen können nötige Wiederherstellungsleistungen je Bauteil abgegrenzt werden. Diese wurden in Gruppen zusammengefasst und sind in folgenden Tabellen ersichtlich. Dabei wird das Bauteil benannt, mögliche Baustoffe aufgelistet, ihr potentieller Schaden bei einer Überflutung beschreiben, ein Sanierungs- bzw. Wiederherstellungsvorschlag unterbreitet und der Umfang der Leistung (ob Stufenweise oder das komplette Bauteil) abgegrenzt. Die für das Beispielgebäude ME 4 zu erbringenden Leistungen sind orange hinterlegt.

Tabelle 13: Wiederherstellungsleistungen für Treppenstufen und -podeste

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang
	Beton			
Transparaturfa	Stein	Verunreinigung	Säuberung	komplett
Treppenstufe	Metall			
und -podeste	Holz	Verformung und Durchfeuchtung	Austausch	stufen- weise
Treppen- und Podestbelag	Anstrich	Verunreinigung, opti- sche Beeinträchti- gung	Erneuerung	
	Linoleum, Kle- ber	Verformung und Durchfeuchtung, Zer- störung der Kleb- schicht	Austausch	komplett
	Fliesen, Stein	Verunreinigung	Säuberung	

Tabelle 14: Wiederherstellungsleistungen für Deckenkonstruktionen

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang
	Zement	Verunreinigung	Säuberung	
	Gussasphalt	vorum emilyariy	oudborung	
Estrich	Anhydrit	Feuchtigkeit zerstört Baustoff	Austausch	komplett
	Verbundestrich			
Fußboden- konstruktion	Estrich auf Trennlage	Verunreinigung	Säuberung	komplett
KONSCIUKTION	Schwimmender Estrich	Dämmwirkung her- abgesetzt	Austausch	
Holzbalken- decke	Holz, Lehm, Schlacke, Dämmmaterial	Verformung und Durchfeuchtung	Rückbau bis auf tragende Konstruk- tion; Trocknung; Neuaufbau ggf. mit Schwalbenschwanz- platten	komplett
Stahlbeton- decke	Stahlbeton	Verunreinigung	Säuberung	komplett
Stahlträger- hohldielen- decke	Stahlträger und Beton- hohldielen	Verunreinigung	Säuberung	komplett
Bodenbelag	Parkett, Lami- nat, Kleber	Verformung und Durchfeuchtung, Zer- störung der Kleb- schicht	Austausch	komplett
	Teppichboden, Linoleum, Kle- ber	Durchfeuchtung, Zer- störung der Kleb- schicht		Komplett
	Fliesen, Stein	Verunreinigung	Säuberung	

Tabelle 15: Wiederherstellungsleistungen für Außenwandkonstruktionen

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang
	Holz, Lehm, Ziegel	Durchfeuchtung, Zerstörung der Ausfachung	Rückbau bis tragende konstruktion; Trock- nung; Ausmauern des Fachwerks	stufen- weise
Außenwand einschalig,	Lattenwände aus Holz	Verformung und Durchfeuchtung Austausch		komplett
Innenwand	Bruchstein			stufen- weise
	Ziegel	Durchfeuchtung	Trocknung, Säube- rung	
	KS	Durchleachtung		
	HLZ			
	Beton	Verunreinigung	Säuberung	
Autonwand	Ziegel mit Lufthohlraum	um Durchfeuchtung		stufon
Außenwand zweischalig	Ziegel mit Dämmmaterial	Durchfeuchtung der Dämm-	Trocknung, Säube- rung	stufen- weise
	Beton	schicht		

Tabelle 16: Wiederherstellungsleistungen für Außen- und Innenwandbekleidungen

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang
	Klinker, Sandstein	Vorunroinigung	Säuberung	
Fassade	Putz	Verunreinigung	Austausch wegen Mau- erwerkstrocknung	stufen- weise
	WDVS	Durchfeuchtung Dämmschicht	Austausch	
	Wärmedämm- ung (Denk- mal-pflege)	Durchfeuchtung Dämmschicht	Austausch	stufen- weise
	Putz		Austausch wegen Mau- erwerkstrocknung	weise
	Anstrich, Be- mahlung	Verunreinigung	Erneuerung	
Innenwand	ohne Beklei- dung		Säuberung	
	Tapete, Fliesen, Mörtelbett	Verunreinigung, otische Beein- trächti-gung	Austausch wegen Mau- erwerkstrocknung	komplett
	Holzvertäfe- lung	Verformung und Durch- feuchtung	Austausch	

Tabelle 17: Wiederherstellungsleistungen für den Trockenbau

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang
Vorsatzschale				stufen-
Zwischenwand	GK-Platten,	ZOrctort Rail-	Austausch GK-Platten und Dämmmaterial	weise
	Dämmmaterial,			
lation, Bad	Metallständer	stoff	und Damimateriai	komplett
Unterdecke				

Tabelle 18: Wiederherstellungsleistungen für Installationen und Heizungsanlagen

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang
Elektroinstal- lation	Kabel	Durchfeuchtung, Korrossion, Kurzschlüsse	Austausch	komplett
Sanitäranlagen	Keramik, Kunststoff- werkstoff	Verunreinigung, optische und hygienische Beeinträchti- gung	Austausch	komplett
Rohrisolierun- gen	Dämmmaterial	Dämmwirkung herabgesetzt	Austausch	komplett
Heizkörper	Metall	Verunreinigung	Ausbau, Säuberung, Einbau	komplett
Therme und	Fernwärme- heizung	50 % Schaden	Austausch geschädig- ter Teile (Elektronik)	komplett
Warmwasser- aufbereitung	Erdgasheizung Geothermie	100 % Schaden	Austausch	Komplett

Tabelle 19: Wiederherstellungsleistungen für Türen und Fenster

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang	
Türen	Holz Kunststoff Metall	Rahmen und Türbaltt verzo- gen	Austausch	komplett	
Fenster	Holz Kunststoff Metall	Rahmen und Fensterblatt verzogen	Austausch	komplett	
Verschattun-	Rolladenpanzer aus Kunststoff	Verunreinigung	Säuberung und In- standsetzung		
gen	Klappläden aus Holz	Verformung und Durch- feuchtung	Austausch	komplett	
Fanataybë nka	Holz	Verformung und Durch- feuchtung	Austausch, da Fenster		
Fensterbänke	Stein Verzinktes Metall	Verunreinigung ausgewechselt wer			
Tore	Metall	Rahmen und Tor verzogen	Instandsetzung, da keine Zugdichtigkeit erforderlich	komplett	

Tabelle 20: Wiederherstellungsleistungen zur Bauwerkstrocknung

Bauteil	Baustoff	Schaden	Sanierung	Umfang	
Wände	Ziegel		Trocknung 1,0 cm/d		
	KS	Durchfeuchtung	Trocknung 0,8 cm/d		
	Bruchstein, HLZ	Durchleuchtung	Trocknung 0,5 cm/d	stufen- weise	
	Beton	keine intensive Durchfeuchtung	keine Trocknung er- forderlich		
Gewölbedecken	Ziegel	Durchfeuchtung	Trocknung 1,0 cm/d	komplett	
	Bruchstein		Trocknung 0,5 cm/d	Komplett	

4.3.3 Darstellen der Untersuchungsergebnisse

Da die Konstruktion des Gebäudes bekannt ist, können darauf aufbauend die erforderlichen Wiederherstellungsleistungen abgeleitet werden. Nach erfolgter Mengenermittlung und Monetarisierung wurde so die Wasserstand-Schaden-Beziehung erstellt.

Zwischen der Überflutungshöhe eines Gebäudes und den kalkulierten Wiederherstellungskosten besteht keine lineare Abhängigkeit, da je nach Wasserstand verschiedene Leistungsbereiche für die bauliche Instandsetzung der spezifischen Konstruktionselemente abgegrenzt werden können. Die hieraus entwickelten synthetischen Wasserstand-Schaden-Beziehungen haben, aufgrund ähnlicher charakteristischer Instandsetzungsumfänge, bei vielen Wohngebäuden einen grundsätzlich vergleichbaren qualitativen Verlauf. Der Anstieg der Schadensfunktion ist dabei ein Indikator für den monetären Aufwand zur Beseitigung der Hochwasserschäden innerhalb der jeweiligen Überflutungsstufe. Im Bereich des Kellergeschosses steigen die Schadensfunktionen, aufgrund eines meist niedrigeren Ausbaustandards und einer in der Regel untergeordneten Nutzung, zunächst nur gering an, bevor mit der Überflutung der Kellerdecke die relativen Wiederherstellungskosten erstmals stark ansteigen. Hier sind unter anderen umfangreiche Bauleistungen zur Freilegung und Trocknung der Deckenkonstruktion sowie zum Neuaufbau des Fußbodens erforderlich. Im weiteren Verlauf beschreibt die Funktion eine konkave Krümmung, bevor sie die nächste Deckenebene durchdringt und erneut stark ansteigt. Die Ausprägung dieser konkaven Krümmung in den Wohngeschossen ist ein charakteristisches Merkmal der Wasserstand-Schaden-Beziehungen für Wohngebäudetypen. Der Funktionsverlauf veranschaulicht hier, dass innerhalb eines Geschosses der Zuwachs des Instandsetzungsaufwandes für die Konstruktionselemente des Roh- und Ausbaus sowie für die Gebäudetechnik mit steigendem Wasserstand abnimmt.

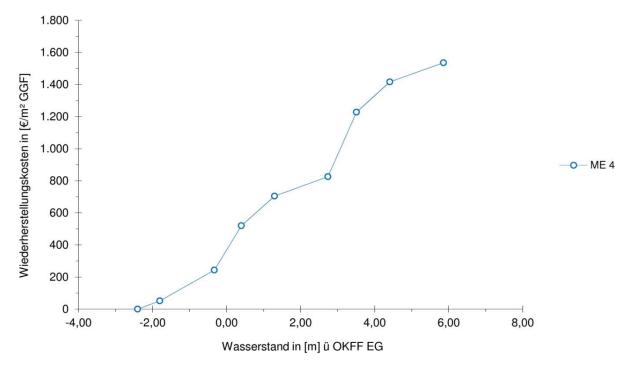


Abbildung 42: Wasserstand-Schaden-Beziehung für das Beispielgebäude ME 4 (Postweg 32)

Anhand der systematischen Schadensanalyse verschiedener Repräsentanten wird nachgewiesen, wie die Auswirkungen charakteristischer Konstruktionsprinzipien auf die Verletzbarkeit der betreffenden Gebäudetypen infolge Hochwassereinwirkung zu bewerten sind. Als beispielhaft kann hier die fachgerechte Schadensbeseitigung an Decken- und Fußbodenkonstruktionen genannt werden, welche stets einen signifikanten Einfluss auf die prognostizierte Schadenshöhe hat. Vor allem die Instandsetzung von Holzbalkendecken erfordert nach einer Überflutung, zur Vermeidung von Folgeschäden durch pflanzliche und tierische Holzschädlinge, eine nachhaltige Trocknung der geschädigten Konstruktionen. Notwendig ist daher die Freilegung der Deckenbalken durch den vollständigen Rückbau des Fußbodenaufbaus sowie durch das Entfernen von Einschubfüllungen und Deckenschalungen. Die Instandsetzungsleistungen an massiven Deckenkonstruktionen sind hingegen in

der Regel weniger umfangreich, wenngleich zur Austrocknung von Wärme- und Trittschalldämmschichten auch hier häufig Eingriffe in die Schichtenfolge der Fußbodenkonstruktion erforderlich sind.

Aufbauend auf diesen Untersuchungsstand kann nun anhand verschiedener Maßnahmen synthetisch analysiert werden, inwieweit sich die Verletzbarkeit reduzieren lässt. Zu den relevanten Bereichen, in denen grundsätzlich die Möglichkeit für Anpassungsmaßnahmen besteht zählen:

- Außen- und Innenwände (Konstruktion, Material, Schichtenaufbau, Putze, Anstriche)
- Geschossdecken (Kappendecken, Holzbalkendecke, abgehängte Decken etc.)
- Fußbodenaufbauten (Trittschalldämmung, Bodenbeläge etc.)
- TGA (Heizungssysteme, Fahrstühle, raumklimatische Anlagen, Elektrik, Brauch- und Frischwasserzuleitungen inkl. Isolierung etc.)
- Fenster, Türen und sonstige Ausbaubestandteile

Maßnahmen, welche den Anstieg der Funktion verringern, sind folglich als wirksame Anpassungsmaßnahmen zu verstehen. Dieser Untersuchungsschritt wird Teil des Produktes 3.1.1 d sein.

4.4 Wohngebäude und Starkregen

4.4.1 Vorstellen des Gebäudes ME 7

Das Gebäude Tzschimmerstraße 7 in Dresden wurde 2005 im Auftrag der Gamma Immobilien - Besitz und Beteiligungs GmbH als Mehrfamilienhaus in viergeschossiger Bauweise errichtet. Es wurde zum Zweck der Wohnnutzung erbaut und besteht aus 10 Wohneinheiten mit verschiedenen Grundrissen, die sich vom Erdgeschoss bis in das 2. Dachgeschoss erstrecken und als Eigentumswohnungen vermarktet wurden. Das Gebäude mit seiner kubisch rechteckigen Form hat als Besonderheit ein Tonnendach, in welchem die beiden Dachgeschosse untergebracht sind. Diese sind als Staffelgeschosse ausgeführt, um Platz für die Dachterrassen und Balkone der Dachgeschosse zu schaffen.

Raumaufteilung und Nutzungen

Im Kellergeschoss befindet sich neben den Mieterkellern, dem Fahrradkeller und dem Hausanschlussraum eine Tiefgarage mit 10 Stellplätzen, die sich teilweise auch als erdüberdeckte Tiefgarage unter den Terrassen und Gärten der Erdgeschosswohnungen erstreckt. Im Erdgeschoss sind zwei Vierzimmerwohnungen, in den drei darüber liegenden Obergeschossen sind jeweils eine Dreiund eine Vierzimmerwohnung und in den beiden Dachgeschossen sind zwei Vierzimmer-Maisonettwohnungen vorzufinden.

Kellergeschoss

Gegründet ist das Gebäude auf einer Bodenplatte auf Einzel- und Streifenfundamenten aus Stahlbeton. Die Außenwände des Kellergeschosses bestehen aus Normalbeton mit einer Perimeterdämmung. Die Tiefgarage wurde in Stahlbeton ausgeführt und besitzt ein begrüntes Flachdach, das der Gartennutzung dient. Die Erdüberdeckung beträgt etwa 50 cm. Die Innenwände des Kellergeschosses bestehen aus Kalksandsteinmauerwerk verschiedener Stärke (d = 24 oder 17,5 cm). Im Bereich der Abstellräume sind Metallkonstruktionen zur Segmentierung einzelner Kellerabteile angebracht. Der Fußbodenaufbau im Kellergeschoss besteht aus 16 cm Normalbeton, 6 cm PS-Hartschaum-Dämmung, sowie 1,5 cm Trittschalldämmung und 5 cm Zementestrich mit staubbindendem Anstrich. Die Kellerdecke ist unterseitig mit einer 10 cm starken Dämmung versehen. Darüber befinden sich, ähnlich wie im Bereich des Fußbodens, eine PS-Hartschaum-Dämmung, sowie eine Trittschalldämmung und ein Zementestrich. Die Deckenränder sind an den Außenbereichen gedämmt.

Erd- und Obergeschoss

Im Erdgeschoss und in den Obergeschossen ist die Baukonstruktion einheitlich. Die Außenwände bestehen aus Kalksandsteinmauerwerk, auf dem außenseitig 10 cm PS-Hartschaum-Dämmung und ein Außenputzsystem aufgebracht sind. Der zweilagige Wandputz ist mit dekorativen Farbstreifen versehen. Tragende Innenwände dieser Geschosse bestehen hauptsächlich aus Kalksandsteinmauerwerk, vor allem im Treppenhausbereich z. T. jedoch auch aus Stahlbeton. Nichttragende Innenwände sind in Trockenbauweise hergestellt. Die Innenwände sind in unterschiedlichen Wandstärken ausgeführt und reichen von 10 cm über 17,5 und 20 cm bis zur einer Wandstärke von 24 cm. Die Geschossdecke ist eine Stahlbetondecke, die teilweise aus Halbfertigteilen (Filigran-Elemente) hergestellt wurde und der Feuerwiderstandsklasse F90 zugeordnet wird. Die Deckenränder sind an den Außenbereichen gedämmt. Der Fußboden ist aus schwimmendem Estrich mit Randstreifen auf Trittschall- und Wärmedämmung aufgebaut und besitzt einen Parkettbelag.

Balkone

Auf der Rückseite des Gebäudes befinden sich die Balkone der Wohnungen der Obergeschosse, die in massiver Bauweise aus Betonfertigteilen ausgeführt sind und auf der Gebäudeaußenwand bzw. auf Betonstützen gelagert werden. Zur Verschattung sind über dem Balkon des 3. Obergeschosses Markisen angebracht. Im 1. und 2. Obergeschoss sind zur Absturzsicherung Geländer aus feuerverzinktem Stahl montiert, im 3. Obergeschoss ist die Brüstung massiv ausgeführt.



A: Traufdetail, Fassade Nord/West



B: Draufsicht Vordach



C: Lichtschacht mit Kiesstreifen



D: Balkone, Fassade Süd/Ost



E: Fallrohr mit Einbindung in Kiesstreifen



F: Holzfenster mit Aluminiumsteg



G: Teil der Heizungszentrale



H: Teile der Technischen Gebäudeausrüstung



I: Fensterdetail

Abbildung 43: Detailpunkte des Repräsentanten ME 7

Dachgeschoss

Die Dachgeschosse sind als Staffelgeschosse ausgebildet und springen an den Giebelseiten zurück. Dort sind im 1. Dachgeschoss Dachterrassen angeordnet, im 2. Dachgeschoss befindet sich darüber jeweils ein Balkon. Die Dachkonstruktion ist als unbelüftetes Warmdach ausgeführt, da das Dachgeschoss ausschließlich der Wohnnutzung dient. Das Dach besteht aus 24 cm starken Sparren, auf denen die Unterspannbahn und die Dacheindeckung aufgebracht sind. Zwischen den Sparren befinden sich 20 cm Mineralwolledämmung und innenseitig sind eine Dampfbremse und Gipskartonplatten auf einer Metallkonstruktion angebracht. Bei der Dacheindeckung handelt es sich um eine Stehpfalzdeckung in Titanzinkblech, das vorbewittert und schiefergrau ist. Die Giebelwände sind aus Kalksandsteinmauerwerk und einer PS-Hartschaum-Dämmung hergestellt. Darüber befindet sich eine Luftschicht und abschließend eine Holzschalung. Der Dachüberstand beträgt an den Traufkanten etwa 35 cm. Die Dachterrassen im Bereich des 1. Dachgeschosses besitzen eine mehrlagige bituminöse Abdichtung sowie eine Wärmedämmschicht. Erreichbar ist die Dachterrasse über eine Stufe von ca. 18 cm.

Entwässerung

Zur Entwässerung der Dachflächen befindet sich an der südöstlichen Hausfassade ein Fallrohr und an der nordwestlichen zwei Fallrohre (je DN 150). Zusätzlich sind an der nordöstlichen, südöstli-

chen und südwestlichen Fassade jeweils zwei Fallrohre angebracht, welche die Dachterrassen und Balkone der Dachgeschosse entwässern, wobei alle Fallrohre entlang der Ecken von Gebäudevorsprüngen geführt werden. Die Dachrinnen bestehen aus Titanzink und verlaufen entlang der Traufkante des Tonnendaches. Die Dachterrassen besitzen zusätzlich je zwei Speier zur Notentwässerung. Die Balkone der Obergeschosse sind an die Fallrohre der Dachflächen angeschlossen. An den Balkonen im 3. Obergeschoss ist aufgrund der massiv ausgeführten Brüstung zusätzlich jeweils ein Notüberlauf angebracht. Im Sockelbereich ist ein Kiesstreifen entlang der Außenwand angeordnet. Eine Drainage ist um das Gebäude angeordnet und mit einer Kiesfilterschichtummantelung sowie mit Drainplatten vor den erdberührten Bauteilen hergestellt. Das Drainagewasser wird auf dem Grundstück in eine Sickergrube geführt.

4.4.2 Verletzbare Details gegenüber Starkregen

Folgt man der Verletzbarkeitsanalyse aus Abschnitt 3.4, wird zuerst die Entwässerung durch eine Nachberechnung der Dach- und Terrassenentwässerung überprüft, um darauf aufbauend je Bauteil die zugehörigen Tabellenzeilen (aus Tabelle 1 bis 5 in Abschnitt 3.4.2) auf ihre Anwendbarkeit zu überprüfen.

Prüfung der Dimensionierung der vorhandenen Dachentwässerung

Normen DIN 1986-100 (05/2008) Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke

DIN EN 12056-3 (01/2001) Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden

Regenwasserabfluss allgemein $Q = r \times A \times C$

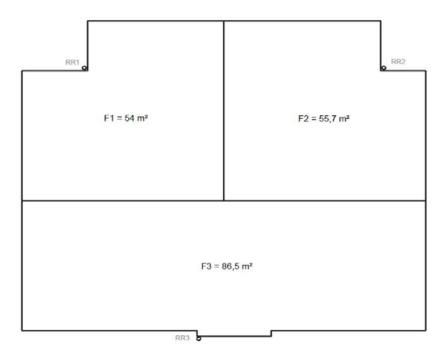
Berechnungsregenspende r

 $r_{(5,5)} = 0,0323 \text{ l/(s x m}^2)$ Regenspende für Dresden (nach DIN 1986-100 (05/2008) Tabelle A.1)

D = 5 Minuten T = 5 Jahre

Abflussbeiwert C 1,0 [] Wasserundurchlässige Flächen (Dachflächen)

Grundriss Dachflächen:



Bemessung der Kastenrinne

Nennabflussvermögen der Dachrinne vorhandene Dachrinne: EN 612 - 400 - Zn $Q_L = 0.9 \times 3.48 \times 10^{-5} \times A_E^{1.25} \times F_d \times F_S \times F_L$ [I/s

orhandene Dachrinne: EN 612 - 400 - Zn

 $A_E ... \text{ Querschnitt Dachrinne}$ $H 400 \Rightarrow A_E \sim 13500 \text{ mm}^2$

W... 90 [mm²]

[mm²]

 $F_L \dots$ Nur anzuwenden, wenn Dachrinne hydraulisch als lang anzusehen ist (L > 50 x W)

Bezeich- nung	angeschlossene Dachfläche [m²]	Regenwasserabfluss Q [l/s]	Länge L [mm]	L/W	F _d *F _S	Q _L [l/s]	Auslastung Q / Q _L
RR 1	54,0	1,74	2550	28	0,85	3,87	0,45
RR 2	55,7	1,80	1750	19	0,85	3,87	0,46
RR 3	86,5	2,79	2350	26	0,85	3,87	0,72

Für alle Kastenrinnen geht der Nachweis auf!

Bemessung der Regenwasserfallleitungen

f = DN ≥	0,33 [] 75 mm	Füllungsgrad zur Vermeidung des Risikos der Verstopfung
$k_b =$	0,25 mm	
$d_i =$	150 mm	
$Q_{RWP} =$	31,6 l/s	berechnet nach Wyly-Eaton-Gleichung
NACHWEIS		
Q / Q _{RWP} =	0.09	

Der Nachweis der Regenwasserfallleitung ist erfüllt!

Sowohl die Nachweise der Kastenrinnen als auch die der Regenfallleitungen gehen auf und liegen deutlich unter dem Wert 1. Dies bedeutet, dass es bei der anzusetzenden Regenspende $r_{5,5}$ weder zu einem Überlaufen der Dachrinne noch zu einem Anstau kommen kann.

Zur Abschätzung nötiger Anpassungsmaßnahmen müsste nun mit einer dem Klimawandel Rechnung tragenden Regenspende, evtl. aus einer KOSTRA-Zukunft-Datenbank, der Algorithmus wiederholt angewendet werden. Dadurch könnte überprüft werden, ob die Entwässerung auch unter zukünftig veränderten klimatischen Rahmenbedingungen das anfallende Regenwasser schadensfrei abführen kann. Da diese Werte regionalisirt noch nicht vorliegen wurde die Grenzregenspende, die die Kastenrinne RR3 gerade noch abführen kann nachfolgend berechnet.

Berechnung der Kapazitätsgrenze

Q /
$$Q_L$$
 = 1 daraus folgt:
$$r_{grenz} = Q_L / (A \times C)$$

$$r_{grenz} = 0.0448 \text{ l/(s} \times \text{m}^2)$$
 Zum Vergleich:
$$r_{(5,5) \text{ Dresden}} = 0.0323 \text{ l/(s} \times \text{m}^2)$$

Für Dresden bedeutet die Berechnung, dass eine Intensivierung der Bemessungsregenspende $r_{5,5}$ von ca. 40 % nötig wären, um die Kastenrinnen zu überfordern und ein Überlaufen zu erzeugen. Im Vergleich dazu übersteigt die Bemessungsregenspende von Rosenheim diesen Wert bereits nach den heutigen KOSTRA-2000 Werten mit 0,0452 l/(s xm²).

Prüfung der Dimensionierung der vorhandenen Dachterrassenentwässerung

Normen DIN 1986-100 (05/2008) Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke

DIN EN 12056-3 (01/2001) Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden

Regenwasserabfluss allgemein $Q = r \times A \times C$

Berechnungsregenspende r

 $r_{(5,5)} = 0,0323 \text{ l/(s x m}^2)$ Regenspende für Dresden

(nach DIN 1986-100 (05/2008) Tabelle A.1)

D = 5 Minuten T = 5 Jahre

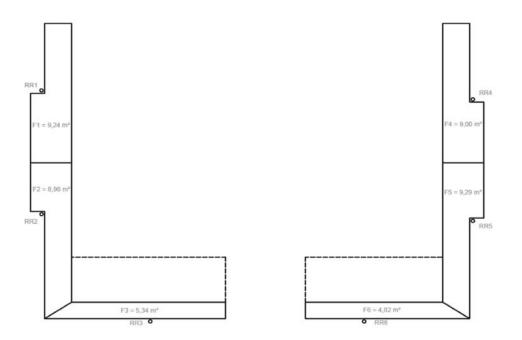
Abflussbeiwert C 1,0 [] Wasserundurchlässige Flächen (Dachflächen)

Terrasse $F_5 = 9,29 \text{ m}^2$ $F_5 \text{ ist die größte Terrassenteilfläche.}$

 $Q_5 = 0,30 [l/s]$

Vorhandene Abläufe DIN EN 1253 - DN 50: Bei 35 mm Stauhöhe, Ablaufleistung 0,9 l/s

Nachweis ist erbracht.



Der Nachweis der Abläufe der Terrassen erfolgte an dem Ablauf mit der größten angeschlossenen Teilfläche F5. Er geht problemlos auf. Eine Nachbemessung der Notüberläufe entfällt, da an der Nord/Ost und Süd/Ost Seite der Terrassen jeweils eine freie Entwässerung über die Fassade bei einem Aufstauereignis stattfinden kann.

Überprüfung des Bauteils "Steildach"

- Wohnnutzung im DG
- Unbelüftetes Dach (Warmdach). Bei Wassereintritt: Hohes Schadensausmaß.
- Deckwerkstoff Titanzinkblech mit Stehfalz: Bei fachgerechter Verarbeitung vergleichsweise hoher Schutzgrad. RDN: In weiten Teilen sicher eingehalten.
- Vorgehängte Dachrinne auf der Vorderseite des Gebäudes ist schlecht zu warten (Nachteil).
- Entwässerungsführung ist als kaskadenartig zu bezeichnen (eher schlecht).
- Geringe Anzahl von Durchdringungen der Dachhaut (eher positiv).
- Es existiert ein Zwerchhaus, welches zu komplizierteren Dachanschlüssen führt.
- → Gesamtbewertung Bauteil



Überprüfung des Bauteils "Flachdach"

- Keine Flachdachbereiche vorhanden (außer Tiefgarage); dies ist positiv für das Gesamtgebäude zu werten!
- → Gesamtbewertung Bauteil



Überprüfung des Bauteils "Dachterrassen"

- Plattenbelag im Splittbett.
- Kein Gefälle der Wasserabführenden Schicht (massiver Nachteil!).
- Die Randaufkantung an der Terrassentür beträgt 5 cm über OK Nutzschicht und es existiert eine Entwässerungsrinne mit Gitterrost.
- Die Notüberläufe entwässern frei über die Fassade
- Es gibt nur eine geringe Anzahl von Durchdringungen durch die Abdichtungsschichten der Dachterrasse.
- → Gesamtbewertung Bauteil



Überprüfung des Bauteils "Balkone"

- Umlaufende Aufkantung der Balkonfertigteilplatten (geringe Verletzbarkeit!)
- Entwässerung vorhanden und Notentwässerung frei über Fassade.
- → Gesamtbewertung Bauteil



Überprüfung des Bauteils "Giebel im Dachbereich (Holzbekleidung)"

- Homogener Materialeinsatz und robustes Fassadenmaterial
- Geringe Dachüberstände.
- → Gesamtbewertung Bauteil



Überprüfung des Bauteils "Restliche Fassade (WDVS)"

- Kein separater konstruktiver Feuchteschutz des WDVS (z.B. durch großen Dachüberstand).
- Gewähltes Fassadenmaterial/-aufbau ist als wenig robust zu bezeichnen (WDVS).
- → Gesamtbewertung Bauteil



Überprüfung des Bauteils "Fenster"

- Holzfenster (höherer Wartungsaufwand).
- Feststehende Elemente schwierig zu warten (Erreichbarkeit).
- Wetterschenkel teilweise mit Aluminiumprofil geschützt (Verlängerung der Wartungsintervalle).
- → Gesamtbewertung Bauteil



Überprüfung des Bauteils "Erdberührte Bauteile"

- Art der Wassereinwirkung: Aufstauendes Sickerwasser.
- Einfache Geometrie.
- Lichtschächte mit funktionsfähiger Entwässerung.
- → Gesamtbewertung Bauteil



4.4.3 Darstellen der Untersuchungsergebnisse

In Abbildung 44 ist an ausgewählten Detailpunkten die Verletzbarkeit schematisch dargestellt. Die Analyse erfolgte auf Grundlage der in Punkt 3.4 dargestellten Methode zur Verletzbarkeitsanalyse von Gebäuden gegenüber Starkregen.

Vor allem auf die zur schnellen und schadensfreien Ableitung des anfallenden Regenwassers notwendige Planung der Entwässerung von Dach und Dachterrassen ist ein besonderes Augenmerk zu richten. Auch wenn die Nachweise für die Kastenrinne, die Regenwasserfallleitungen und die Dachterrassen aufgehen, ist vor allem das fehlende Gefälle der Dachterrassen als negativ zu bewerten (Ein Gefälle von mindestens 2 % wäre wünschenswert und sorgt für eine bessere Ableitung des anfallenden Wassers).

Als weniger kritisch sind die Tiefgarage mit Lichtschächten und die Fassadenbereiche, welche mit einem WDVS ausgestattet sind, zu sehen, obwohl diese Konstruktionen eine sorgfältige Planung, Ausführung und Wartung zur dauerhaften Schadensfreiheit benötigen. Kleinere Versäumnisse oder Fehler in einem der drei genannten Bereiche können zu erheblichen Schäden an der jeweiligen Konstruktion führen, welche daraufhin hohe Instandsetzungsaufwendungen mit relevanten wirtschaftlichen Folgen für die Eigentümer nach sich ziehen können.

Als gut gelöste Baukonstruktionen bzw. Bauteile sind das Tonnendach mit Titanzinkdeckung und die Holzschalung der Giebel zu bewerten. Hier wurden Konstruktionen gewählt, welche eine geringe Verletzbarkeit gegenüber Starkregen aufweisen und dadurch sowohl einen hohen Widerstand, einen geringen und leicht auszuführenden Wartungs- und Instandsetzungsaufwand als auch einen wirtschaftlichen Vorteil in ihrer Langlebigkeit bei eingehaltenen Wartungsintervallen besitzen. Kommt es jedoch trotz aller Vorkehrungen zu einem Wassereintritt in die Dachkonstruktion, kann der Instandsetzungsaufwand hoch sein, da es sich um ein unbelüftetes Warmdach handelt und das Dachgeschoss als Wohnraum genutzt wird.

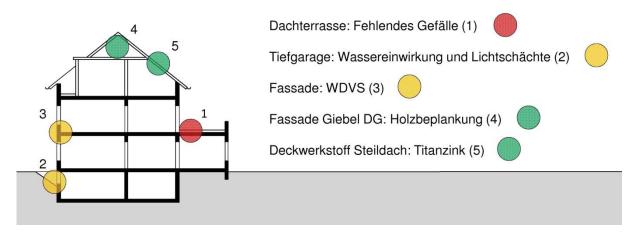


Abbildung 44: Schematische Darstellung der Verletzbarkeit ausgewählter Detailpunkte des Beispielgebäudes.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen können im nächsten Schritt Verbesserungsvorschläge in Form von möglichen Anpassungsmaßnahmen der einzelnen, als kritisch angesehenen Konstruktionen erarbeitet und deren Wirtschaftlichkeit diskutiert werden.

4.5 Nichtwohngebäude und Hagel

Die Methoden zur Untersuchung der Einwirkung Hagel auf Gebäude werden an einem Typenbau der 1970er Jahre, wie auf der folgenden Abbildung zu sehen, durchgeführt. Es handelt sich hierbei um eine Stahlskelettkonstruktion aus einem Metallleichtbaukombinat (MLK).



Abbildung 45: Repräsentant für die Untersuchung der Einwirkung Hagel (Foto: Fahrion 2012)

Gemäß den bereits beschriebenen Methoden zur Untersuchung der Verletzbarkeit von Gebäuden und Baukonstruktionen müssen zunächst sämtliche mit Hagel in Verbindung kommende Bauteile auf ihren Hagelwiderstand hin untersucht werden. Dabei müssen sie einem Aufprall von bis zu 3 cm großen Hagelkörnern Stand halten. Die nachfolgende Abbildung zeigt schematisch, welche Bauteile als potentielle Schwachstellen in Betracht gezogen und dementsprechend weiter untersucht werden.

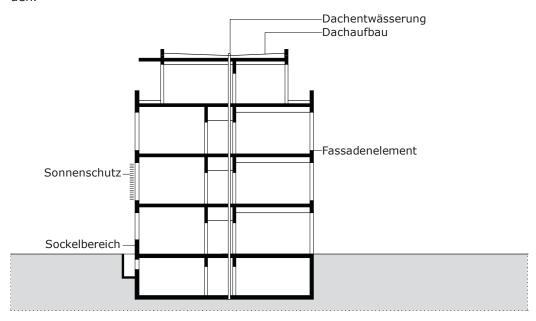


Abbildung 46: Potentielle Schwachstellen in Bezug auf Hagelereignisse.

4.5.1 Dachaufbau

Das Dach besitzt einen einschaligen, nicht belüfteten Aufbau (Warmdach). Die oberste, mit Hagel in Verbindung kommende Schicht ist dabei die Abdichtung, was noch einmal auf der folgenden Abbildung zu sehen ist. Hier wird der genaue Dachaufbau im Bereich der Attika gezeigt.

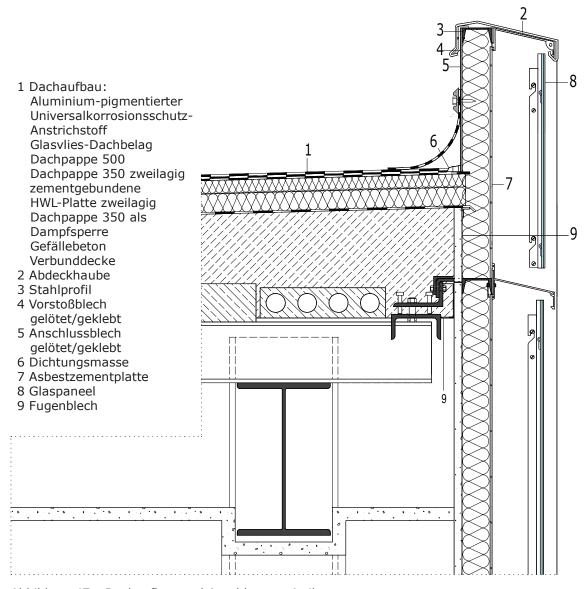


Abbildung 47: Dachaufbau und Anschluss an Attika.

Aus der Zeichnung geht hervor, dass die Abdichtungsebene aus insgesamt drei Lagen besteht. Die obere Lage bildet ein Glasvlies-Dachbelag mit Aluminium-pigmentiertem Universalkorrosionsschutz-Anstrichstoff, was nach heutigen Produktbezeichnungen in etwa einer Bitumendichtungsbahn mit Glasvlieseinlage (G200 S4) entspricht.

In DIN EN 13583:2011-10 – Abdichtungsbahnen – Bitumen, Kunststoff- und Elastomerbahnen für Dachabdichtungen – Bestimmung des Widerstandes gegen Hagelschlag, wird das Prüfverfahren zur Bestimmung des Hagelwiderstandes der jeweiligen Dichtungsbahnen beschrieben. Da es sich im konkreten Fall um eine bereits eingebaute Abdichtung handelt, kann keine Prüfung an diesem Bauteil durchgeführt werden. Eine Prüfung an einer neuen Dachabdichtung, die in ihren Eigenschaften mit der eingebauten vergleichbar wäre, hätte wenig Aussagekraft. Immerhin weist das verbaute Bauteil schon eine gewisse Vorschädigung aufgrund einer jahrelangen Bewitterung auf. Auch aus der Datenbank der Vereinigung kantonaler Feuerversicherer, welche Ergebnisse aus standardisierten Hagelwiderstandsprüfungen an verschiedenen Materialien beinhaltet, lassen sich keine Ergebnisse für dieses Produkt erzielen.

Da der Hagelwiderstand der oberen Abdichtungslage nicht eindeutig bestimmt werden kann, wird sich an der DIN V 20000-201:2006-11 – Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 201: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur Verwendung in Dachabdichtungen, orientiert. Diese empfiehlt für Bitumendachbahnen mit Glasvlieseinlage eine Verwendung als untere Lage in einer mehrlagigen Dachabdichtung. Die aktuelle Einbausituation als obere Lage einer mehrlagigen Abdichtung ist also nach aktuellem Normungsstand nicht zulässig und stellt einen potentiellen Schwachpunkt dar.

Unter diesen Voraussetzungen zeigt die folgende Tabelle die jeweilige Verletzbarkeit des Daches unter sämtlichen, für Hagel relevanten Punkten.

Tabelle 21: Klassifizierung der Verletzbarkeit des Daches

Klassifizierung	sehr hohe Verletzbarkeit	hohe Verletz- barkeit	mittlere Ver- letzbarkeit	geringe Ver- letzbarkeit	keine Verletz- barkeit
Hagelwider- standsklasse		Abdichtung nach Norm nicht für aktuelle Lage geeignet			
Bauteilfunktion	Wasserdichtheit				
Reparaturnot- wendigkeit	sofortige Repa- ratur nötig!				
Einsehbarkeit von Schwach- stellen				Schaden ist durch eine Dachbegehung feststellbar	
Zugänglichkeit von Schwach- stellen					Durch Aus- stiegsluken kann man ohne Probleme auf das Flachdach gelangen
Materialverfüg- barkeit				Material kann aus Baustoff- handel bezogen werden	
Personalanfor- derungen			Ausführbar durch Fachar- beiter		

Für eine Gesamteinschätzung der Verletzbarkeit des Daches werden die in Tabelle 21 gewonnenen Ergebnisse gewichtet und zusammengefasst. Ausschlaggebend ist nach den Vorgaben aus Punkt 3.5 die Hagelwiderstandsklasse, welche aufgrund fehlender Materialprüfungen nur qualitativ bestimmt werden konnte. Da die restlichen Kategorien keine eindeutige Tendenz aufweisen, geht von dem Dach eine hohe Verletzbarkeit bei Hagelereignissen aus.

4.5.2 Dachentwässerung

Die Dachflächen des Gebäudes werden über insgesamt fünf innen liegende Dacheinläufe mit einem Durchmesser von DN 80 entwässert. Dabei besitzen die äußeren Einläufe eine Einzugsfläche von ca. 200 m² und die inneren Einläufe von ca. 180 m². Die nachfolgende Zeichnung soll die genaue Einbindung in die Dachkonstruktion verdeutlichen.

- 1 Flachdachablauf mit Laubfang
- 2 Dachaufbau:

Aluminium-pigmentierter Universalkorrosionsschutz-Anstrichstoff

Glasvlies Dachbelag

Dachpappe 500

Dachpappe 350 zweilagig

zementgebundene HWL-Platte zweilagig

Dachpappe 350 als Dampfsperre

Gefällebeton

Verbunddecke

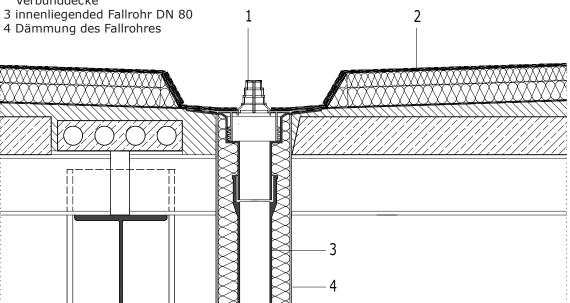


Abbildung 48: Detailzeichnung Dacheinlauf.

In Abbildung 48 ist zu erkennen, dass der Dacheinlauf in einer Vertiefung sitzt und zum Schutz vor Verstopfung mit einer Kunststoffabdeckung ausgestattet ist. Diese konstruktive Ausbildung ist für die Funktion der Wasserabführung zwar optimal, da das Wasser am tiefsten Punkt abgeführt wird und sich der Dacheinlauf durch das Laubfanggitter nicht zusetzen kann. In Bezug auf Hagelereignisse kann das allerdings problematisch werden.

Da ein Hagelschauer meistens mit Regen einhergeht, werden die auf dem Dach verteilten Hagelkörner durch das anfallende Regenwasser zu den Entwässerungseinläufen gespült und können in der Senke zur Verstopfung führen. Als Folge kommt es zum Anstau von Regenwasser, was zum einen eine erhöhte Auflast für die Tragkonstruktion des Daches bedeutet und zum anderen eine größere Belastung der Dachabdichtung darstellt. Auch wenn hier das Bauteil an sich einen hohen Hagelwiderstand besitzt, stellt seine konstruktive Ausbildung doch einen Schwachpunkt hinsichtlich der Verletzbarkeit bei Hagelereignissen dar. Für eine Einordnung in die Klassifizierungsampel müsste man demnach von einer mittleren Verletzbarkeit ausgehen. Diese Einordnung und die Klassifizierung der weiteren Abfragewerte sind in der folgenden Tabelle aufgeschlüsselt.

Tabelle 22: Klassifizierung der Verletzbarkeit des Daches

Klassifizierung	sehr hohe Verletzbarkeit	hohe Verletz- barkeit	mittlere Ver- letzbarkeit	geringe Ver- letzbarkeit	keine Verletz- barkeit
Hagelwider- standsklasse			durch konstruk- tive Ausbildung der Entwässe- rungseinläufe entsteht Gefahr der Verstopfung und Wasseran- stauung		
Bauteilfunktion	Wasserdichtheit				
Reparaturnot- wendigkeit	sofortige Besei- tigung der Ver- stopfung nötig!				
Einsehbarkeit von Schwach- stellen				Schaden ist durch eine Dachbegehung feststellbar	
Zugänglichkeit von Schwach- stellen					Durch Aus- stiegsluken kann man ohne Probleme auf das Flachdach gelangen
Materialverfüg- barkeit					kein Material zur Beseitigung der Verstopfung nötig
Personalanfor- derungen					Ausführbar von Laien

Auch hier hat die Hagelwiderstandsklasse bei der Wichtung der Gesamtverletzbarkeit die oberste Priorität. Da alle anderen Abfragen wie auch bei der Dachabdichtung keine eindeutige Tendenz aufweisen, geht von der Dachentwässerung eine mittlere Verletzbarkeit aus.

4.5.3 Sonnenschutz

Am Beispielgebäude befindet sich ein außenliegender Sonnenschutz in Form von Lamellen-Raffstores, welche dem Fabrikat Warema E 80 A2 entspricht²³ und in der nachfolgenden Abbildung zu sehen ist.

²³ Vergleiche Schulte 2011



Abbildung 49: Ansicht außenliegender Sonnenschutz (Foto: Fahrion 2011).

Aus der Datenbank der Vereinigung kantonaler Feuerversicherer, welche den in standardisierten Prüfverfahren ermittelten Hagelwiderstand von verschiedenen Materialen beinhaltet, geht hervor, dass Lamellenraffstores nur einen geringen Hagelwiderstand von HW 1 bis HW 2 aufweisen. Damit kann der Sonnenschutz einen Hagelschlag mit einem Korndurchmesser von bis zu 2 cm unbeschadet überstehen. Da in der Region Dresden jedoch mit bis zu 3 cm starken Hagelkörnern zu rechnen ist, ist eine Beschädigung nicht auszuschließen. Konkret würden Hagelkörner Dellen in den Metalllamellen verursachen und diese sogar verbiegen, so dass der Sonnenschutz an einzelnen Fenstern nicht mehr in die Schutzstellung gebracht werden kann.

Die Tatsache, dass am Beispielgebäude ein sogenannter "Windwächter" installiert ist, welcher den Sonnenschutz bei zu hohen Windgeschwindigkeiten einfährt, verringert das Schadenspotential, da Hagelereignisse in der Regel mit Sturm einhergehen. Ungeachtet dessen sind aus der Praxis auch Fälle bekannt, bei denen der Windwächter infolge eines Sturms zuerst zerstört wurde und somit der Sonnenschutz nicht eingefahren werden konnte. In solch einem Fall ist der Sonnenschutz dem Hagel ausgesetzt und wird ebenfalls zerstört. Aus diesem Grund soll für den Sonnenschutz des Untersuchungsgebäudes hypothetisch das Verletzbarkeitsrisiko für den Fall eines durch ein Hagelereignis zerstörten Windwächters untersucht werden. Die Ergebnisse werden wie schon bei den Bauteilen zuvor in einer Klassifizierungstabelle aufgelistet.

Tabelle 23: Klassifizierung der Verletzbarkeit des Sonnenschutzes

Klassifizierung	sehr hohe Verletzbarkeit	hohe Verletz- barkeit	mittlere Ver- letzbarkeit	geringe Ver- letzbarkeit	keine Verletz- barkeit
Bauteilfunktion			Aussehen, Lichtabschir- mung, Licht- durchlässigkeit		
Reparaturnot- wendigkeit		Zügige Repara- tur nötig, um Nutzerkomfort zu erhalten			
Einsehbarkeit von Schwach- stellen					Schaden ist ohne Probleme einsehbar
Zugänglichkeit von Schwach- stellen		Aufwändige Zugänglichkeit, Gerüst und Abbau von Fassadenele- menten nötig			
Materialverfüg- barkeit			Verfügbar in Fachfirmen		
Personalanfor- derungen			Ausführbar durch Fachar- beiter		

Nach dieser Klassifizierungstabelle würde für den Fall einer Beschädigung des Windwächters der außenliegende Sonnenschutz eine hohe Verletzbarkeit für das Gebäude darstellen. Wird eine Beschädigung des Windwächters infolge von Sturm und Hagel durch geeignete konstruktive Maßnahmen verhindert, besteht keine Gefahr für den Sonnenschutz, da er sich im Hagelfall in Sicherheitsstellung hinter dem Fassadenelement befindet.

4.5.4 Fassadenelement und Sockelbereich

Nach Abbildung 46 gibt es noch drei potentielle Schadensbereiche (Fassadenelement und Sockelbereich). Doch sowohl das Fassadenelement aus 6 mm TVG als auch der Sockelbereich mit mineralischem Putz weisen einen ausreichend hohen Hagelwiderstand auf, so dass eine weiterführende Untersuchung überflüssig wird.

4.5.5 Zusammenfassung

Nachdem nun alle mit Hagel in Verbindung kommenden Bauteile des Beispielgebäudes im Wasapark eingehend untersucht wurden, soll die folgende Abbildung zu einer besseren Verdeutlichung der Schwachstellen dienen.

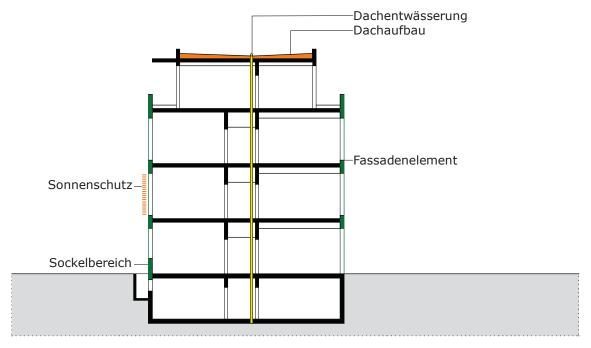


Abbildung 50: Verletzbarkeitsrisiko der mit Hagel in Verbindung kommenden Bauteile.

5. Literatur

BBR 2011 Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung: *Handbuch zu den neuen Testreferenzjahren 2011*. Bonn: Internetressource des

Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2011.

Beniston 2004 Beniston, M.: The 2003 heat wave in Europe: A shape of things to

come? An analysis based on Swiss climatological data and model simulations. In: Geophysical Research Letters 31 (2004), S. 2022–

2026.

Bernhofer et al.

2010

Bernhofer, C.; Goldberg, V.; Heidenreich, M.: *Analyse von Klimakenngrößen für das REGKLAM-Teilprojekt 3.1.1*. Tharandt, 2010.

Bissolli et al. 2010 Bissolli, P.; Rapp, J.; Friedrich, K.; Ziese, M.; Weigl, E.; Nitsche, H.;

Malitz, G.; Becker, A.: Zur Rolle des Starkniederschlages am 7.-9. August 2010 im Dreiländereck Polen, Tschechien, Deutschland bei der Entstehung der Hochwasser von Neiße, Spree und Elbe. Deutscher Wetterdienst, Geschäftsbereich Klima und Umwelt. Offenbach

am Main. 2010.

Blümel et al. 1986 Blümel, K.; Hollan, E.; Kähler, M.; Peter, R.: Entwicklung von Testre-

ferenzjahren (TRY) für Klimaregionen der Bundesrepublik Deutschland. Institut für Geophysikalische Wissenschaften – Fachrichtung Theoretische Meteorologie der Freien Universität Berlin, Dr.-Ing. Axel Jahn Beratender Ingenieur Düsseldorf. Berlin: Institut für Geophysikalische Wissenschaften, 1986. Bundesministerium für Forschung und Technologie Forschungsbericht T 86-051. Technologische For-

schung und Entwicklung – Nichtnukleare Energietechnik.

Christoffer et al.

2004

Christoffer, Jürgen; Deutschländer, Thomas; Webs, Monika: *Testre-ferenzjahre von Deutschland für mittlere und extreme Witterungs-verhältnisse TRY*. Offenbach: Selbstverlag des Deutschen Wetter-

dienstes, 2004.

DIN EN ISO 13786 DIN EN ISO 13786 (2008-04): Wärmetechnisches Verhalten von

Bauteilen – Dynamisch-thermische Kenngrößen – Berechnungsverfahren. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

DIN EN 1991-1-3 DIN EN 1991-1-3 (2010-12): Eurocode 1: Einwirkungen auf Trag-

werke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten. Deut-

sches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

DIN EN 1991-1-4 (2010-12): Eurocode 1: Einwirkungen auf Traq-

werke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten. Deutsches

Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

DIN V 18599-2 DIN V 18599-2 (2007-02): Vornorm Energetische Bewertung von

Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen.

Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

DIN V 18599-4 DIN V 18599-4 (2007-02): Vornorm Energetische Bewertung von

Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung. Deutsches Insti-

tut für Normung e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

DIN V 18599-10 DIN V 18599-10 (2007-02): Vornorm Energetische Bewertung von

Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. Deutsches Institut

für Normung e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

DIN V 4108-6 DIN V 4108-6 (2003-06): Vornorm Wärmeschutz und Energie-

Einsparung in Gebäuden – Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärmeund des Jahresheizenergiebedarfs. Deutsches Institut für Normung

e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

DIN 4108-2 DIN 4108-2 (2003-07): Wärmeschutz und Energie-Einsparung in

Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag, Berlin.

E DIN 4108-2 E DIN 4108-2 (2011-10): Entwurf Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den

Wärmeschutz. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth-Verlag,

Berlin.

Fahrion et al. 2012 Fahrion, M.-S.; Nikolowski, J.; Zimm, J.; Naumann, T.: Gebäude

unter den Einwirkungen des Klimawandels : Relevante Einwirkungen auf Gebäude. In: Weller, B. Naumann, T; Jakubetz, S. (Hrsg.).:

REGKLAM-Publikationsreihe – Heft 3. Berlin: Rhombos-Verlag, 2012

Meehl et al. 2007 Meehl, G.A.; Stocker, T.F.; Collins, W.D; Friedlingstein, P.; Gaye,

A.T.; Gregory, J.M.; Kitoh, A.; Knutti, R.; Murphy, J.M.; Noda, A.; Raper, S.C.B.; Watterson, I.G.; Weaver, A.J.; Zhao, Z.-C.: *Global Climate Projections*. In: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (Hrsg): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge,

2007, S. 747-846

2009

Müller-Westermeier Müller-Westermeier, G.; Riecke, W.: *Die Witterung in Deutschland*. und Riecke 2004 In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.): Klimastatusbericht 2003. Offen-

bach, 2004, S. 71–78.

Naumann et al. Naumann, T.; Nikolowski, J.; Golz, S.: Der gebäudetypologische

VERIS-Elbe-Ansatz zur Ermittlung von Überflutungsschäden an Gebäuden im Klimawandel. In: Mörsdorf, F. L.; Ringel, J.; Strauß, C. (Hrsg.): Anderes Klima, Andere Räume! Zum Umgang mit Erscheinungsformen des veränderten Klimas im Raum. Norderstedt. pp.

227-240. 2009

Naumann et al.

2010

Naumann, T.; Nikolowski, J.; Golz, S.; Schinke, R.: Resilience and Resistance of Buildings and Built Structures to Flood Impacts - Approaches to Analysis and Evaluation. In: Müller, B. (Ed.): German Annual of Spatial Research and Policy 2010. Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg, 89-100. 2010.

Nikolowski et al.

2012a

Nikolowski, J; Golz, S.; Naumann, Th.: *Vulnerabilitätsanalyse von Gebäuden und Baukonstruktionen – Gefahren durch Überflutung und Starkregen.* 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France Conference Proceeding, 2012.

Nikolowski et al.

2012b

Nikolowski, J.; Zimm, J.; Naumann, Th.: Verletzbarkeit und Anpassungsmöglichkeiten von Gebäuden und Baukonstruktionen an die Folgen des Klimawandels am Beispiel der Modellregion Dresden. Proceeding METTOOLS VIII – Leipzig. In: Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Institut für Meteorologie der Universität Leipzig, Band 49. Leipzig, 2012.

Schmitz et al. 2008

Schmitz, H.; Krings, E.; Dahlhaus, U.; Meisel, U.: *Baukosten 2008, Instandsetzung, Sanierung, Modernisierung, Umnutzung*. Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen. 2008.

Schönwiese et al.

2004

Schönwiese, C.-D.; Staeger, T.; Trömel, S.; Jonas, M.: *Statistisch-klimatologische Analyse des Hitzesommers 2003 in Deutschland*. In: Deutscher Wetterdienst (Hrsg.): Klimastatusbericht 2003. Offenbach, 2004, S. 123–132.

Schulte 2011

Schulte, A.: Diplomarbeit - Klimaanpassungsstrategie im Verwaltungsgebäudebestand. Dresden, Institut für Baukonstruktion: 2011

Stucki 2007

Stucki, M.; Egli, T.: *Synthesebericht Elementarschutzregister Hagel: Untersuchungen zur Hagelgefahr und zum Widerstand der Gebäudehülle*. Bern: Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherungen, 2007.