

Gebäudeschutzmaßnahmen vor Extremwetterereignissen wie Starkregen, Hagel, Flut, Sturm und Überhitzung



Prof. Dr.-Ing. Jens Bolsius
Prof. Dr.-Ing. Thomas Naumann
Dipl.-Ing. Stefanie Kunze

Kommunaler Energie-Dialog Sachsen
04. November 2019 in Dresden

Umwelteinwirkungen auf Gebäude - aktuelle Forschungsfelder

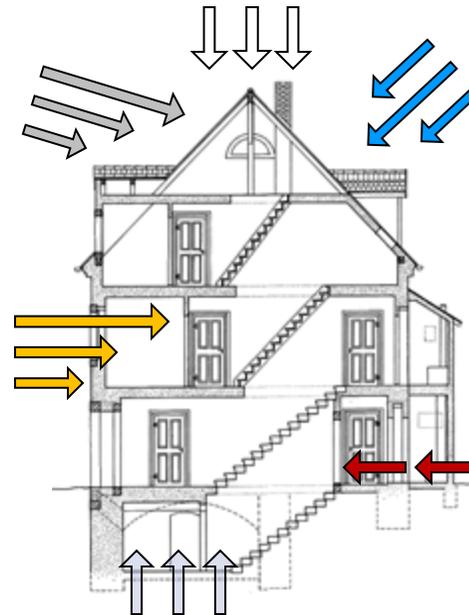
Sturm



Schnee



Sommerhitze



Starkregen



WAWUR

Wild abfließendes Wasser in urbanen Räumen
2019 – 2022 (BMU)

Hochwasservorsorgeausweis

Entwicklung + Erprobung
2018 – 2020 (SMUL / BDZ)

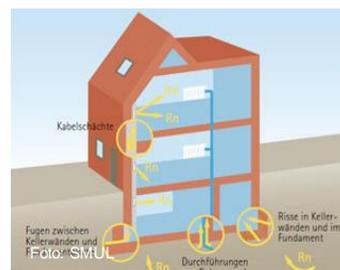
HeatResilientCity

Hitzeresiliente Stadtentwicklung in Großstädten
2017 – 2020 (BMBF)

Hagel



Radon



Überflutung



INNOVARU

Innovative Vulnerabilitäts- und Risikobewertung ggü. Überflutung
2019 – 2021 (BMBF)

Hochwassergepasstes Planen und Bauen

2018 – 2019 (GDV)

Adaptation Standard

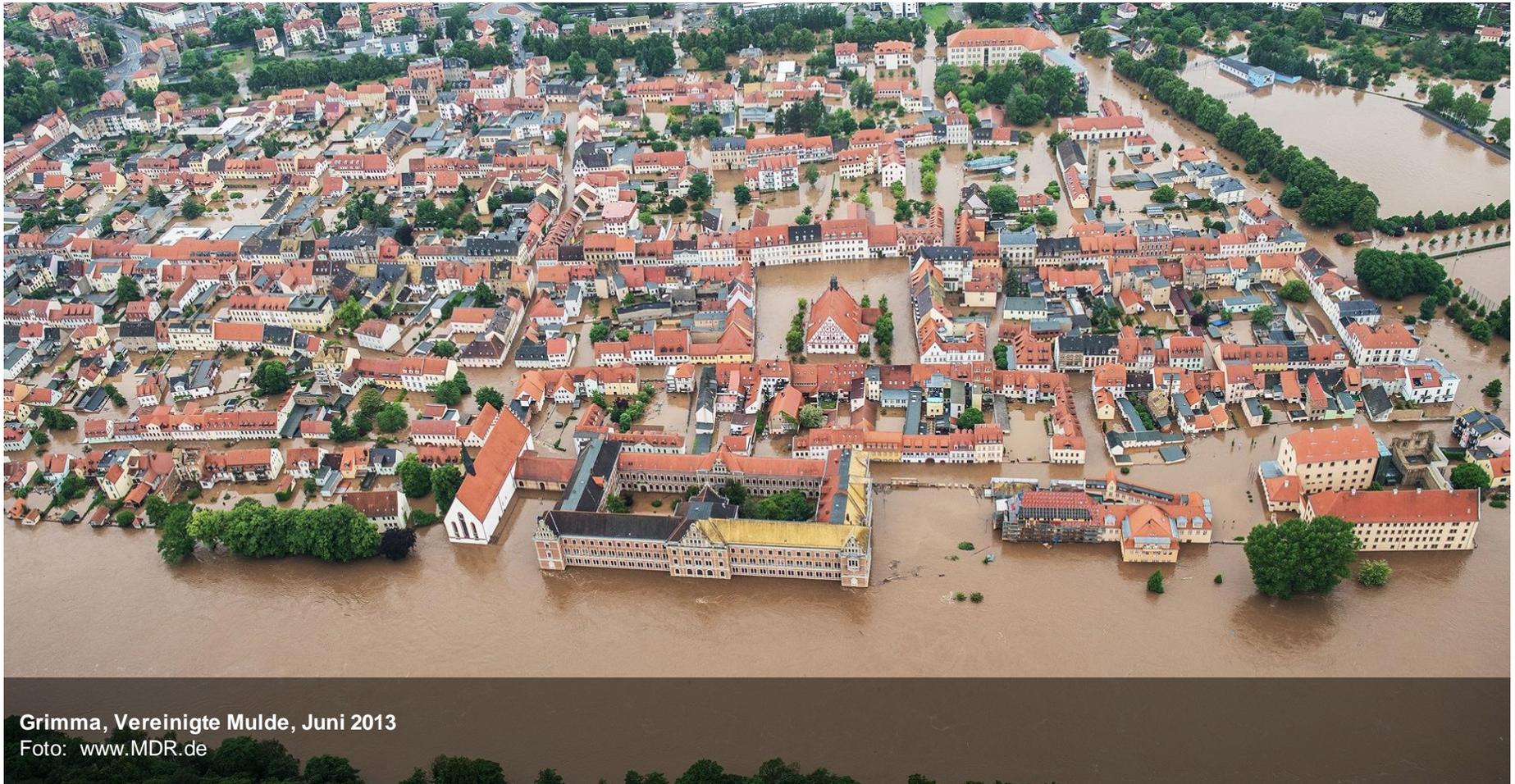
Analyse bestehender Normen auf Anpassungsbedarfe bzgl. der Folgen des Klimawandels
2018 – 2021 (UBA / Adelphi)

Sächsische Radontage

Jährliche Fachtagung (SMUL)

Schadenserfahrungen in Sachsen

HOCHWASSER DER VEREINIGTEN MULDE 2013 IN GRIMMA



Grimma, Vereinigte Mulde, Juni 2013
Foto: www.MDR.de

Klassifikation von Hochwasserereignissen



© GDV



© Schinke, Golz (IÖR)



© Lawson (University of Manchester)



© DPA



© dpad



© DPA

Schadensbefahrung

AUSGEWÄHLTE SCHADENSBILDER AN DECKEN- UND FUSSBODENKONSTRUKTIONEN



Schadens erfahrung

VERMEINTLICHE „GOOD PRACTICE“ ANSÄTZE FÜR DEN HOCHWASSERSCHUTZ



Schadensmechanismen

KLASSIFIZIERUNG VON SCHADENSBILDERN // SCHADENSTYPEN

Feuchte- und Wasserschäden



Strukturelle Schäden



Schäden durch Kontamination



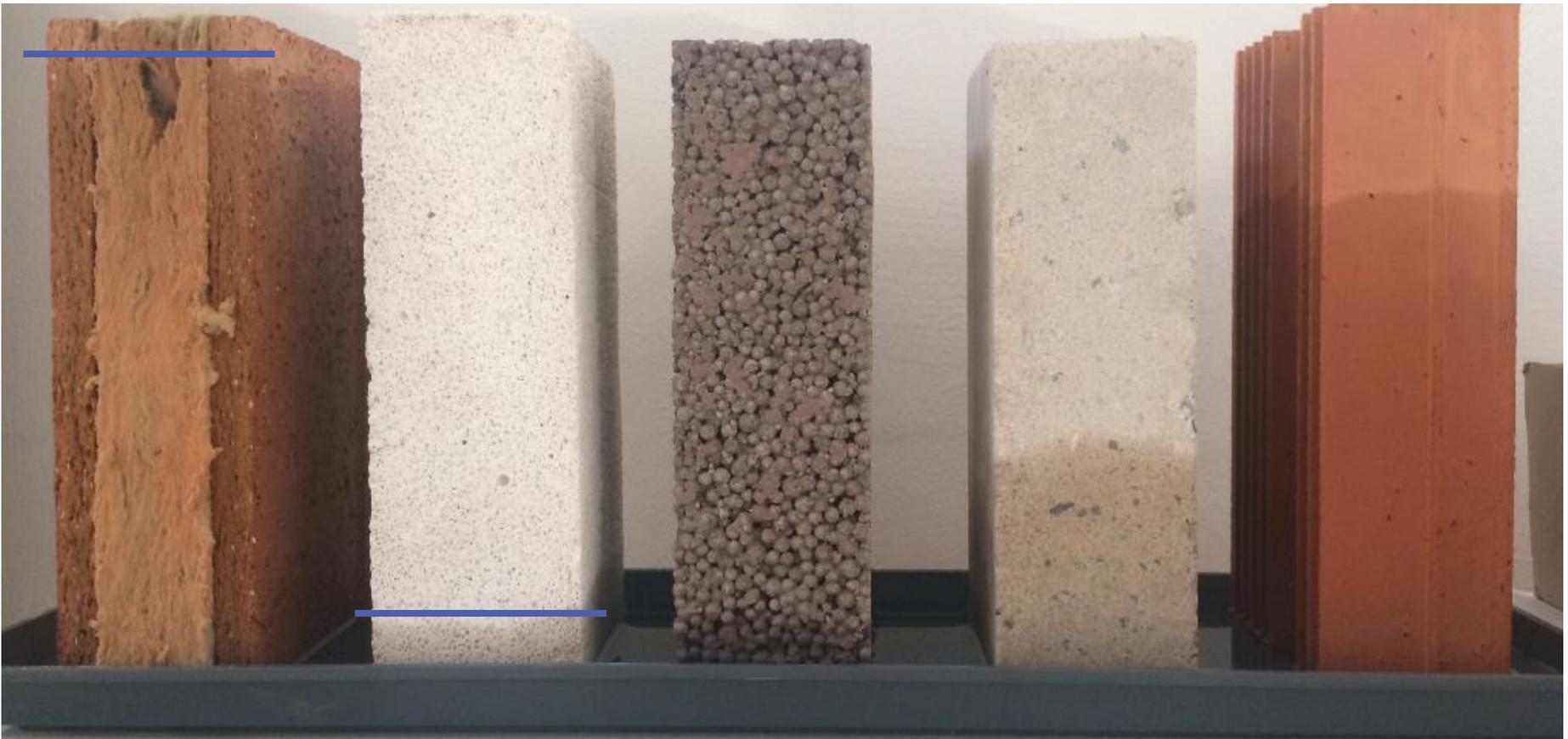
Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

BEWERTUNG DER SCHADENSANFÄLLIGKEIT

1. Beständigkeit der Baustoffe im Hinblick auf ihre **Festigkeitseigenschaften**, d. h. Beurteilung z. B. der Druckfestigkeit von Wandbaustoffen des Rohbaus oder der Haftzugfestigkeit von Putzen (Indikator = Haftzugfestigkeit bei Sättigungsfeuchte)
2. **Form- und Volumenbeständigkeit** (Dimensionsstabilität), d. h. Beurteilung z. B. der Quell- und Schwindverformung oder der Volumenexpansion bei Frost-Tau-Wechsel (Indikator = hygri sche Dehnung)
3. **Wasseraufnahmeverhalten**, d. h. Beurteilung der Intensität der Wasseraufnahme bei Überflutung (Indikator = Wasseraufnahmekoeffizient)
4. Eignung zur natürlichen oder technischen **Bautrocknung vor Ort** (Trocknungsverhalten), d.h. Beurteilung der Trocknungsgeschwindigkeit (Indikator = Trocknungskoeffizient)
5. **Erreichbarkeit und Demontierbarkeit** nach dem Hochwasserereignis (Indikator 1 = Anzahl der Füge- und Verbindungsstellen in einer Schichtenfolge; Indikator 2 = die Art der Verbindungsmittel)
6. Widerstandsfähigkeit gegenüber pilzlichem **Schädlingsbefall**, d. h. Beurteilung des Risikos eines Schädlingsbefalls infolge dauerhaft erhöhter Feuchtebelastung im Baustoff nach einem Überflutungsereignis (Indikator = Substratgüte, Nährmedium)

Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

WASSERAUFNAHMEVERHALTEN



Wasseraufnahmeverhalten verschiedener mineralischer Wandbaustoffe

von links nach rechts: (1) Hochlochziegel mit integrierter Mineralfaser-Wärmedämmung, (2) Porenbeton-Planstein, (3) Blähton-Mauerstein, (4) Leichtbeton-Blockstein, (5) Hochlochziegel

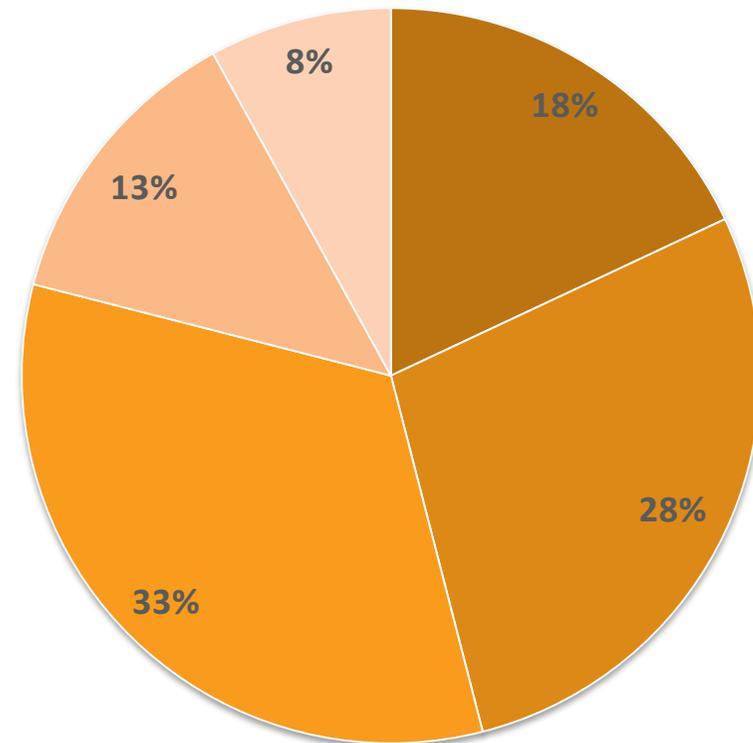
Wie verhalten sich übliche Bauarten bei Überflutung?

SCHADENSVERTEILUNG

Durchschnittliche Verteilung der
Wiederherstellungskosten nach einem
Hochwasserereignis bei Wohngebäuden (bei einer
Überflutungshöhe über OK FF EG von 1,0 m)

Analyse berücksichtigt insgesamt 28
Wohngebäudetypen, darunter auch Gebäudetypen
aus England und Spanien

- Deckenkonstruktionen
- Fußbodenaufbau
- Außenwandkonstruktionen
- Innenwandkonstruktionen
- Fenster und Türen



Strategien der Hochwasservorsorge

Öffentliche Vorsorge

Flächenvorsorge

Natürlicher
Wasserrückhalt

Technischer
Hochwasserschutz

Gefahrenabwehr
und Katastrophenschutz

Private Vorsorge

Informationsvorsorge

Bauvorsorge

Verhaltensvorsorge

Risikovorsorge

Hochwassergefahren
kennen,
aktives informieren,
frühzeitige Wahrnehmung

Angepasste
Bauweisen

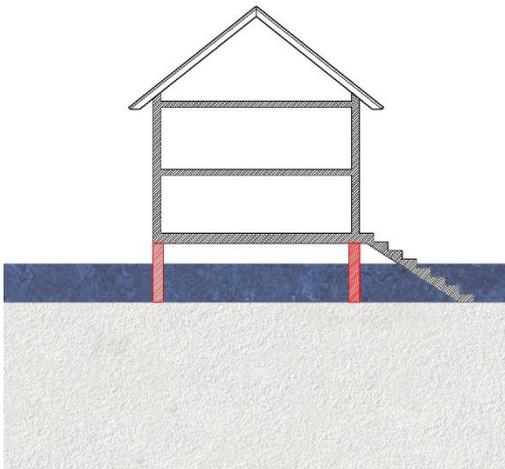
Notfallplan,
Hochwasserausrüstung,
Evakuierung von Inventar,
Notgepäck

Finanzielle Rücklagen,
Elementarschaden-
versicherung

Bauvorsorge

GLIEDERUNG VON MASSNAHMEN

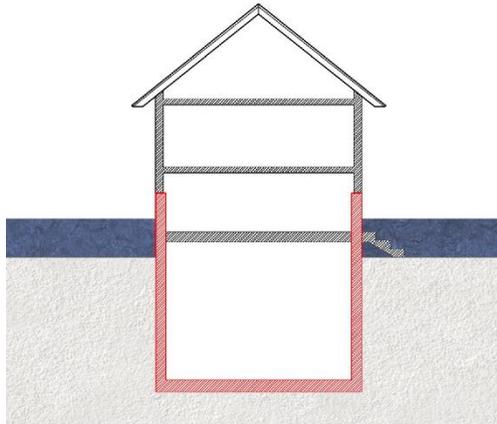
AUSWEICHEN



Hochwasser wird vom
Gebäude ferngehalten

bei sehr häufigen
HW-Ereignissen

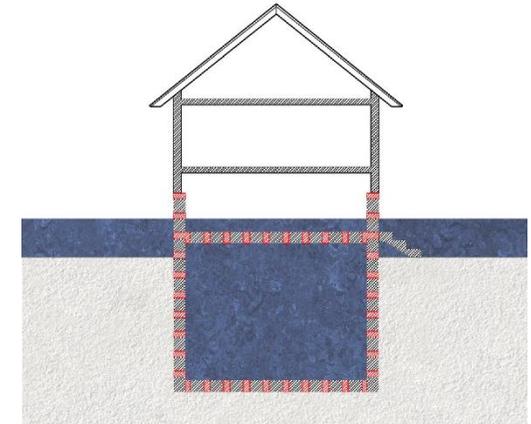
WIDERSTEHEN



Kein Wassereintritt in das
Gebäude (bis zu einer fest-
gelegten Überflutungshöhe)

bei häufigen
HW-Ereignissen

ANPASSEN



Planmäßiger
Wassereintritt
in das Gebäude

bei mittleren und
seltenen HW-Ereignissen

Handlungsoption „Ausweichen“

MASSNAHMEN

Neubauvorhaben **außerhalb festgesetzter Überschwemmungsgebiete** (Informationsangebot über Hochwasserrisiken in Sachsen: z. B. ZÜRS Public, LfULG)

Bewusste **Veränderung des Höhenniveaus** von Gebäuden (z. B. Aufschüttungen, Aufständierungen) bzw. von Gebäudeteilen zur Erhöhung des für eine Flutung erforderlichen Wasserstandes

Bewusste **Verlagerung hochwertiger Nutzungsbereiche** eines ggf. bestehenden Gebäudes aus potentiell hochwassergefährdeten Geschossen

Verzicht auf eine Unterkellerung bei der Errichtung neuer Gebäude

Hochwasserschutzsysteme (mobil, permanent) im Außenbereich, welche einen Siedlungsbereich oder ein Einzelgebäude vor dem Hochwasser abschirmen



Vereinsheim der SG Dresden-Striesen im Niedersedlitzer Flutgraben.

Foto © Nikolowski



Abschirmung von Einzelgebäuden mit mobilen Hochwasserschutzsystemen.

(hier: Toskana Therme Bad Schandau)

Quelle: RS Stepanek OHG

Handlungsoption „Widerstehen“

MASSNAHMEN

Vermeidung der Flutung eines Gebäudes durch **permanent wasserdichte Wand- und Fußbodenkonstruktionen** (DIN 18533; WU-Richtlinie des DAfStb)

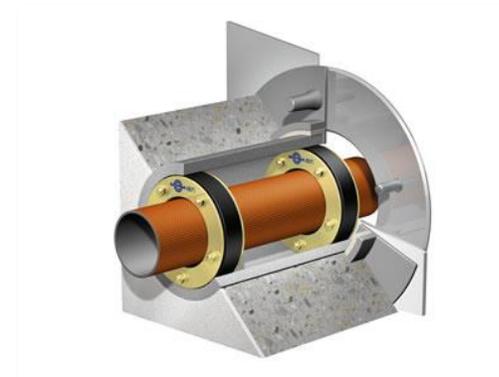
Verwendung geeigneter Barriersysteme für den **temporär wasserdichten Verschluss von Gebäudeöffnungen** (Fenster, Türen, Lichtschächte etc.) sowie von Durchdringungen (Medieneinführungen etc.) und der Kanalisation (Rückstausicherungen etc.)



Barriersystem vor Fensteröffnungen
Quelle: IBS



Luftkissen vor Fensteröffnungen
Quelle: HOWASU



Druckwasserdichte Rohrdurchführung
Quelle: Doyma

Handlungsoption „Anpassen“

MASSNAHMEN

DWA-Merkblatt „Hochwasserangepasstes Planen und Bauen“ (2016) und „**Hochwasserschutzfibel**“ des BMUB (2015)

Verwendung **wenig schadensanfälliger Schichtenfolgen** für potentiell gefährdete Wand-, Decken- und Fußbodenkonstruktionen

Verwendung **wenig schadensanfälliger Bauteile** für hochwasserbeanspruchte Ausbaukonstruktionen (Türen, Fenster, Bodenbeläge, Wandbekleidung)

Planmäßige Dimensionierung und Verwendung **rasch demontierbarer** Konstruktionselemente

Planung angepasster haustechnischer Anlagen gemäß **VDI 6004, Blatt 1**

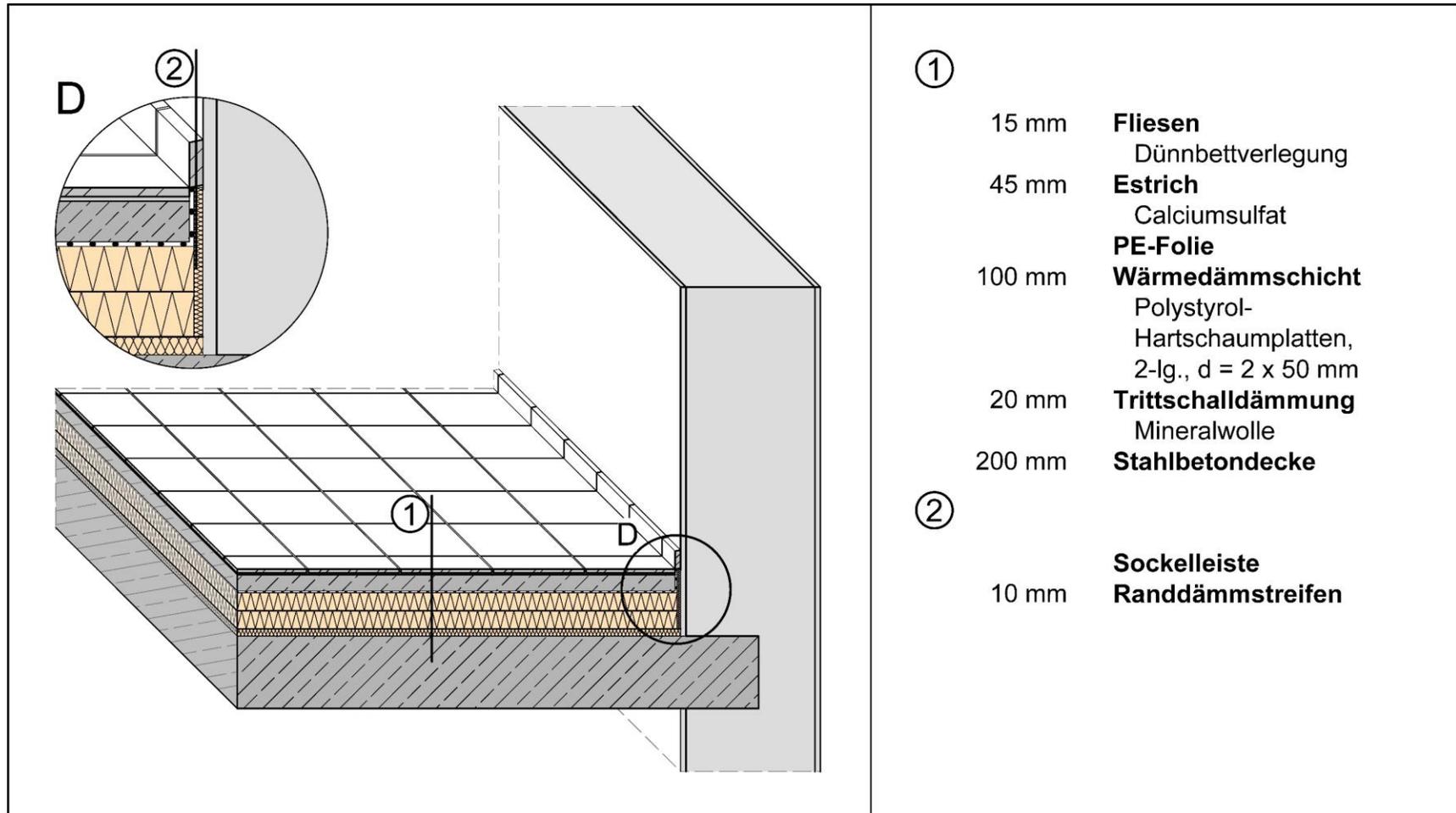


Steinsichtige Wandflächen und Fußboden-
aufbau mit Schaumglas und Gussasphaltestrich

© Golz, 2015

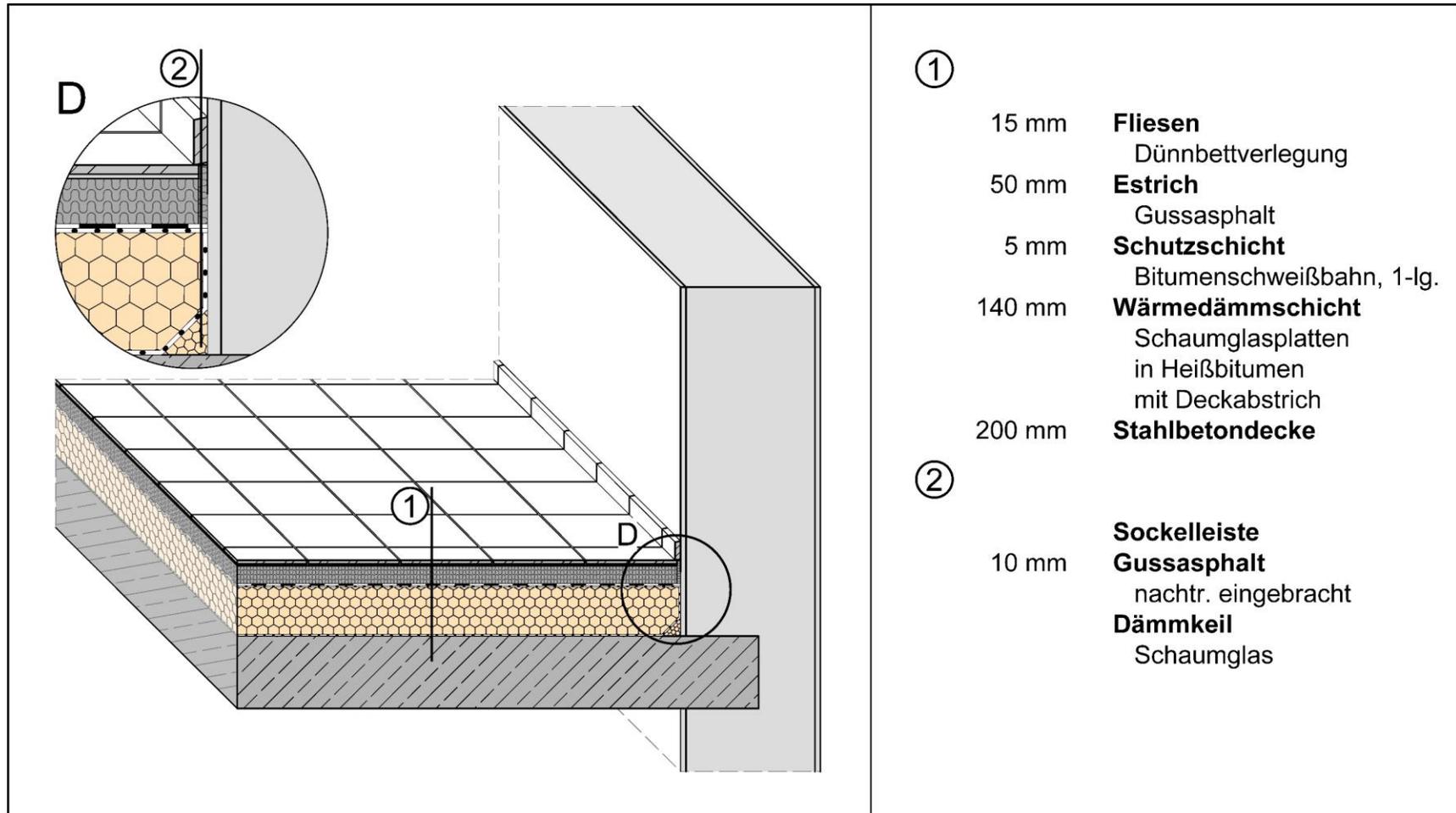
Decken- und Fußbodenkonstruktionen

FLACHE MASSIVDECKE ÜBER KELLER- BZW. ERDGESCHOSS // IST-ZUSTAND



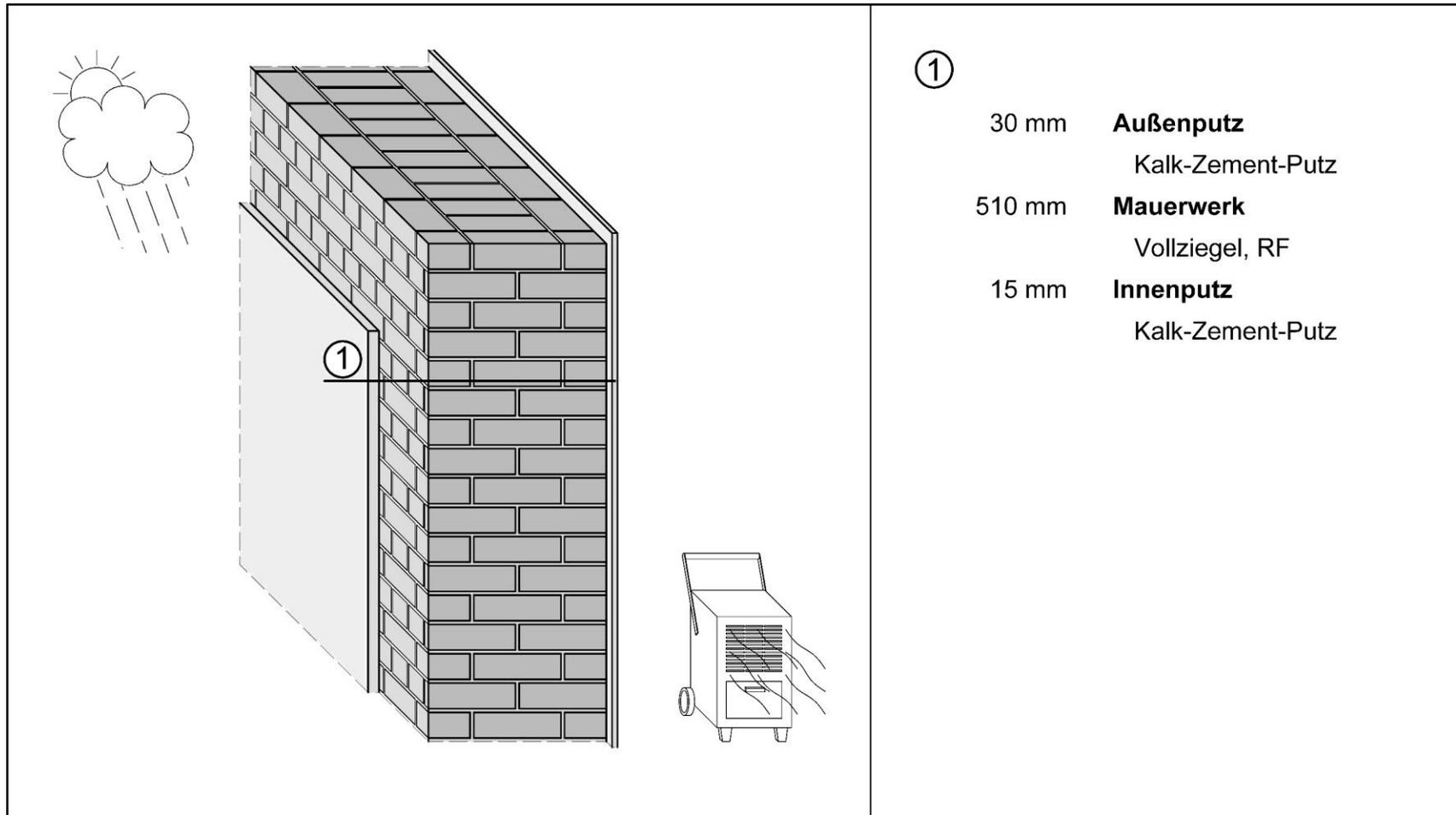
Decken- und Fußbodenkonstruktionen

FLACHE MASSIVDECKE ÜBER KELLER- BZW. ERDGESCHOSS // ZIEL-ZUSTAND



Außenwandkonstruktionen

TRADITIONELLES MAUERWERK AUS VOLLZIEGELN // IST-ZUSTAND



Außenwandkonstruktionen

TRADITIONELLES MAUERWERK AUS VOLLZIEGELN // ZIEL-ZUSTAND

The diagram illustrates two construction systems for a traditional brick wall. System 1 is located above the vertical waterproofing, while System 2 is located with vertical waterproofing above the ground level. The wall height is denoted as H, and the maximum water level is indicated as max. A detail D shows the waterproofing layer. A heater icon is also present.

①	oberhalb der Vertikalabdichtung
30 mm	Außenputz
510 mm	Mauerwerk
15 mm	Innenputz
②	mit Vertikalabdichtung über Gelände
20 mm	Außenputz
	Oberputz mit Egalierungsanstrich, Unterputz mit Gewebeeinlage
3 mm	Vertikalabdichtung
	bitumenfreie Dickbe- schichtung o. mineral. Dichtungsschlämme
15 - 20 mm	Ausgleichsputz
Systeme ① und ② mittels Putzprofil konstruktiv getrennt	
H = 30 cm ü. Bemessungswasserstand	

Umsetzung an Beispielobjekten



Beispielobjekt: Wohn- und Geschäftshaus

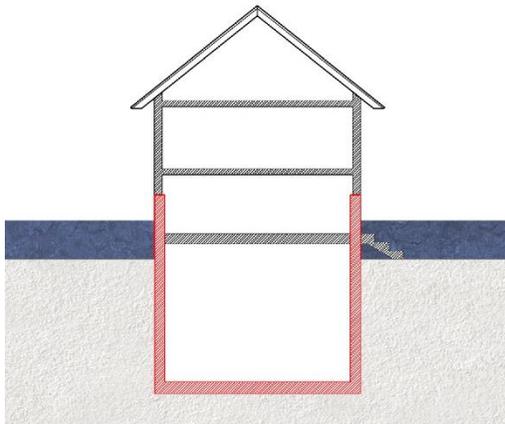
HOCHWASSERSTÄNDE – ERFAHRUNGEN AUS DER VERGANGENHEIT



Beispielobjekt: Wohn- und Geschäftshaus

BAUVORSORGEKONZEPT

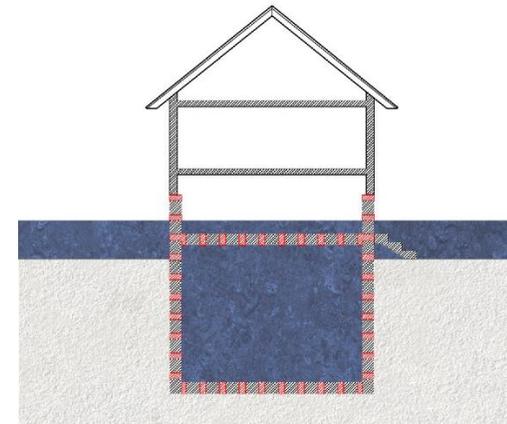
WIDERSTEHEN



Wassereintritt in das Gebäude wird (bis zu einer festgelegten Überflutungshöhe) verhindert

bei häufigen HW-Ereignissen
hier bis zu einem HQ_{10} , d.h. einem Wasserstand von etwa 125 cm ü GOK;
entspricht etwa 75 cm ü OKFF EG

ANPASSEN

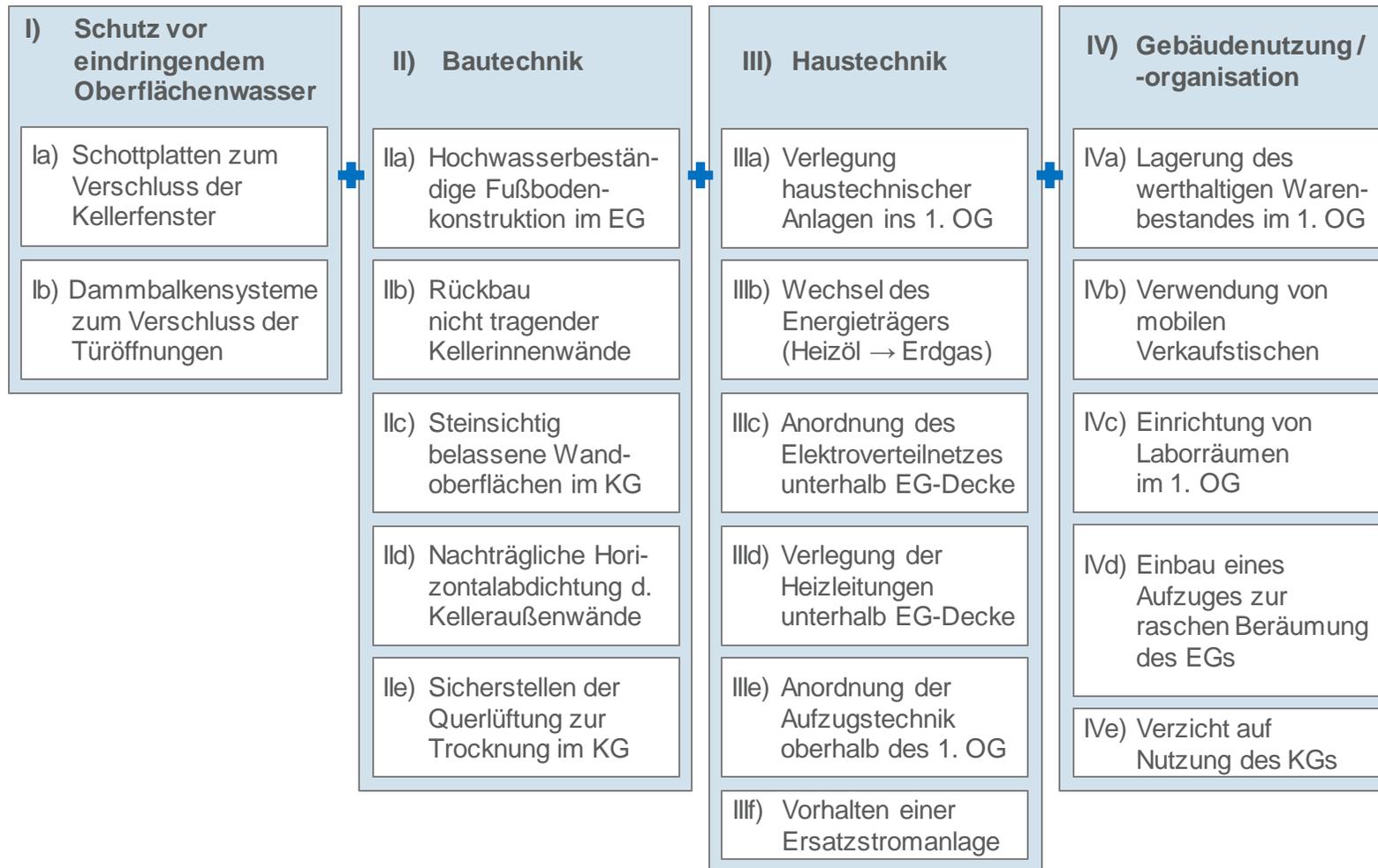


Planmäßiger Wassereintritt in das Gebäude

bei mittleren und seltenen HW-Ereignissen
hier ab einem HQ_{10} , d.h. einem Wasserstand von mehr als 125 cm ü GOK; entspricht mehr als 75 cm ü OKFF EG

Beispielobjekt: Wohn- und Geschäftshaus

BAUVORSORGEKONZEPT



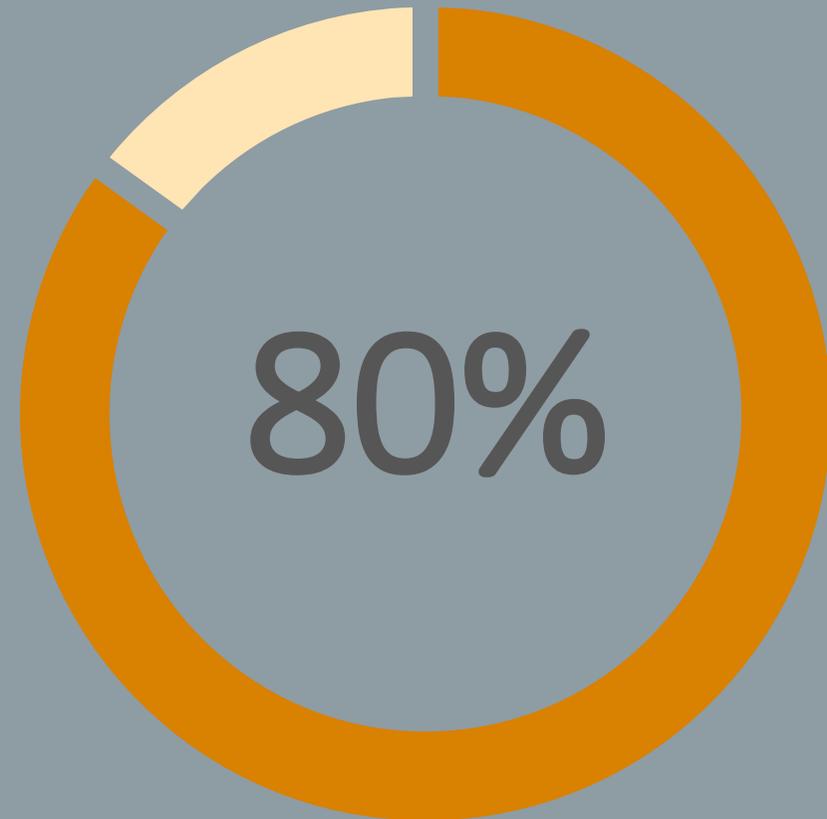
Hochwassereigenvorsorge

WIE WIRKSAM IST SIE?

WIE WIRKSAM SIND VORSORGE-
UND ANPASSUNGSMASSNAHMEN?

BAUVORSORGE MINDERT
DAS SCHADENSPOTENTIAL
UM DURCHSCHNITTLICH 80%*

* N > 8.000 Gebäude



Der Hochwasservorsorgeausweis und seine Anwendung.

PROJEKTGENESE

FACHGREMIIUM (Herbst 2017)



Landeshochwasserzentrum (LHWZ)



ZIELE



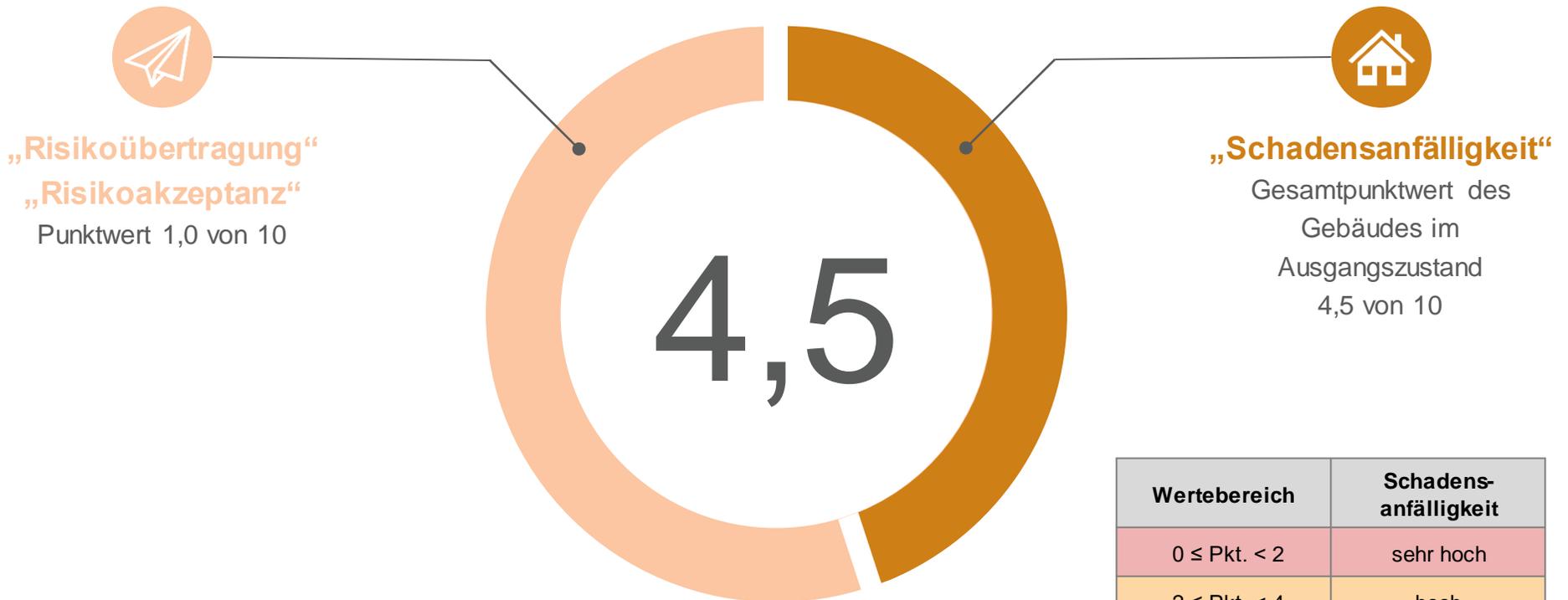
Was ist der Hochwasservorsorgeausweis?

ZWECK



Was ist der Hochwasservorsorgeausweis?

BEWERTUNG



AUSGANGSSITUATION FÜR EIN BEISPIELGEBÄUDE _ EE5

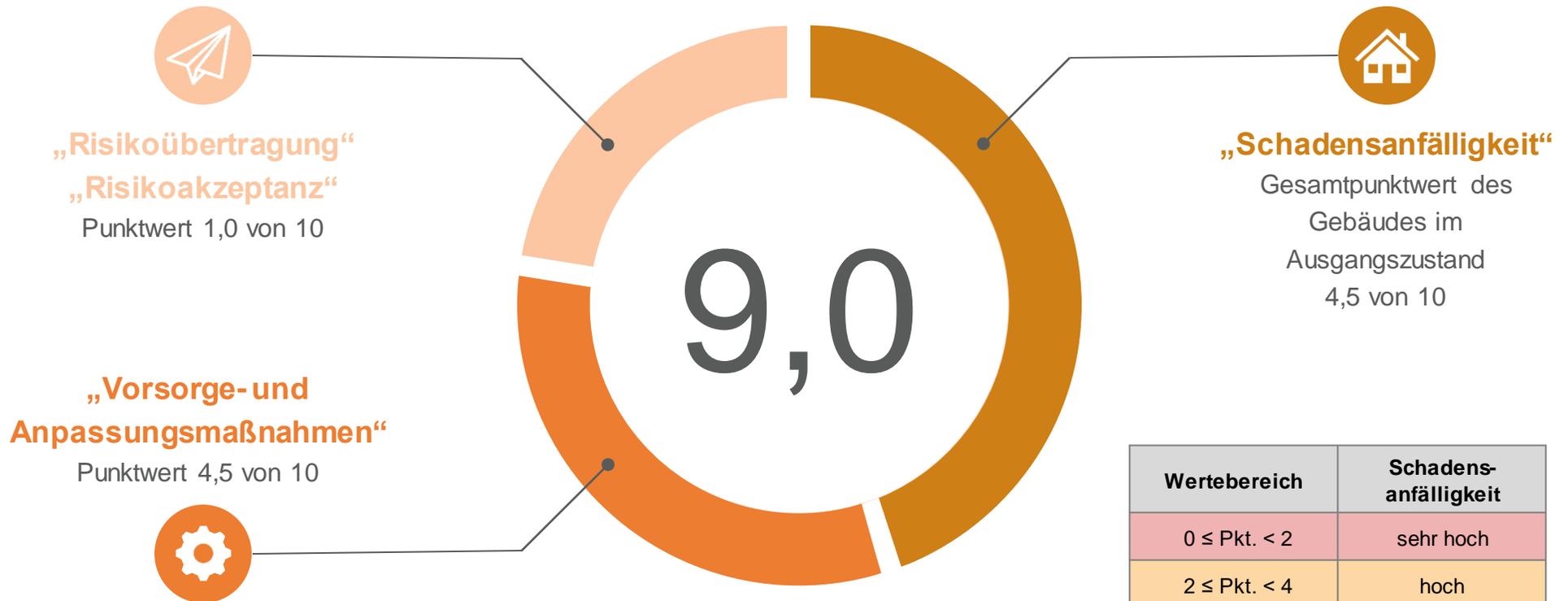
Gefährdet durch Flusshochwasser (Elbe)

Ausgewähltes Überflutungsszenario: $HQ_{100} = 1,80 \text{ m ü OKFF EG}$

Wertebereich	Schadensanfälligkeit
$0 \leq \text{Pkt.} < 2$	sehr hoch
$2 \leq \text{Pkt.} < 4$	hoch
$4 \leq \text{Pkt.} < 6$	mittel
$6 \leq \text{Pkt.} < 8$	gering
$8 \leq \text{Pkt.} \leq 10$	sehr gering

Welchen Einfluss haben Vorsorgemaßnahmen auf die Schadensanfälligkeit?

ERGEBNIS



AUSGANGSSITUATION FÜR EIN BEISPIELGEBÄUDE _ EE5

Gefährdet durch Flusshochwasser (Elbe)

Ausgewähltes Überflutungsszenario: $HQ_{100} = 1,80 \text{ m ü OKFF EG}$

Wertebereich	Schadensanfälligkeit
$0 \leq \text{Pkt.} < 2$	sehr hoch
$2 \leq \text{Pkt.} < 4$	hoch
$4 \leq \text{Pkt.} < 6$	mittel
$6 \leq \text{Pkt.} < 8$	gering
$8 \leq \text{Pkt.} \leq 10$	sehr gering

Hochwasservorsorgeausweis und seine Anwendung

DÖBELN // WOHN- UND GESCHÄFTSHAUS (BAUJAHR 1904)

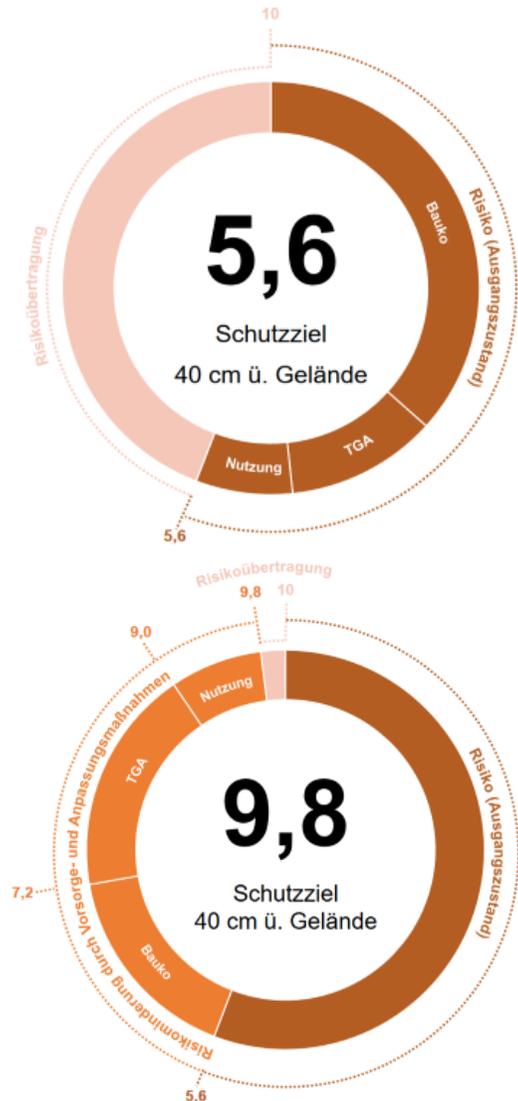


Ansicht Döbeln, Foto: © S. Golz, 15.05.19

- 1 Eindringen von Grundwasser durch Kellerwände und Sohle
- 2 Eindringen von Oberflächenwasser durch Lichtschächte und Kellerfenster
- 3 Eindringen von Oberflächenwasser durch Außenwände
- 4 Eindringen von Oberflächenwasser durch Gebäudeöffnungen (Türen, Fenster)



Starkregen 2017



**„Best Practice“
Verhaltensvorsorge**



Eindrücke des Sommers 2018 - positiv



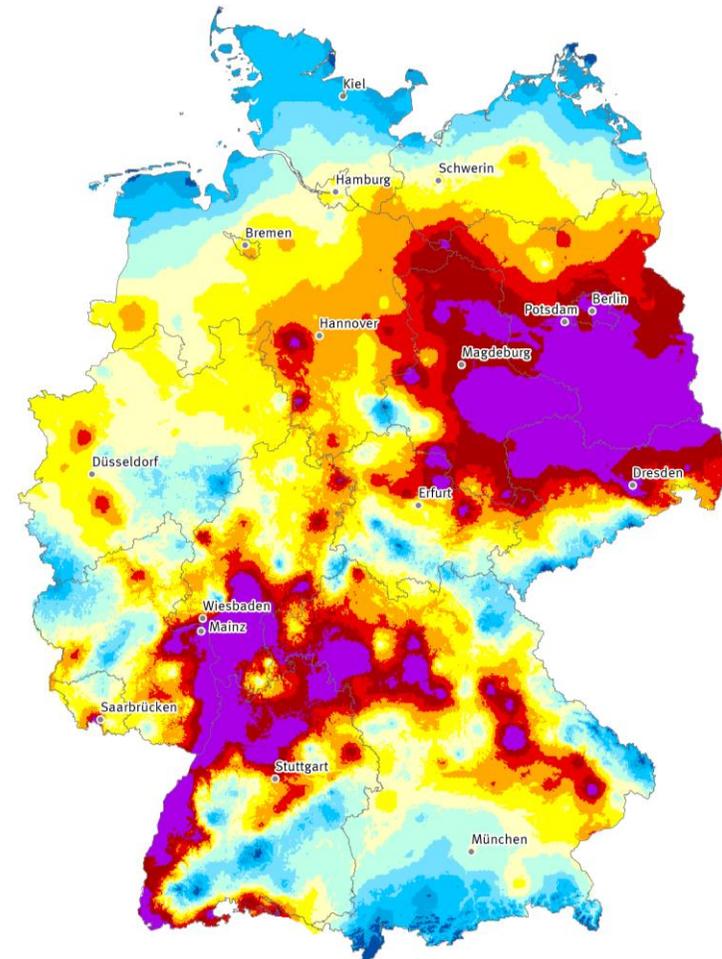
Eindrücke des Sommers 2018 - negativ



Welche klimatischen Veränderungen sind feststellbar?

HEIßE TAGE

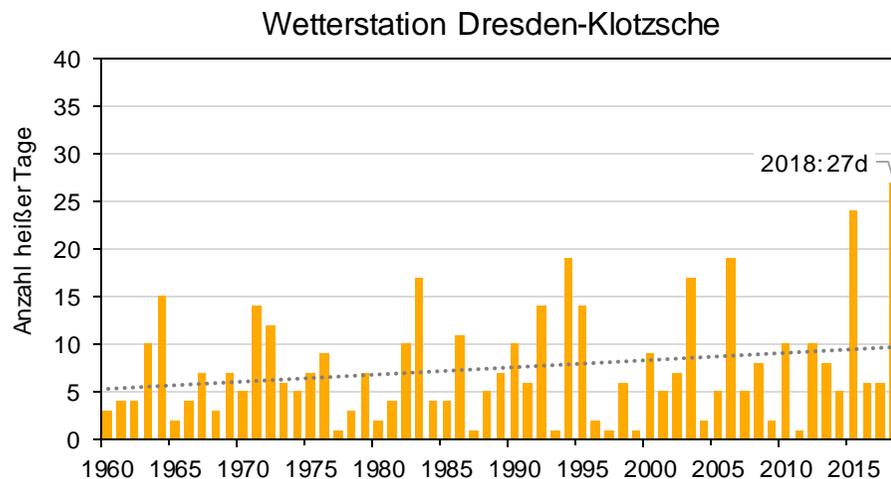
Anzahl der Tage mit einer Tageshöchsttemperatur ≥ 30 °C im Jahr 2018



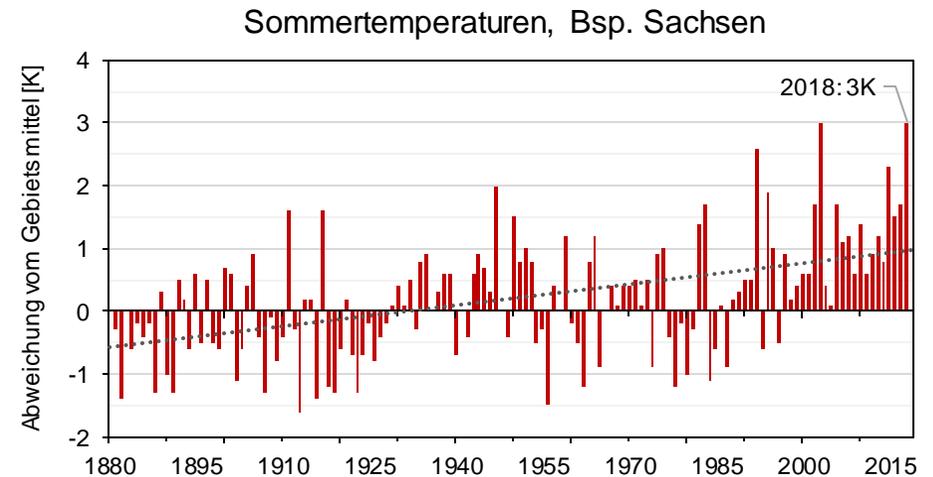
Quelle:
Geobasisdaten: GeoBasis-DE / BKG 2017
Fachdaten: Heiße Tage/ Deutscher Wetterdienst, 2018
Bearbeitung: Umweltbundesamt, FG I 1.5, 2018

Welche klimatischen Veränderungen sind feststellbar?

Ansteigende Hitzebelastung in Verdichtungsräumen



Auswertung der Daten der Wetterstation Dresden-Klotzsche,
Datenbasis: Deutscher Wetterdienst



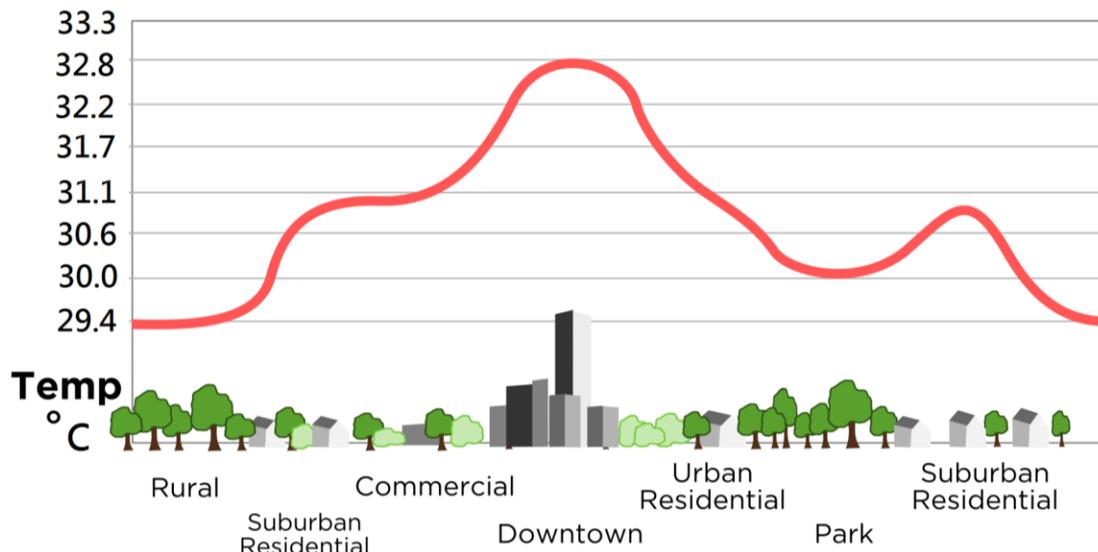
Auswertung des Gebietsmittels der Temperatur für Sachsen im Sommer,
Referenzzeitraum: 1961 - 1990 (16,5 °C),
Datenbasis: Deutscher Wetterdienst

Veränderung des Innenraumklimas von Wohnräumen und Arbeitsräumen

Hoher Einfluss der Beschaffenheit der Gebäudehülle auf die Behaglichkeit im Gebäudeinneren

Welche klimatischen Unterschiede gibt es in Städten?

STÄDTISCHE WÄRMEINSELN (URBAN HEAT ISLAND)



Typisches Wärmeinselprofil, Quelle: NOAA, U.S. Department of Commerce

	$\Delta T_{\text{Stadt-Umland}}$
Berlin	10 °C
Dortmund	10 °C
Karlsruhe	7,5 °C
Essen	7,5 °C
München	7 °C
Bochum	6,6 °C
Freiburg	6 °C

Städtische Wärmeinseln in Deutschland, Quelle: Wienert 2001

Charakterisiert durch positive Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Umland

Maximum während sonnenscheinreicher und windschwacher Wetterlagen

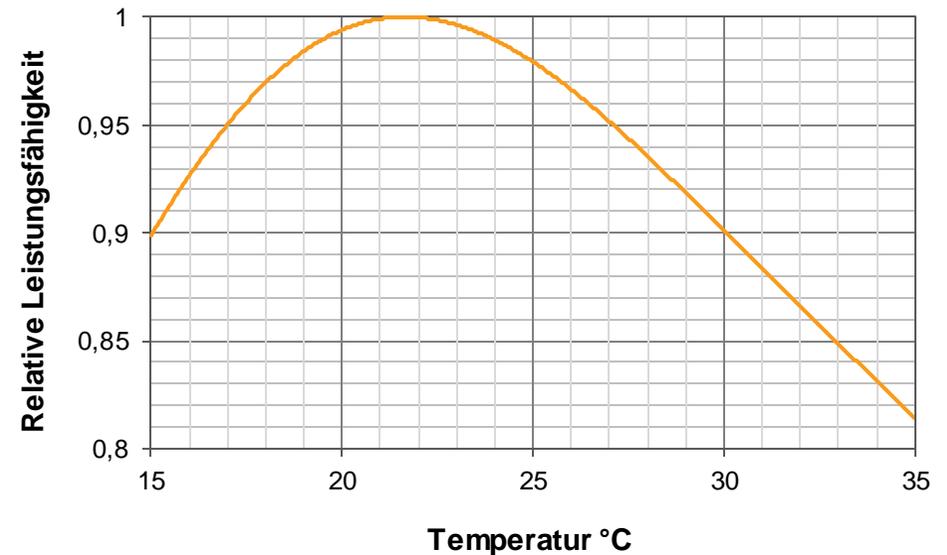
Abhängig von Gebäudegeometrie, thermischen Eigenschaften der Bausubstanz, Strahlungseigenschaften der Oberflächen und anthropogener Wärmefreisetzung

Welche Konsequenzen ergeben sich durch Hitzewellen für Personen in Gebäuden?

Durchschnittliche Aufenthaltsdauer von Personen in geschlossenen Räumen im Sommerhalbjahr in westlichen Industrieländern: 80 % des Tages

Innenraumtemperatur hat Auswirkung auf

- Behaglichkeit
- Leistungsfähigkeit
- Gesundheit/ Mortalität



Relative Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit der Temperatur.
Darstellung nach Seppänen et al. 2008

Welche Konsequenzen ergeben sich durch Hitzewellen für Personen in Gebäuden?

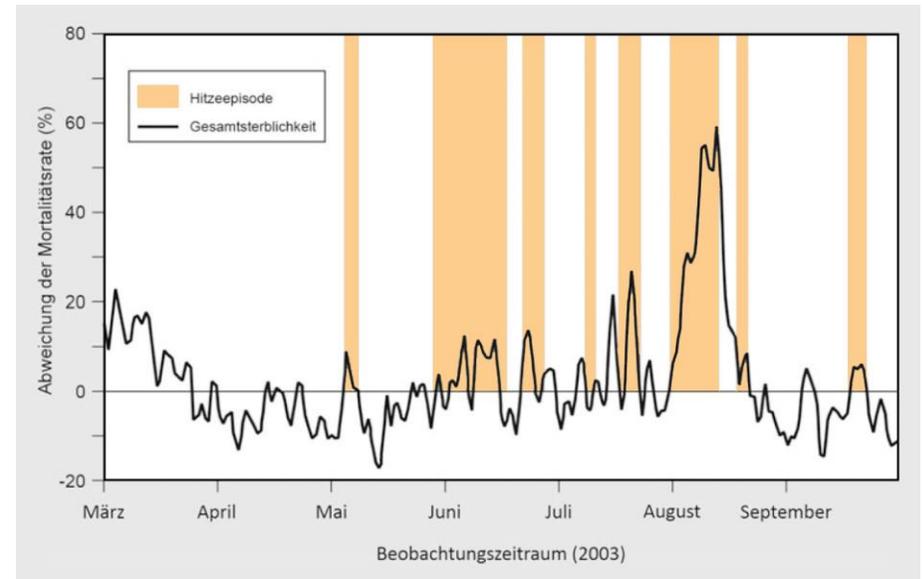
GESUNDHEITLICHE FOLGEN

Besonderes Gesundheitsrisiko gegenüber Hitze für Menschen mit chronischen Vorerkrankungen, ältere Menschen sowie Kinder

Belastung des menschlichen Organismus und des Herz-Kreislauf-Systems durch zunehmende Hitzewellen

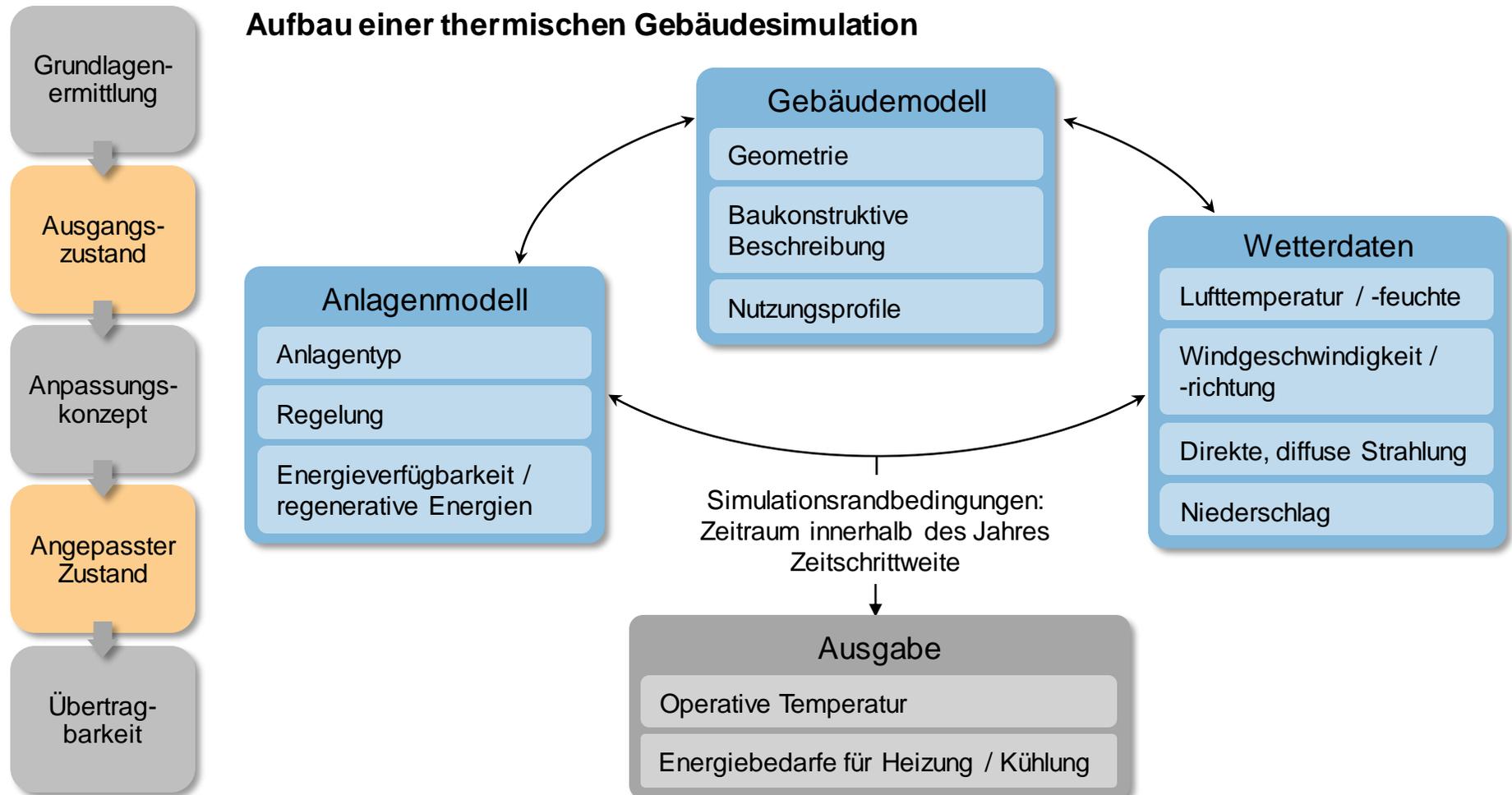
Konsequenz: erhöhte Krankheitslast, insbesondere von Lungen- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie gesteigerte Sterberaten

Modellrechnungen prognostizieren einen Anstieg der Mortalität von ca. 1-6 % pro Grad Celsius



Hitzewellen im Jahr 2003 in Baden-Württemberg (grau) und Abweichung der täglichen Mortalitätsraten zwischen März und September vom Erwartungswert in %, Quelle: Koppe und Jendritzky 2005

Untersuchungsansatz zur Reduzierung der thermischen Belastung in Wohngebäuden



Untersuchungsansatz zur Reduzierung der thermischen Belastung in Wohngebäuden



Aktuelle Normung: DIN 4108-2:2013-02

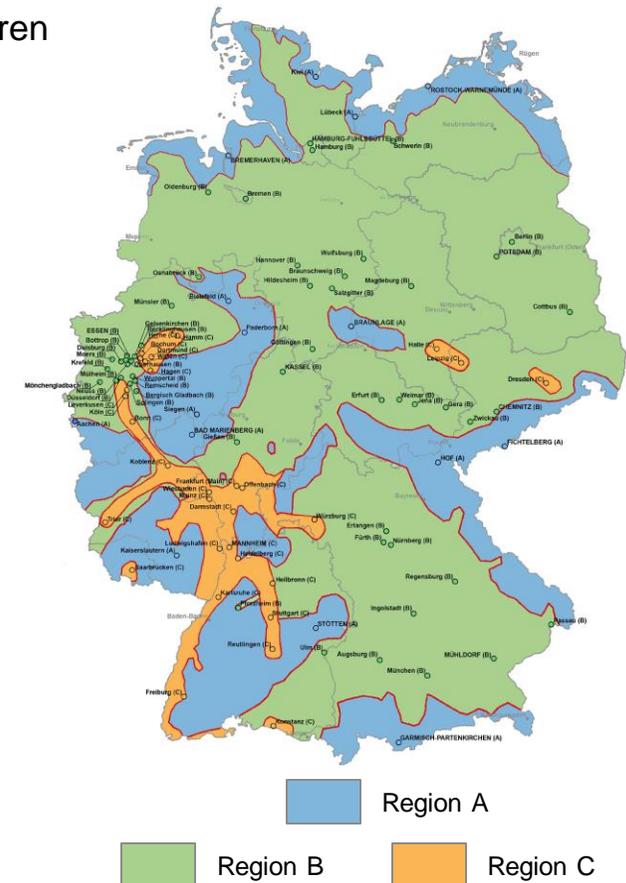
Vereinfachter Nachweis – Sonneneintragskennwert-Verfahren

$$S_{vorh} = \frac{\sum_j A_{w,j} \cdot g_{tot,j}}{A_G} \leq S_{zul}$$

$A_{w,j}$ Fensterfläche des j-ten Fensters
 A_G Nettogrundfläche des Raumes
 $g_{tot,j}$ Gesamtenergiedurchlassgrad des Glases einschließlich Sonnenschutz

Anforderungen für thermische Gebäudesimulationen

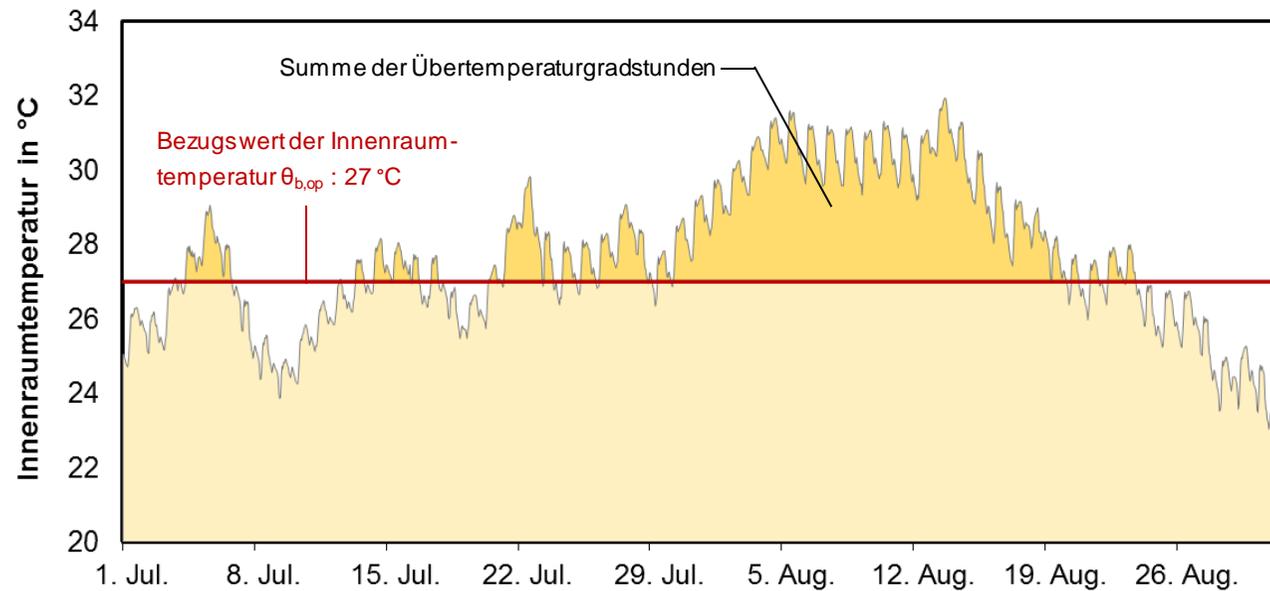
Sommer-klima-region	Bezugswert $\theta_{b,op}$ der Innentemperatur	Anforderungswert Übertemperaturgradstunden in Kh/a	
		Wohngebäude	Nichtwohngebäude
A	25 °C		
B	26 °C	1200	500
C	27 °C		



Untersuchungsansatz zur Reduzierung der thermischen Belastung in Wohngebäuden

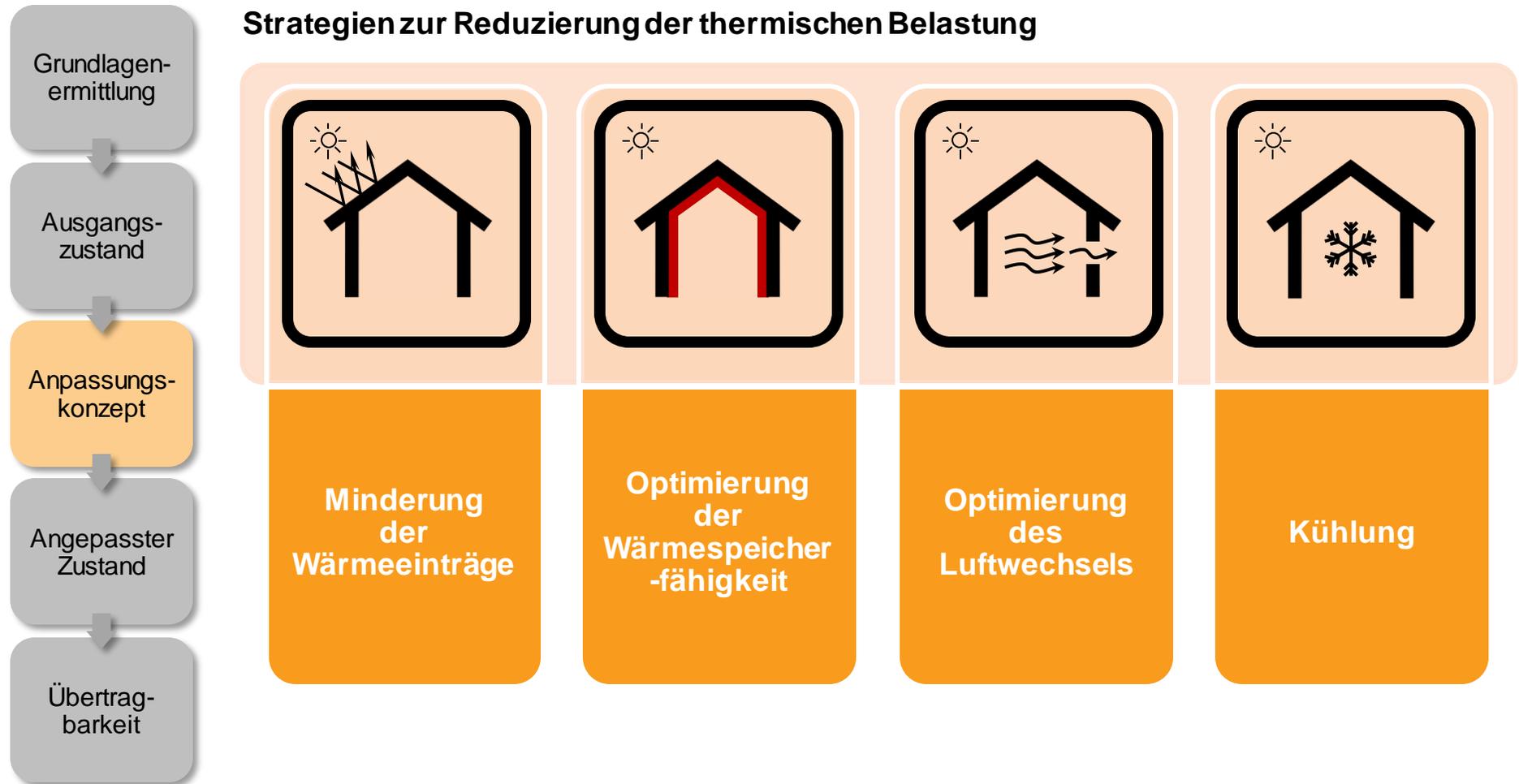


Aktuelle Normung: DIN 4108-2:2013-02



Beispielhafte Ermittlung der Übertemperaturgradstunden;
Bezugswert der Innenraumtemperatur $\theta_{b,op} = 27\text{ °C}$

Untersuchungsansatz zur Reduzierung der thermischen Belastung in Wohngebäuden

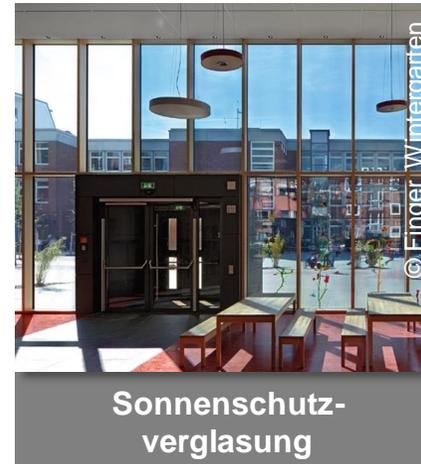


Strategien zur Reduzierung der thermischen Belastung

Minderung
der
Wärmeeinträge

Äußere
Wärmeeinträge

Innere
Wärmeeinträge



Strategien zur Reduzierung der thermischen Belastung

	Verschattungseinrichtungen		
	außen liegend +++	im Scheibenzwischenraum ++	innen liegend +
Beispiel	 © Bolsius	 © Glasteck	 © pixabay, Pexels
Beweglich	Lamelle Großlamelle Fensterläden Rollläden Textile Verschattung Membrane/Folien	Lamelle Rollos	Jalousie Rollos Vorhänge Faltstore
Feststehend	Auskragungen Gesimse Balkone Dachüberstände		

Minderung
der
Wärmeeinträge

Äußere
Wärmeeinträge

Innere
Wärmeeinträge

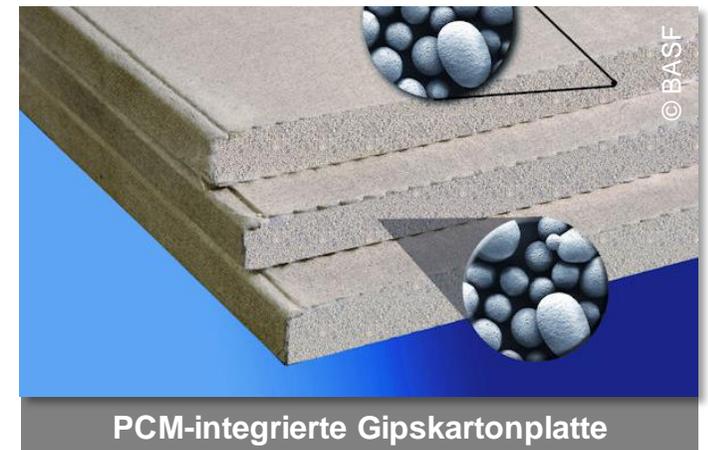


Strategien zur Reduzierung der thermischen Belastung

Optimierung der Wärme- speicherfähigkeit

Speichermasse

Latentwärmespeicher



Strategien zur Reduzierung der thermischen Belastung

Optimierung des Luftwechsels

Natürlicher
Luftwechsel

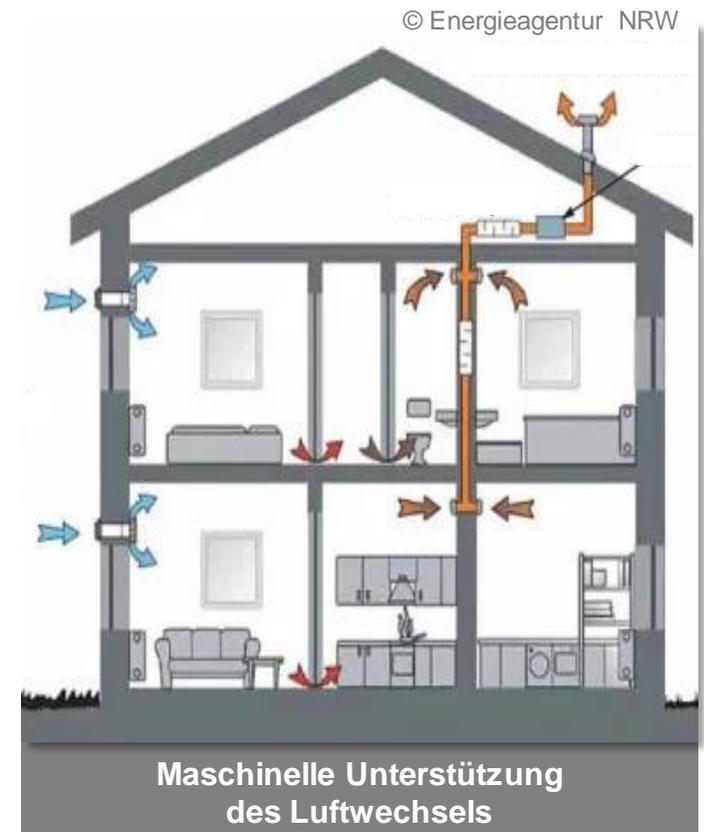
Maschinelle
Unterstützung des
Luftwechsels



Natürlicher Luftwechsel



Automatisierter natürlicher Luftwechsel



Maschinelle Unterstützung
des Luftwechsels

Strategien zur Reduzierung der thermischen Belastung

Kühlung

Maschinelle Kühlung
(Zentral / Dezentral)



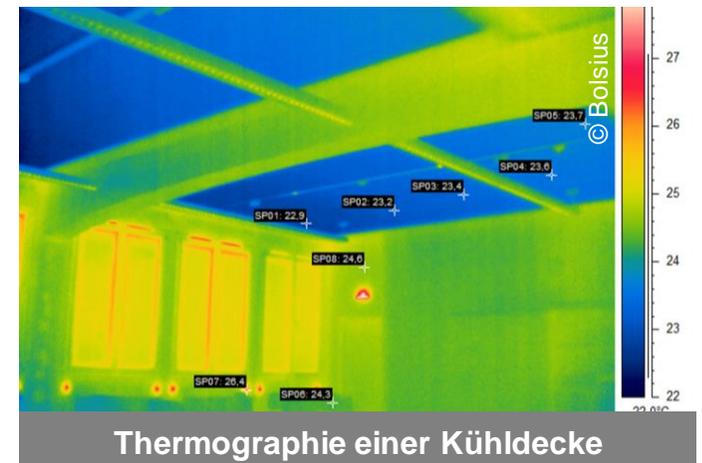
Klimasplitgeräte – dezentrale Kühlung



Kapillarrohrmatte als Kühldecke



Zentrale Klimaanlage



Thermographie einer Kühldecke

Fallbeispiel – Mehrfamilienwohnhaus des industriellen Wohnungsbaus

AUSGANGSSITUATION

Wohnhaus in offener Bebauung

6 Vollgeschosse, vollständig unterkellert

Bauzeit um 1985

Außenwandkonstruktion aus
3-schichtigen Sandwichelementen mit
6 cm dicken Kerndämmung

Bauzeitliche Holzrahmenfenster mit
2-Scheiben-Isolierverglasung

Flachdachkonstruktion als Trogdach,
mit belüftetem Drempelgeschoss



Fallbeispiel – Mehrfamilienwohnhaus des industriellen Wohnungsbaus

BEWERTUNG DES SOMMERLICHEN WÄRMESCHUTZES

Außenwandkonstruktion (von außen nach innen)

6 cm Wetterschutzschicht, Stahlbeton

6 cm Kerndämmung aus
Schaumpolystyrenplatten

14 cm Tragschale, Stahlbeton

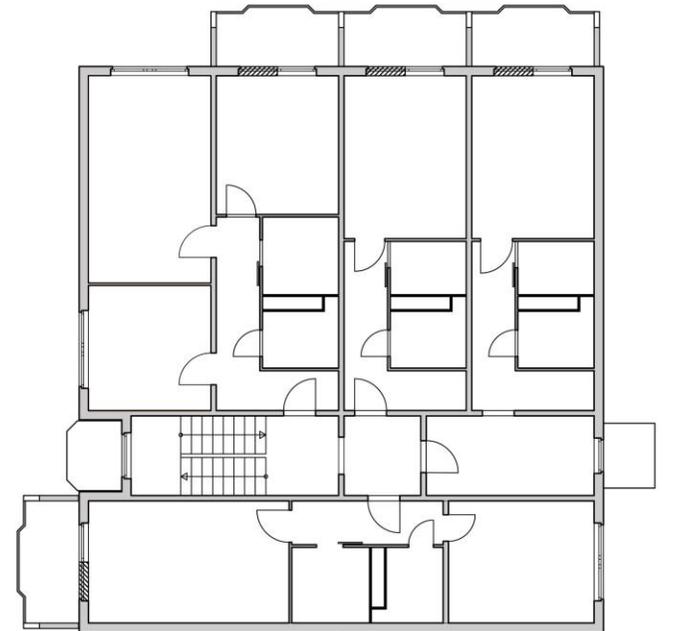
Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert): $0,57 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Fenster

Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert): $2,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert): 0,7

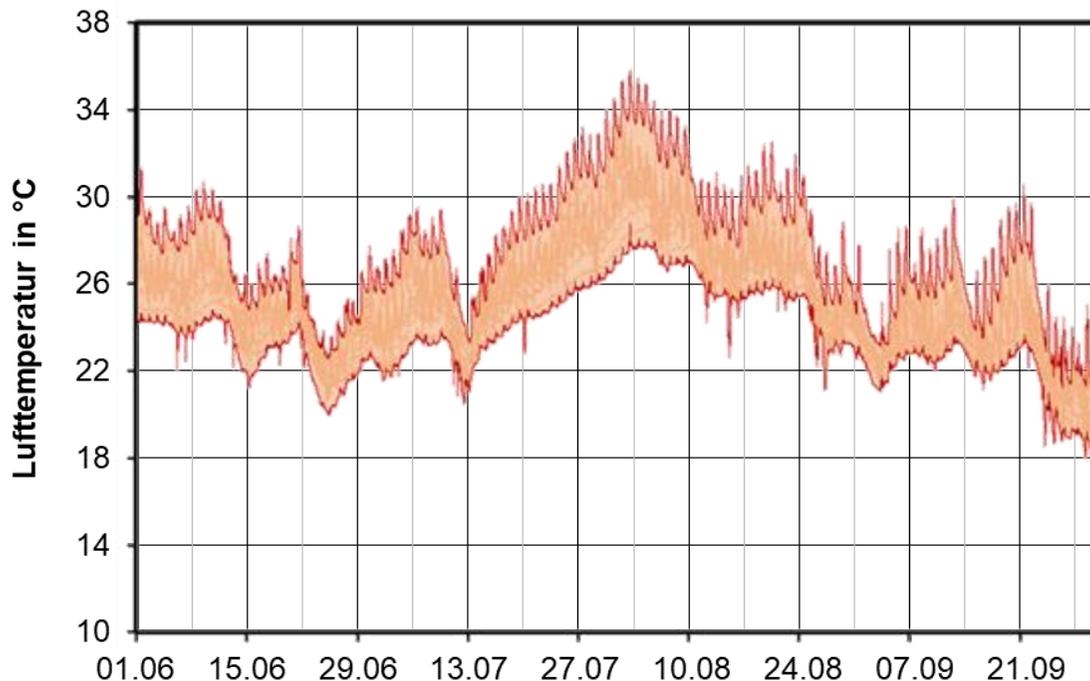
Gesamtfensterfläche: $3,36 \text{ m}^2$



Grundriss des Beispielgebäudes mit Kennzeichnung
des untersuchten Raumes: Kinderzimmer (orange)

Fallbeispiel – Mehrfamilienwohnhaus des industriellen Wohnungsbaus

MESSERGEBNISSE DES SOMMERS 2018



Maximaltemperatur 28,5 - 35,8 °C
Zeitraum 31.07. - 05.08.

Übertemperaturgradstunden
nach DIN 4108-2

Bezugswert 27 °C 147 - 4.441 Kh
Bezugswert 25 °C 354 - 10.676 Kh

Überschreitungshäufigkeit

Bezugswert 26 °C 17 % - 68 %
Bezugswert 30 °C 0 % - 20 %

Erfassung des Innenraumklimas im Beispielgebäude im Sommer 2018,
insgesamt 11 Messreihen, Messunsicherheiten $\pm 0,25$ K bzw. $\pm 0,50$ K

Fallbeispiel – Mehrfamilienwohnhaus des industriellen Wohnungsbaus

ANPASSUNGSMAßNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER THERMISCHEN BELASTUNG

Minderung der Wärmeeinträge



Außen liegende Rollläden als Verbundbauteil mit den Fenstern

- Reduzierung der solaren Energieeinträge an den Fassaden Süd, West und Ost
- Reduzierung des Gesamtenergiedurchlassgrades



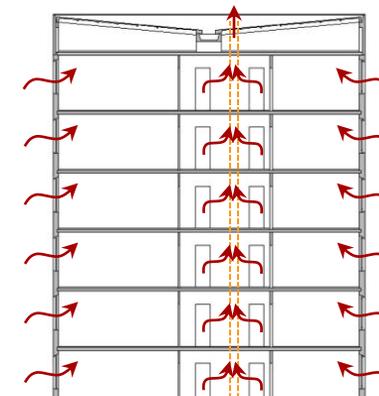
Optimierung des Luftwechsels



Vergrößerung des Abluftvolumens der zentralen Lüftungsanlage zur Unterstützung des nächtlichen Luftwechsels im Sommerhalbjahr

Randbedingungen

$$\begin{aligned} T_{\text{Innen}} &> T_{\text{Außen}} \\ T_{\text{Innen}} &> 23\text{ °C} \\ T_{\text{Außen}} &< 26\text{ °C} \end{aligned}$$



Gebäudeschnitt mit schematischer Darstellung der Lüftungsanlage

Fallbeispiel – Mehrfamilienwohnhaus des industriellen Wohnungsbaus

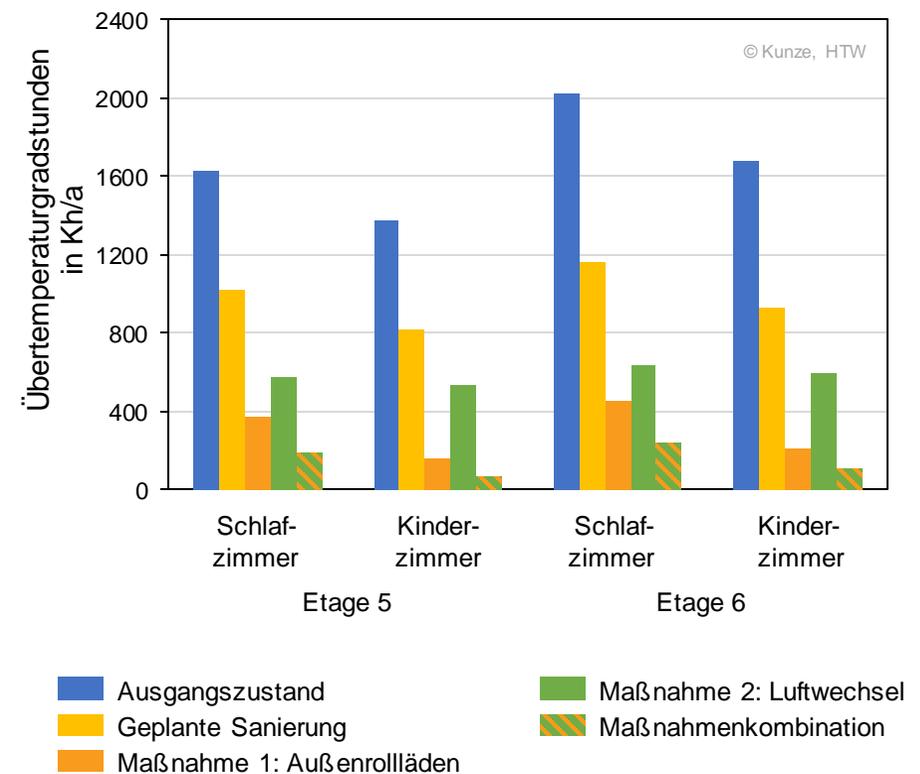
EFFEKTE DER VORGESCHLAGENEN ANPASSUNGSMAßNAHMEN

Maximalwerte der operativen Temperatur in °C

	Etage 5		Etage 6	
	Schlaf- zimmer	Kinder- zimmer	Schlaf- zimmer	Kinder- zimmer
Ausgangszustand	32.1	32.0	32.5	32.2
Geplante Sanierung	31.0	30.7	31.1	30.8
Maßnahme 1: Außenrollläden	29.3	28.6	29.5	28.7
Maßnahme 2: Luftwechsel	30.3	30.1	30.4	30.2
Maßnahmenkombination	29.0	28.2	29.1	28.3



Auswertung der Übertemperaturgradstunden



Sommerliche Überhitzung in Wohngebäuden

FAZIT



Immer einen kühlen Kopf bewahren!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fakultät Bauingenieurwesen
Lehrgebiet Baukonstruktion und
Bauwerkserhaltung

Fakultät Maschinenbau
Lehrgebiet Bauphysik,
Bauklimatik und Raumluftechnik

Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden

Telefon +49 351 462 20 90
E-Mail stefanie.kunze@htw-dresden.de

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



DLR Projektträger

Förderkennzeichen 01LR1724E

In Zusammenarbeit mit



Leibniz-Institut
für ökologische
Raumentwicklung