



Schäden infolge Hochwasser und Starkregen:

## Ein unterschätztes Risiko für Gebäude?

Dr.-Ing. Sebastian Golz

HTW Dresden // Fakultät Bauingenieurwesen // Institut Bauen im Klimawandel

19. Januar 2026

## Wo finden Sie alle Inhalte dieser Veranstaltung?

KONTAKTDATEN + WEBLINK



### Dr.-Ing. Sebastian Golz

Diplom-Ingenieur für Bauwesen  
Risikobewertung von Gebäuden  
(Schwerpunkt Hochwasser und Starkregen)



### Wissenschaftlicher Projektleiter

Hochschule für Technik und Wirtschaft  
Institut Bauen im Klimawandel

Telefon 0351.462 2084  
Mail [sebastian.golz@htw-dresden.de](mailto:sebastian.golz@htw-dresden.de)



**HOWAB**  
INGENIEURBERATUNG

### Beratender Ingenieur für hochwasserangepasstes Bauen

Telefon 0351.208 592 19  
Mobil 0160.636 41 56  
Mail [sebastian.golz@howab.de](mailto:sebastian.golz@howab.de)  
Web [www.howab.de](http://www.howab.de)

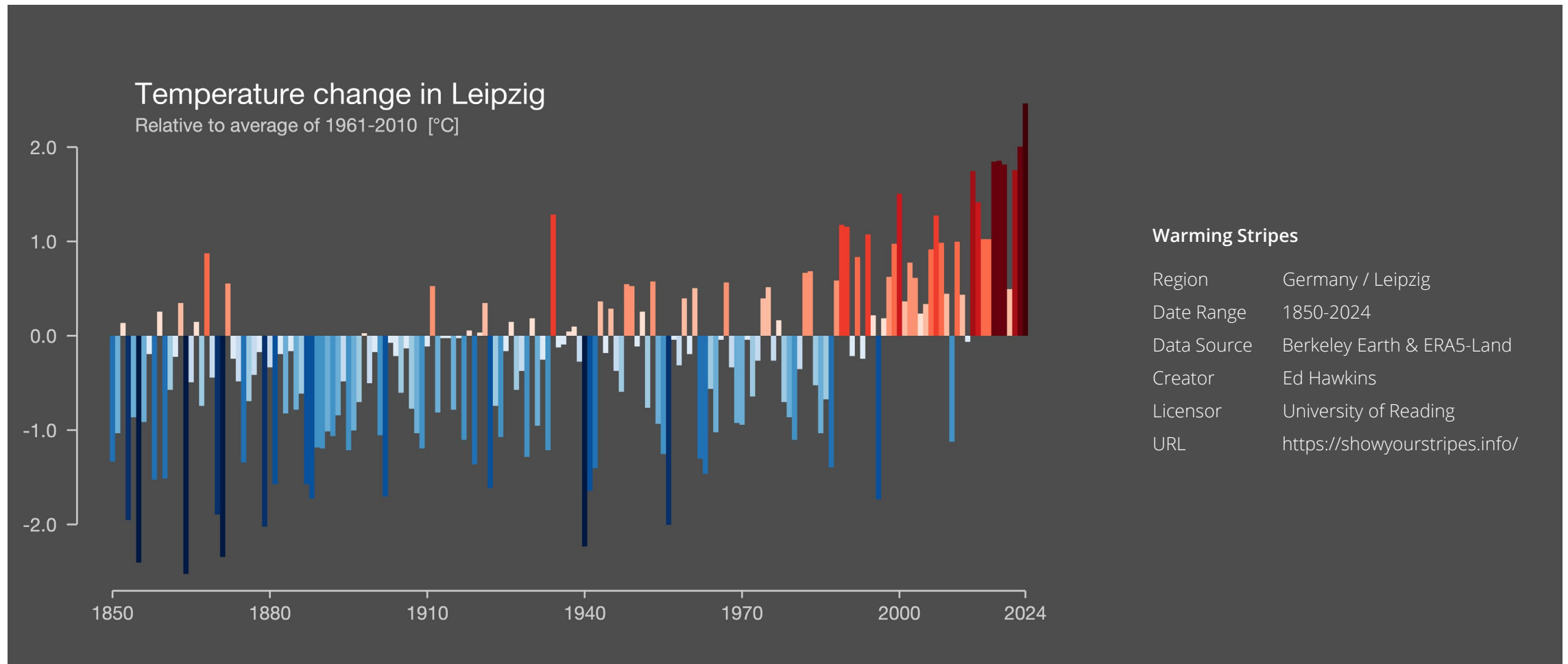


## Warming Stripes

Region	Germany / Leipzig
Date Range	1850-2024
Data Source	Berkeley Earth & ERA5-Land
Creator	Ed Hawkins
Licensor	University of Reading
URL	<a href="https://showyourstripes.info/">https://showyourstripes.info/</a>

## Wetter- und Klimaeinwirkungen: ein unterschätztes Risiko für das Bauwesen?

TEMPERATURE CHANGE 1850-2024



# Wetter- und Klimaeinwirkungen: ein unterschätztes Risiko für das Bauwesen?

GLOBAL WARMING



**2024 will be the warmest year on record  
and the first year of more than 1.5°C  
above pre-industrial levels**

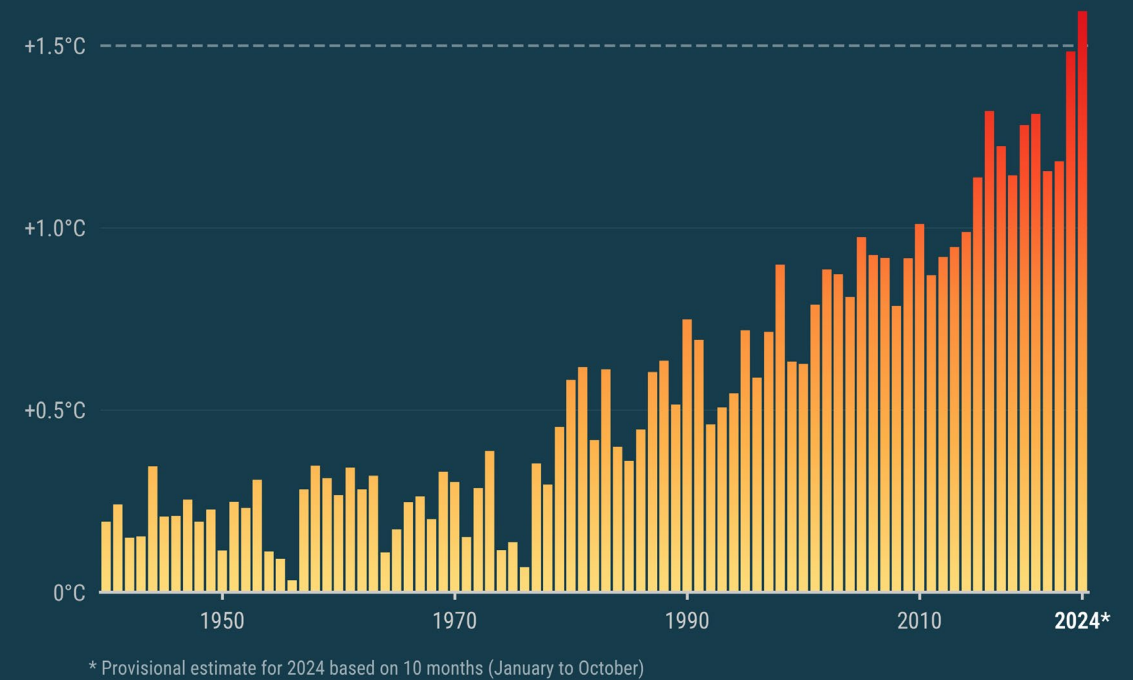
Copernicus Climate Change Service (C3S)

Annual global surface air temperature anomalies (°C) relative to 1850–1900 from 1940 to 2024. The estimate for 2024 is provisional and based on data from January to October. Data source: ERA5. Credit: Copernicus Climate Change Service /ECMWF.

## 2024 on track to be warmest year and first year above 1.5°C

Annual global temperature anomalies relative to pre-industrial (1850–1900)

Data: ERA5 (1940–2024) • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF THE  
EUROPEAN UNION



# Klimaangepasstes Bauen

## HOCHWASSERGEESCHENNISSE 2024

1. **Weihnachts- bzw. Neujahrshochwasser 2023/2024**  
(u.a. Sachsen, Niedersachsen)
2. **Pfingsthochwasser 2024**  
(u.a. Saarland)
3. **Juni-Hochwasser 2024**  
(Bayern, Baden-Württemberg)
4. **September-Hochwasser 2024**  
(u.a. Mittel- und Osteuropa, Sachsen)
5. **Oktober-Hochwasser 2024**  
(u.a. Südfrankreich, Südspanien)

**Überschwemmung der Innenstadt von Blieskastel infolge Kanalisationsrückstau am 18.05.24**

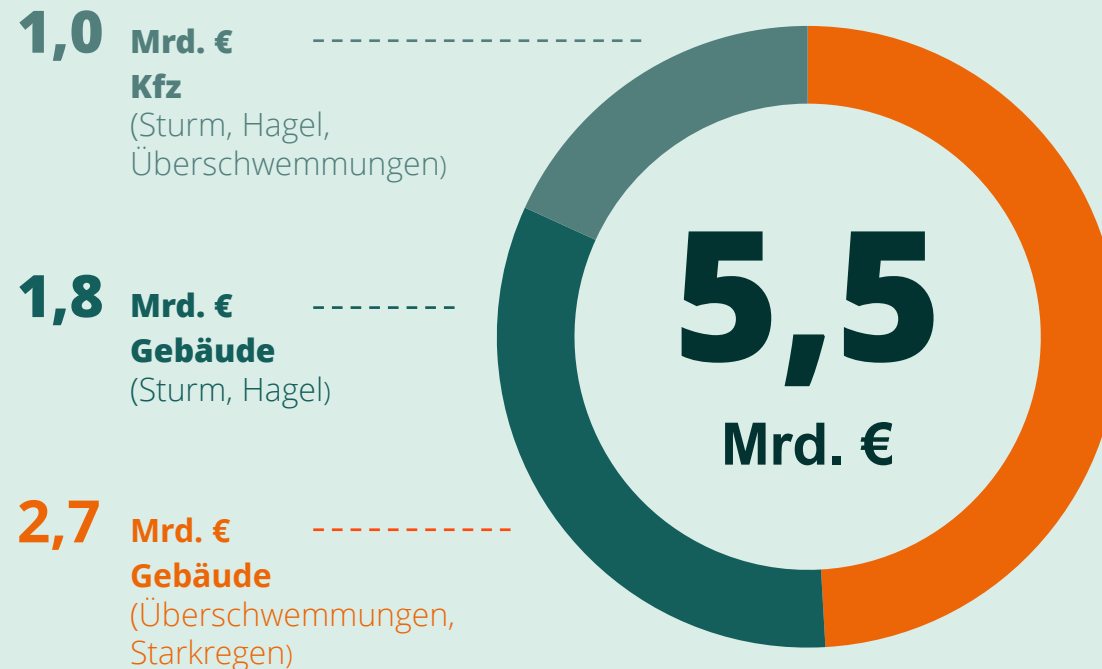
Quelle: [https://www.sr.de/sr/home/nachrichten/panorama/unwetterwarnung\\_dauerregen\\_ueberflutung\\_saarland\\_100.html](https://www.sr.de/sr/home/nachrichten/panorama/unwetterwarnung_dauerregen_ueberflutung_saarland_100.html)

## Wetter- und Klimaeinwirkungen: ein unterschätztes Risiko für das Bauwesen?

VERSICHERTE UNWETTERSCHÄDEN 2024

### Risiko **Naturgefahren**

Unwetterschäden 2024 in Mrd. € nach Schadenarten



Daten: GDV

# Klimaangepasstes Bauen

## KLIMAPROJEKTIONEN

**Wie wirkt sich der Klimawandel  
mutmaßlich auf die Wasser-  
führung in der Elbe aus?**

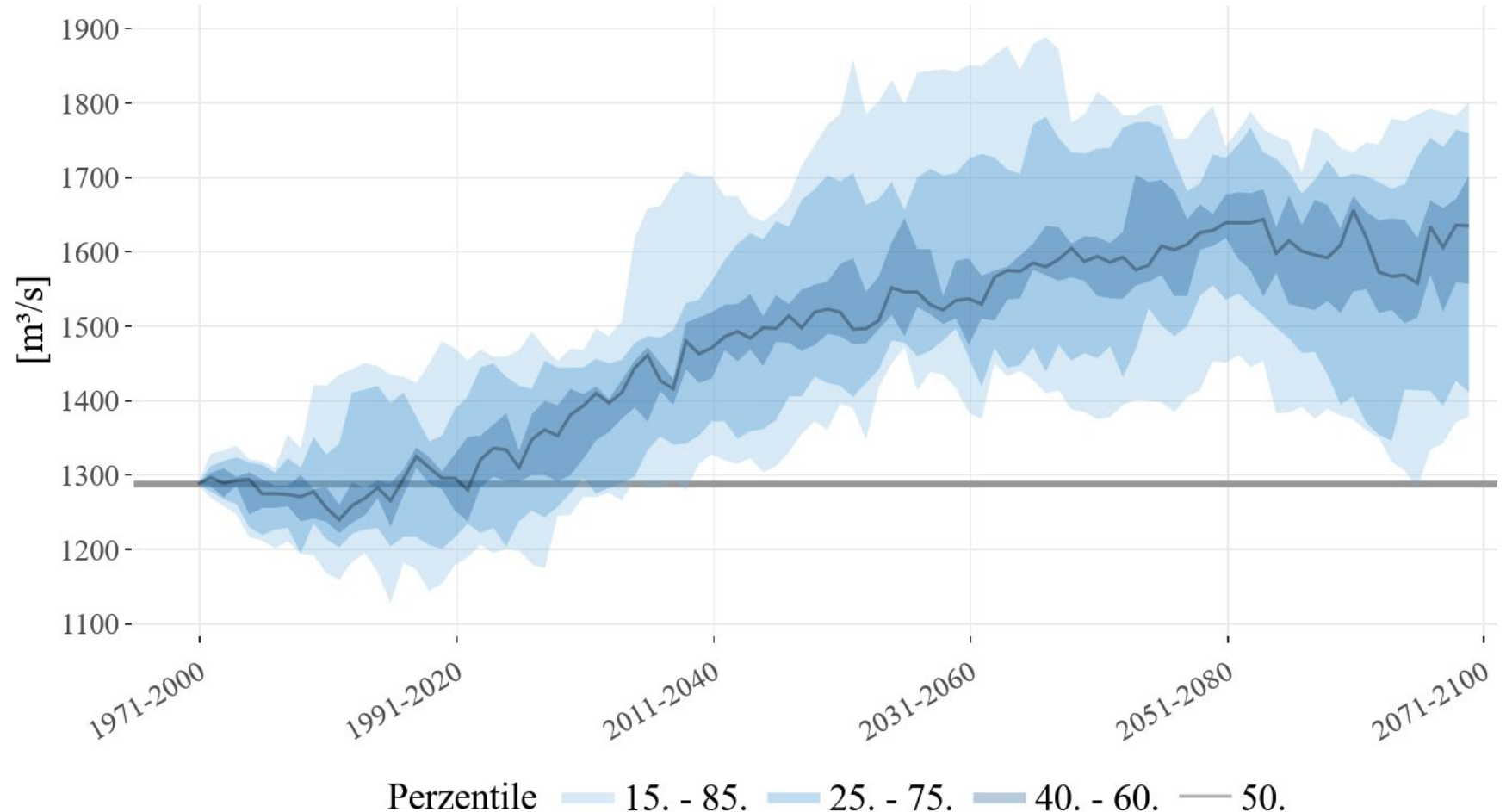
### Daten

Pegel Dresden  
MHQ (Nov-Okt)  
RCP 8.5 \*)  
BfG-Ensemble (Wasserhaushalt)

### Quelle

DAS-Basisdienst  
Klima und Wasser  
Portal "Wasserwirtschaft und  
Schifffahrt" (WS-Klimaportal)

\*) Der Entwicklungspfad 8.5 unterstellt  
einen geringen Erfolg der  
Klimaschutzbemühungen, was  
entsprechend hohe Treibhausgas-  
konzentrationen zur Folge hätten.



# Klimaangepasstes Bauen

## KLIMAPROJEKTIONEN

”

Die aktuellen Klimamodelle variieren darin wie stark extreme Niederschläge mit der globalen Erwärmung ansteigen, und sie unterschätzen diesen Anstieg im Vergleich zu historischen Beobachtungsdaten.

### Article

Authors Maximilian Kotz, Stefan Lange,  
Leonie Wenz, Anders Levermann

Year 2023

Title **Constraining the pattern and magnitude of projected extreme precipitation change in a multi-model ensemble**

DOI 10.1175/JCLI-D-23-0492.1

URL <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/JCLI-D-23-0492.1>

POTSDAM-INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG  
PIK

INSTITUT PERSONEN THEMEN PRODUKTE AKTUELLES

STARTSEITE • AKTUELLES • NACHRICHTEN

**Globale Erwärmung verstärkt  
Extremniederschläge mehr als erwartet**

27.11.2023 - Die Intensität und Häufigkeit extremer Niederschläge nimmt mit der globalen Erwärmung exponentiell zu, zeigt eine neue Studie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK). Die Forschenden stellten außerdem fest, dass die Klimamodelle die Zunahme der Häufigkeit von extremen Niederschlägen deutlich unterschätzen. Starkregenereignisse nehmen also schneller zu, als die Klimamodelle bislang vermuten lassen.

Foto: Kelly Sikkema/ Unsplash

# Klimaangepasstes Bauen

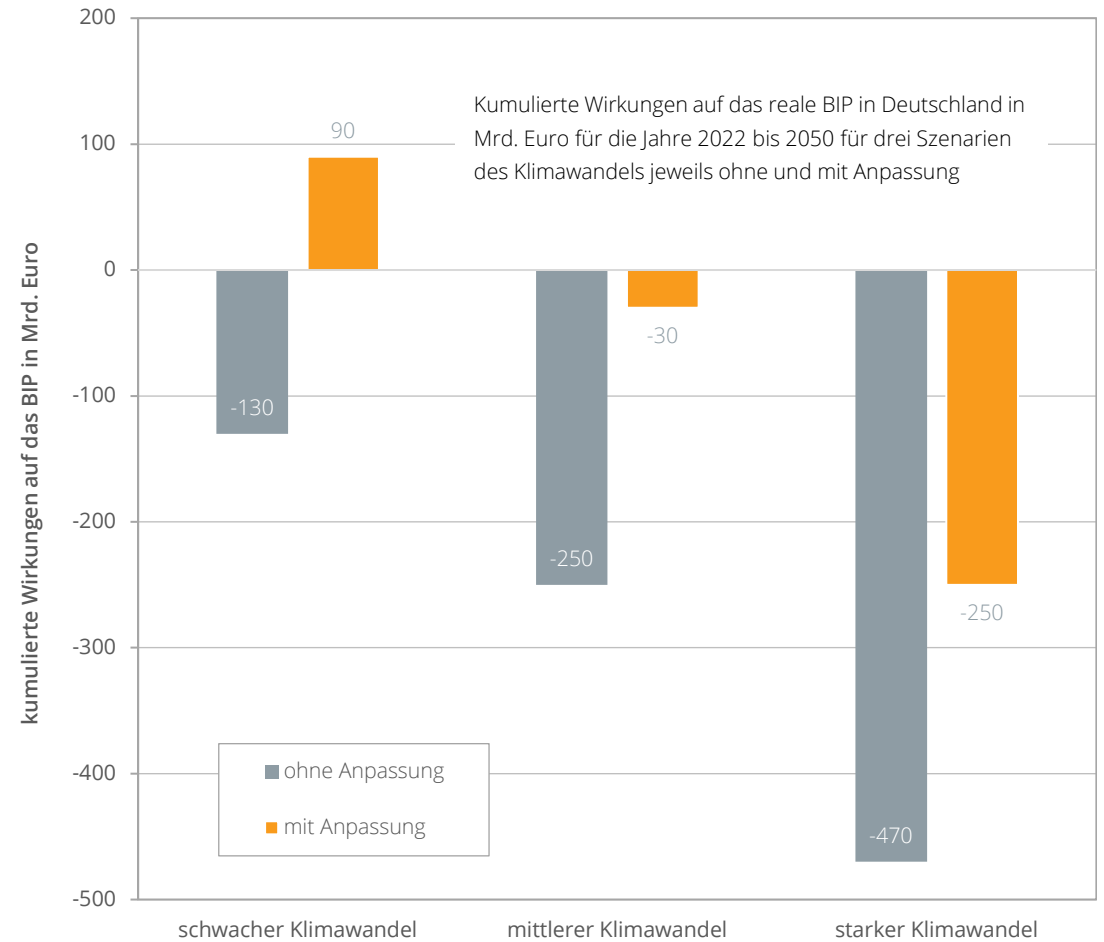
## KLIMAPROJEKTIONEN



Als zentrales Ergebnis der Untersuchung kann festgehalten werden, dass die Klimawandelfolgen hohe Kosten für Deutschland mit sich bringen werden.

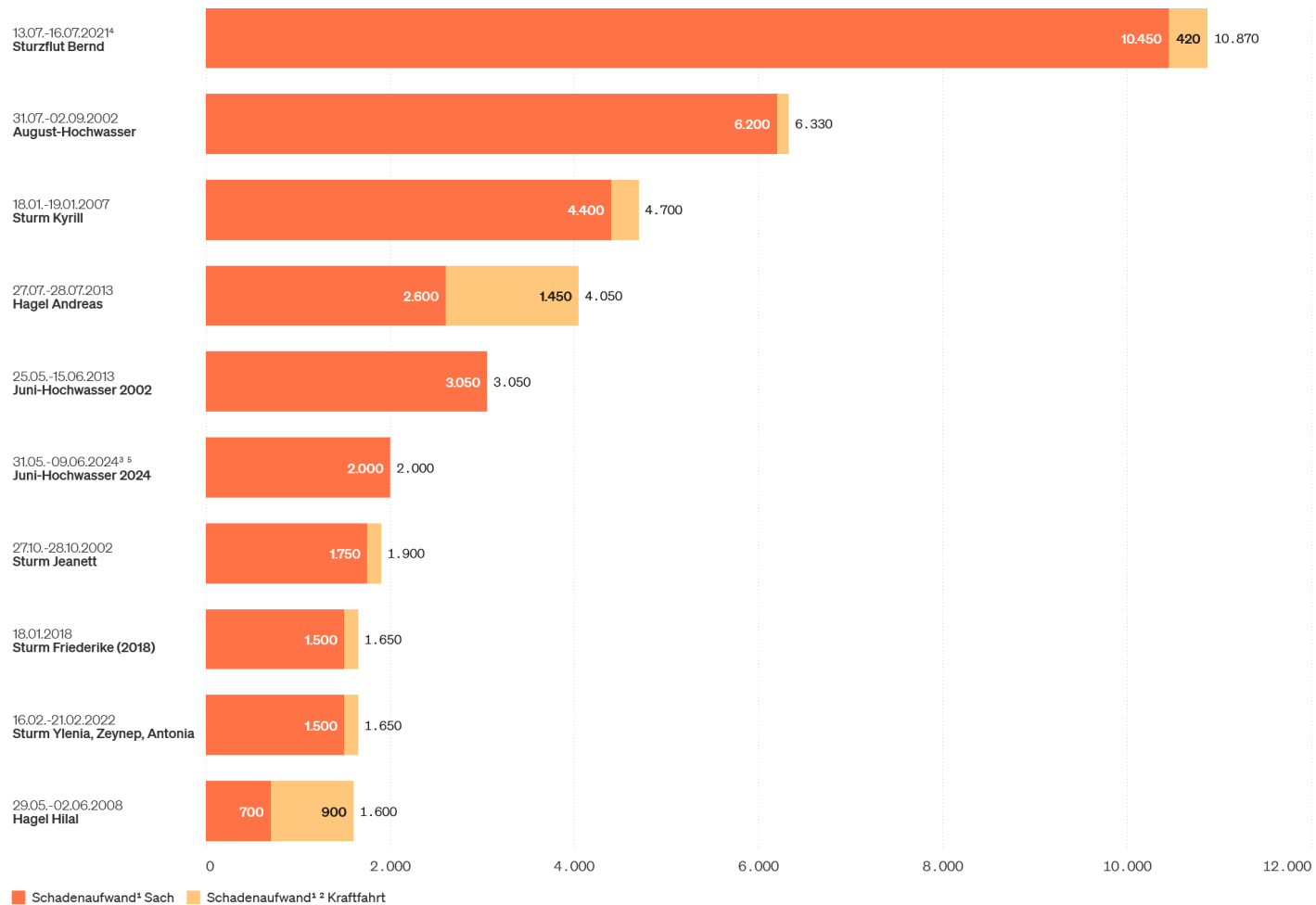
### Article

Authors Markus Flaute, Saskia Reuschel, Britta Stöver  
 Year 2022  
 Title **Volkswirtschaftliche Folgekosten durch Klimawandel: Szenarioanalyse bis 2050**  
 ISSN 2196-4262  
 URL <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/JCLI-D-23-0492.1>



# Klimaangepasstes Bauen

## DIE ZEHN VERHEERENDSTEN NATURKATASTROPHEN IN DEUTSCHLAND 2002-2024



”

Vor allem in der Schweiz hat man verstanden, dass jeder Franken, der in Prävention und Klimafolgenanpassung investiert wird, fünf bis sechs Franken an Schäden einspart – bei privaten Bauten und an der öffentlichen Infrastruktur.

Schadensaufwand in der Sach- und Kraftfahrtversicherung in Mio. Euro zwischen 2002 und 2024

Publisher Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft

Title **Naturgefahrenreport 2024 Datenservice**

URL <https://www.gdv.de/>

# Klimaangepasstes Bauen

## VS. BRANDSCHUTZ

Aspekt / Gebiet	Brandschutz	Klimaanpassung
<b>Zielsetzung der Normen</b>	Schutz von Menschen, Gebäuden und Infrastrukturen vor Brandgefahren; Vermeidung von Brandausbreitung sowie Sicherstellung sicherer Flucht- und Rettungswege.	Steigerung der Resilienz gegen Folgen des Klimawandels (z. B. Hitze, Starkregen, Überflutungen, Extremwetter); Reduzierung von Risiken (z. B. Sachschäden) über den Lebenszyklus von Gebäuden und Liegenschaften.
<b>Reifegrad des Normensystems</b>	<b>ausgereift und etabliert:</b> Vielzahl nationaler (DIN), europäischer (EN) und internationaler Normen seit Jahrzehnten. Klare Strukturierung nach Funktionsbereichen (baulicher, anlagentechnischer, organisatorischer Brandschutz).	<b>in Entwicklung / wachsend:</b> Viele Grundlagennormen liegen vor (insb. internationale Normen wie ISO 14090, ISO 14091) und es gibt erste nationale Anwendungsnormen bzw. Spezifikationen – flächendeckende, bauspezifische Normen sind aber noch nicht so umfassend.
<b>Beispiele zentraler Normen</b>	<b>DIN 4102:</b> Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen <b>DIN 14675:</b> Brandmeldeanlagen (Planung, Betrieb) <b>EN 54:</b> Brandmelde- und Alarmanlagen (europäische Produktnorm)	<b>ISO 14090:2019:</b> Prinzipien, Anforderungen und Leitlinien zur Anpassung an den Klimawandel (international) <b>ISO 14091:2021:</b> Leitlinien zur Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse klimatischer Veränderungen Nationale Normen z. B. DIN 1986-100 (Entwässerungsanlagen)
<b>Normungsorganisationen / Gremien</b>	DIN, CEN/CENELEC, ISO mit spezialisierten Komitees für Brandschutz und Bauwesen	DIN, ISO (insb. ISO/TC 207), Zusammenarbeit mit VDI, DKE zur Integration von Klimafolgen in Normungsprozesse. Initiativen zur stärkeren Einbindung klimarelevanter Aspekte in bestehende Normen laufen.
<b>Rechtliche Verbindlichkeit</b>	Normen gelten i. d. R. <b>als anerkannte Regeln der Technik</b> . Sie werden durch Bauordnungen, Vorschriften und gesetzliche Anforderungen (z. B. in Landesbauordnungen umgesetzt) faktisch verbindlich.	Viele Klimaanpassungsnormen sind derzeit <b>Leitlinien oder empfehlend</b> , mit wachsender Integration in Planungsprozesse. Rechtlich verbindlich werden sie meist erst, wenn sie in bauordnungsrechtliche Vorschriften oder technische Baubestimmungen übernommen werden.
<b>Anwendungsbereiche im Bauwesen / Liegenschaften</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baumaterialklassifizierung nach Brandverhalten</li> <li>Anlage- und Systemnormen (Brandmeldeanlagen, Rauchschutz)</li> <li>Ganzheitliche Brandschutzkonzepte für Gebäude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planung klimaresilienter Gebäude- und Grundstücksbereiche (z. B. Entwässerung, sommerlicher Wärmeschutz)</li> <li>Risikoanalysen für Klimawandelfolgen</li> <li>Integration von Klimafolgen in Lebenszyklus-Planung</li> </ul>
<b>Berücksichtigung extremer bzw. zukünftiger Bedingungen</b>	Primär historisch und technisch ausgerichtet auf Brandszenarien, definiert durch Prüfverfahren und Klassifizierungen (z. B. Brandversuche). Weniger „dynamisch“ im Sinne zukünftiger klimatischer Bedingungen	Fokus auf „zukunftsgerichtete“ Risiken wie langfristige Temperaturveränderungen, Starkregen, Überflutung und deren Integration in Planung und Betrieb. Normen wie ISO 14090/14091 sind speziell auf diese „Klimazukunft“ ausgerichtet.
<b>Integration in Bauprozesse</b>	Sehr stark in Entwurf, Genehmigung, Bau und Betrieb integriert; Brandschutzkonzepte sind planerisch, baulich und organisatorisch fest verankert.	Einstieg in Integration: Klimaanpassung soll in Normen zunehmend berücksichtigt werden; es fehlen noch umfassend standardisierte, praxisorientierte Vorschriften für Bauplanung und -betrieb.



**Die Klimaanpassung steht heute dort, wo der Brandschutz vor 150 Jahren stand.**

**Oliver Hauner**

Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft

Die Brandschutznormung für Gebäude und Liegenschaften ist ein ausgereiftes, detailliertes systematisches Regelwerk, das klare Mindestanforderungen, Prüfverfahren und Klassifizierungen bietet und bereits tief in Baupraxis und rechtliche Anforderungen integriert ist.

Die Klimaanpassungsnormung steht aktuell noch am Anfang der systematischen Integration in bauplanerische Standards. Zwar gibt es internationale Rahmenwerke (ISO 14090, ISO 14091) und erste nationale Ansätze, aber eine umfassende Normenreihe, die baupraktische Klimaanpassungsanforderungen so detailliert wie im Brandschutz vorgibt, entwickelt sich derzeit erst.

# Hochwasser- und starkregenangepasstes Bauen

## ERKENNTNISMETHODEN



## Hochwasser- und starkregenangepasstes Bauen

### SCHADENSERFAHRUNG



Auftrieb einer Fußbodenkonstruktion, Seminargebäude der Hochschule Zittau/Görlitz, Hochwasser der Neiße, Görlitz, 2010.

Bild: Sebastian Golz

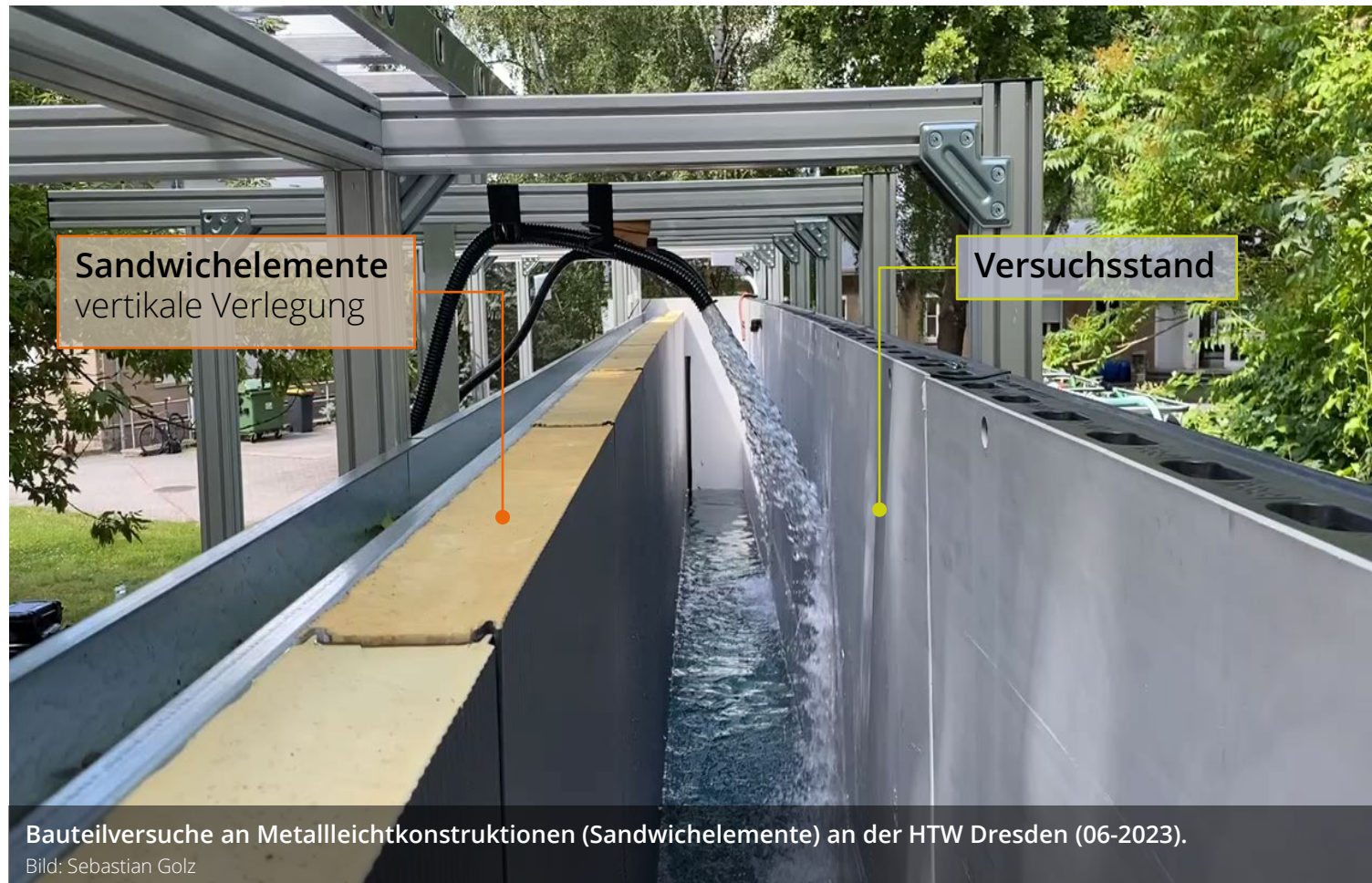
# Hochwasser- und starkregenangepasstes Bauen

SIMULATIONEN // 3D-STARKREGENPORTAL DRESDEN



## Hochwasser- und starkregenangepasstes Bauen

### BAUTEILVERSUCHE



#### Prüfkriterien

1. Wasserdichtigkeit (Leckage Rate)
2. Dimensionsstabilität (Durchbiegung)
3. Wasseraufnahmeverhalten
4. Tragfähigkeit

## Hochwasser- und starkregenangepasstes Bauen

### ZERTIFIZIERUNG



Zertifizierung von  
Hochwasserschutzsystemen nach  
VdS 3855 : 2022-12

»Hochwasserschutzsysteme für  
den Objektschutz, allgemeine  
Anforderungen, Leistungskriterien  
und Prüfkriterien«

Prüfung von Hochwasserschutzsystemen ggü. dynamischen Beanspruchungen und Zertifizierung

Bild: Sebastian Golz



**Welche Überflutungsarten  
lassen sich abgrenzen?**

# Systematisierung von Überflutungsereignissen

## ÜBERFLUTUNGSARTEN

**Flusshochwasser**



**Elbhochwasser**

Dresden-Zschieren. Quelle: GDV, 2013

**starkregenbedingte  
Überflutung**



**Überflutung ohne Gewässerbezug**

Übigau-Wahrenbrück. Foto: S. Golz, 2015

**Grundhochwasser**



**Grundwasseranstieg und Eintritt in  
Tiefgarage** Dresden. Foto: GB1 Ingenieure

**Kanalisationsrückstau**



**Kanalisationsrückstau**

Köln. Foto: A. Klever, 2021

## Systematisierung von Hochwasserereignissen

GRIMMA, 06-2013



Hochwasser der Vereinigten Mulde in Grimma im Juni 2013

Bild: MDR

## Systematisierung von Hochwasserereignissen

DÖBELN, 06-2013



## Systematisierung von Hochwasserereignissen

WILTHEN, 07-2023



# Systematisierung von Überflutungsereignissen

## ÜBERFLUTUNGSARTEN

**Flusshochwasser**



**starkregenbedingte  
Überflutung**



**Grundhochwasser**

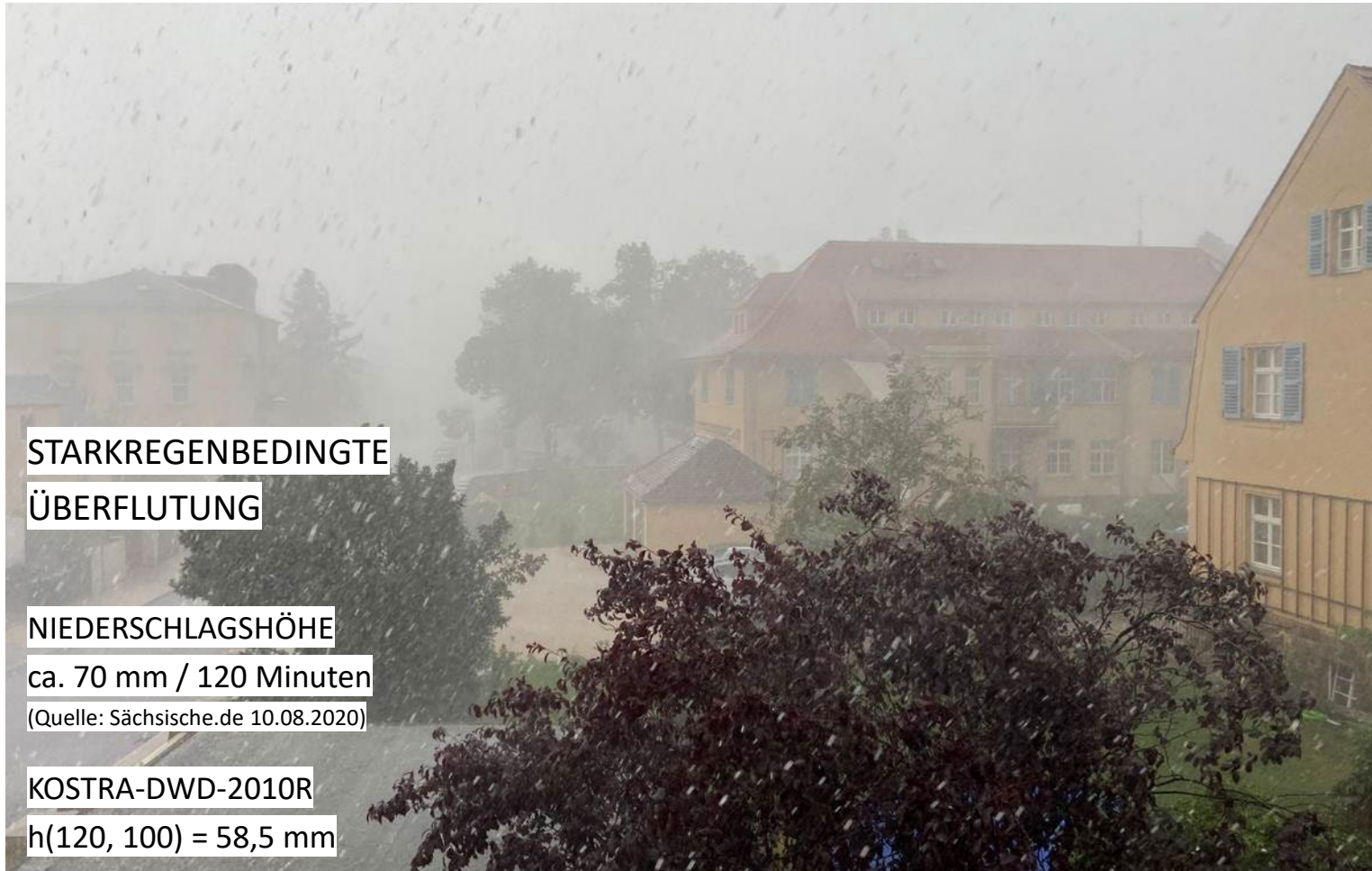


**Kanalisationsrückstau**



# Systematisierung von Überflutungsereignissen

RADEBEUL, 08-2020



Alle Bilder (C) Jürgen Schwarz

## Systematisierung von Überflutungsereignissen

WILD ABFLIESSENDER STARKREGEN, DRESDEN-NICKERN, 08-2024

### Wohnbebauung in Dresden-Nickern

#### Ereignis

Starkregen

ca. 40 mm / 1 h (T = 20 a)\*

ca. 100 mm / 24 h (T = 50 a)\*

#### Schadensbild(er)

Feuchte- und Wasserschäden an Fußboden- und Wandkonstruktionen, an der Haustechnik und am Inventar

#### Schadensursache(n)

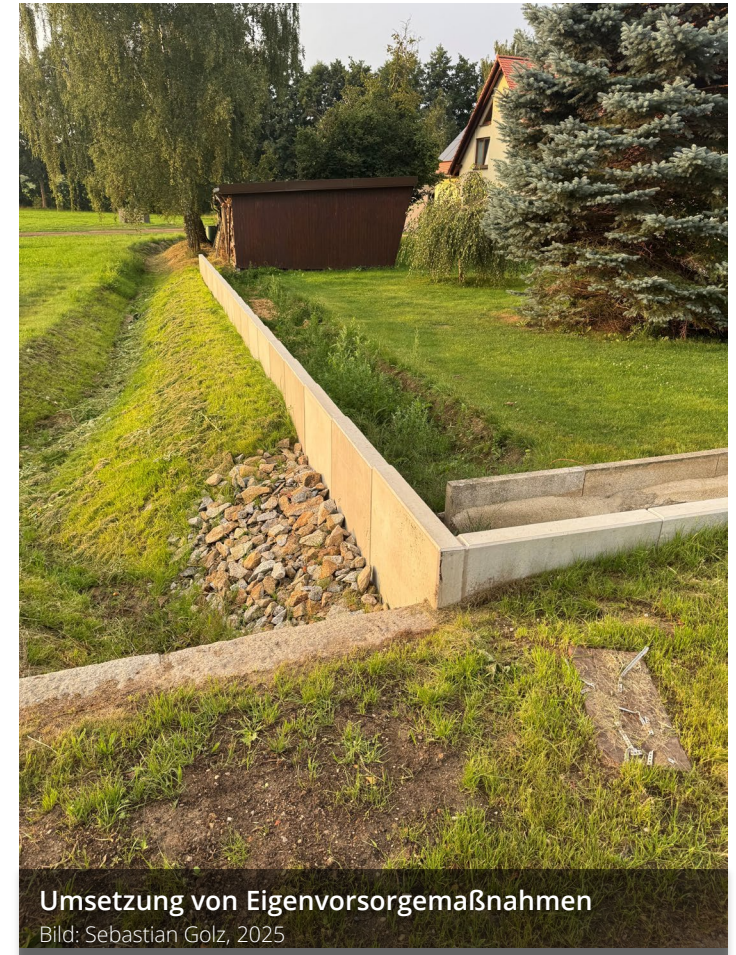
überlastete Kanalisation, Wasseraustritt aus Schächten und Haltungen, wild abfließendes Niederschlagswasser

\*) KOSTRA-DWD-2020, Rasterfeld 139197



## Systematisierung von Überflutungsereignissen

WILD ABFLIESSENDER STARKREGEN, GÖDA, 08-2018



# Systematisierung von Überflutungsereignissen

OBERLAUSITZ, 05-2017



Alle Bilder © Daniel Schäfer

## Systematisierung von Überflutungsereignissen

ROCKESKYLL (OSTEIFEL), 07-2021



## Systematisierung von Überflutungsereignissen

ROCKESKYLL (OSTEIFEL), 07-2021



# Systematisierung von Überflutungsereignissen

## STARKREGEN

Starkniederschlagshöhen und Starkniederschlagsspenden  
nach KOSTRA-DWD-2020



Auswertungszeitraum:  
1951 - 2020  
Januar - Dezember

Ort: Musterort  
Zeile: 160 | Spalte: 126 | INDEX\_RC: 160126

Wiederkehrzeit (Jahre)	3 a		5 a		10 a		20 a		30 a		50 a		100 a	
	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$
10.3	9.9	330.0	11.2	373.3	13.1	436.7	15.1	503.3	16.4	546.7	18.1	603.3	20.5	683.3
11.7	12.8	213.3	14.5	241.7	17.0	283.3	19.6	326.7	21.3	355.0	23.5	391.7	26.6	443.3
13.6	14.6	162.2	16.5	183.3	19.4	215.6	22.3	247.8	24.2	268.9	26.7	296.7	30.3	336.7
16.3	15.9	132.5	18.0	150.0	21.1	175.8	24.3	202.5	26.4	220.0	29.1	242.5	33.0	275.0
20.3	17.7	98.3	20.1	111.7	23.6	131.1	27.2	151.1	29.5	163.9	32.5	180.6	36.9	205.0
25.8	19.7	73.0	22.4	83.0	26.2	97.0	30.2	111.9	32.8	121.5	36.2	134.1	41.0	151.9
33.8	21.2	58.9	24.0	66.7	28.2	78.3	32.4	90.0	35.2	97.8	38.9	108.1	44.1	122.5
45.9	23.4	43.3	26.5	49.1	31.1	57.6	35.8	66.3	38.9	72.0	42.9	79.4	48.7	90.2
63.3	25.0	34.7	28.4	39.4	33.3	46.3	38.3	53.2	41.6	57.8	45.9	63.8	52.1	72.4
87.8	27.5	25.5	31.3	29.0	36.6	33.9	42.1	39.0	45.8	42.4	50.5	46.8	57.3	53.1
119.3	29.4	20.4	33.4	23.2	39.1	27.2	45.1	31.3	48.9	34.0	54.0	37.5	61.3	42.6
162.4	32.3	15.0	36.7	17.0	43.0	19.9	49.5	22.9	53.7	24.9	59.3	27.5	67.3	31.2
219.8	35.5	11.0	40.2	12.4	47.2	14.6	54.3	16.8	58.9	18.2	65.0	20.1	73.8	22.8
299.9	37.9	8.8	43.0	10.0	50.4	11.7	58.0	13.4	62.9	14.6	69.5	16.1	78.8	18.2
411.7	41.5	6.4	47.1	7.3	55.2	8.5	63.6	9.8	69.0	10.6	76.2	11.8	86.4	13.3
552.6	44.3	5.1	50.3	5.8	58.9	6.8	67.8	7.8	73.7	8.5	81.3	9.4	92.3	10.7
747.7	51.8	3.0	58.9	3.4	69.0	4.0	79.4	4.6	86.2	5.0	95.1	5.5	107.9	6.2
1016.0	56.8	2.2	64.5	2.5	75.6	2.9	87.0	3.4	94.5	3.6	104.3	4.0	118.3	4.6
1386.4	60.7	1.8	68.9	2.0	80.7	2.3	92.9	2.7	100.8	2.9	111.3	3.2	126.3	3.7
1871.3	63.8	1.5	72.4	1.7	84.8	2.0	97.7	2.3	106.0	2.5	117.0	2.7	132.8	3.1
2541.1	66.5	1.3	75.5	1.5	88.4	1.7	101.8	2.0	110.5	2.1	122.0	2.4	138.4	2.7
3421.0	68.8	1.1	78.1	1.3	91.5	1.5	105.4	1.7	114.4	1.9	126.3	2.1	143.3	2.4

Niederschlag (l/m²)

Erstellt am 02.01.2023 um 12:16 Uhr

© Deutscher Wetterdienst, Offenbach / Hydrometeorologie

Ein Niederschlagsereignis ist charakterisiert durch die drei Parameter

1. Dauer  $D$  [min, h, d],
2. Wiederkehrzeit  $T_n$  [a] und
3. Regenhöhe  $h_N$  [mm].

### KOSTRA-DWD-2020

- Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung
- und -auswertung des DWD
- Rasterdaten zu Niederschlagshöhen und -spenden in Abhängigkeit von der Niederschlagsdauer  $D$  und der Jährlichkeit  $T_n$  (Wiederkehrintervall).
- Zugang: <https://www.openko.de/>

# Systematisierung von Überflutungsereignissen

## STARKREGEN

### Starkniederschlagshöhen und Starkniederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD-2020



Auswertungszeitraum:  
1951 - 2020  
Januar - Dezember

Ort: Musterort  
Zeile: 160 | Spalte: 126 | INDEX\_RC: 160126

Andauer		1 a		2 a		3 a		5 a		10 a		20 a		30 a		50 a		100 a		
min	Std.	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	$h_N$	$R_N$	
5		7.2	240.0	8.8	293.3	9.9	330.0	11.2	373.3	13.1	436.7	15.1	503.3	16.4	546.7	18.1	603.3	20.5	683.3	
10		9.4	156.7	11.5	191.7	12.8	213.3	14.5	241.7	17.0	283.3	19.6	326.7	21.3	355.0	23.5	391.7	26.6	443.3	
15		10.6	117.8	13.1	145.6	14.6	162.2	16.5	183.3	19.4	215.6	22.3	247.8	24.2	268.9	26.7	296.7	30.3	336.7	
20		11.6	96.7	14.2	118.3	<p><b>Bemessungsregenspenden erforderlich bspw.</b></p> <p>a) für Auslegung der Dachentwässerung r(5,5)</p> <p>b) für Entwurf der Notentwässerung r(5,100)</p>										220.0	29.1	242.5	33.0	275.0
30		13.0	72.2	15.9	88.3											163.9	32.5	180.6	36.9	205.0
45		14.4	53.3	17.7	65.6											121.5	36.2	134.1	41.0	151.9
60		15.5	43.1	19.0	52.8											97.8	38.9	108.1	44.1	122.5
90		17.1	31.7	21.0	38.9											72.0	42.9	79.4	48.7	90.2
120	2	18.3	25.4	22.5	31.3	57.8	45.9	63.8	52.1	72.4										
180	3	20.1	18.6	24.7	22.9	42.4	50.5	46.8	57.3	53.1										
240	4	21.5	14.9	26.4	18.3	29.4	20.4	33.4	23.2	39.1	27.2	45.1	31.3	48.9	34.0	54.0	37.5	61.3	42.6	

## Systematisierung von Überflutungsereignissen

KLASSIFIKATION DES DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (DWD)

### Starkregen-Schwellenwerte

Schwellenwerte für Starkregen in Liter pro m <sup>2</sup>	Dauer in min
5	5
7,1	10
10	20
17,1	60

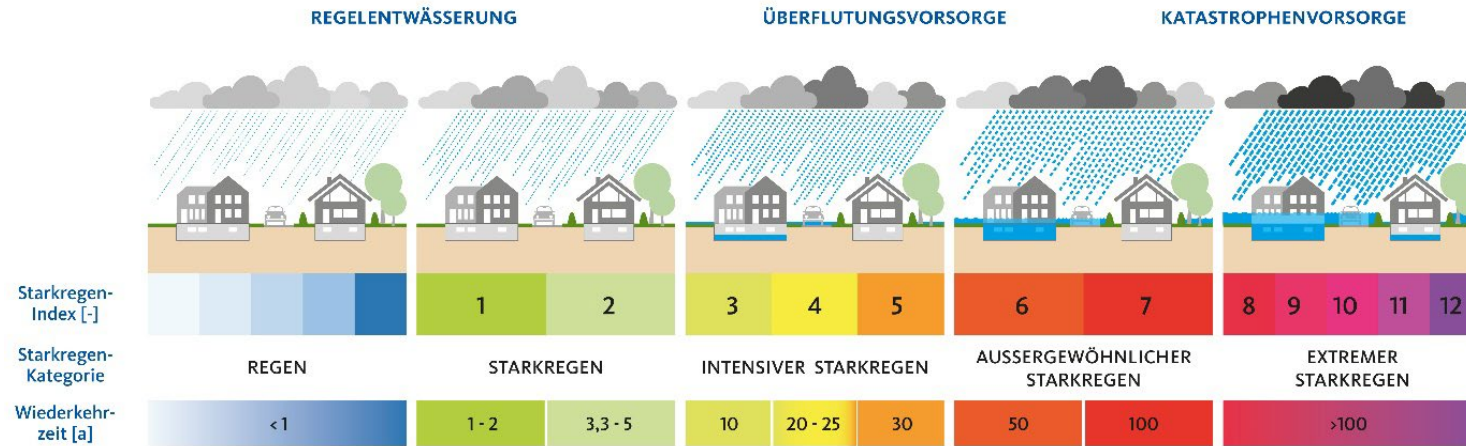
### Starkregen-Warnstufen

Kriterien Starkregen-Warnstufen in Liter pro m <sup>2</sup>	Dauer in min	Bezeichnung
> 15	60	Markante Wetterwarnung (Stufe 1)
> 20	360	
> 25	60	Unwetterwarnung (Stufe 2)
> 35	360	
> 40	60	Warnung vor extremen Unwetter (Stufe 3)
> 60	360	

**Überflutung eines Einkaufszentrums am 04.08.2014 in Cottbus**  
Quelle: A. Kube

# Systematisierung von Überflutungsereignissen

## STARKREGENINDEX SRI\_12



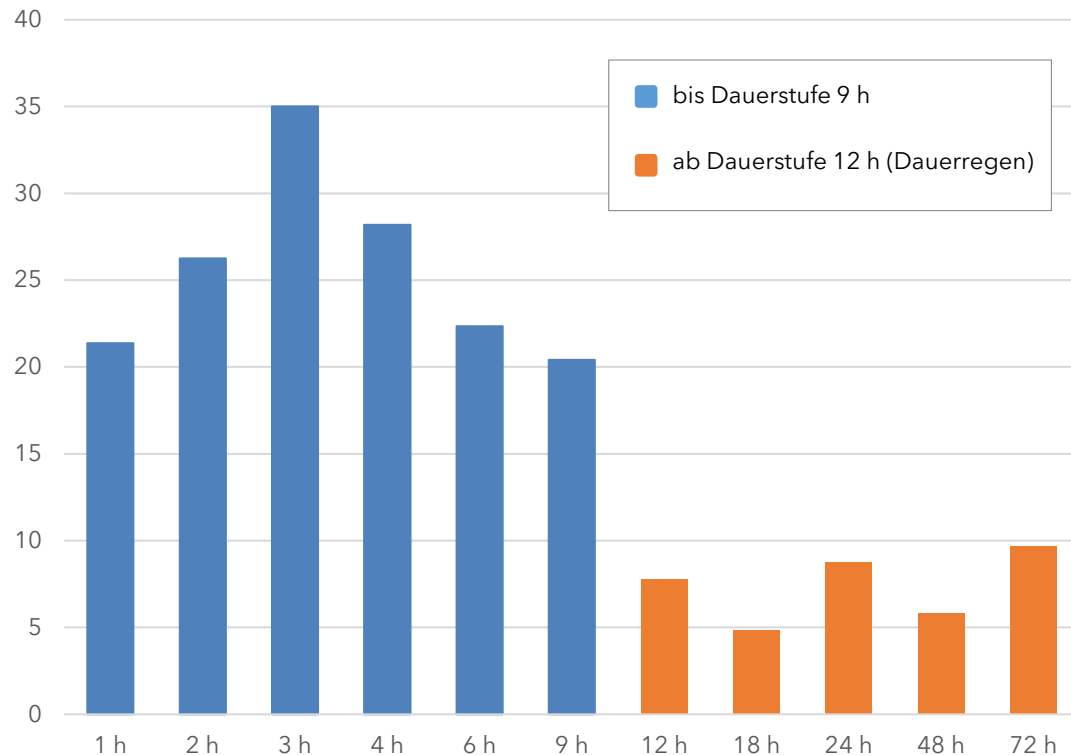
Starkregenindex 7  
entspricht der  
Wiederkehrzeit T = 100 a

	$T_n = 100$	$T_n > 100$				
Starkregenindex	7	8	9	10	11	12
Erhöhungsfaktor	(1,0) <sup>*)</sup>	1,2–1,4	1,4–1,6	1,6–2,2	2,2–2,8	> 2,8
Dauerstufe D	Starkregenhöhen [mm]					
15 min	31	37–43	43–50	50–68	68–87	> 87
1 h	52	62–73	73–83	83–114	114–146	> 146
2 h	58	70–81	81–93	93–128	128–162	> 162
4 h	64	77–90	90–102	102–141	141–179	> 179
6 h	68	82–95	95–109	109–150	150–190	> 190

Quelle: Schmitt, T. G., 2016. Ortsbezogene Regenhöhen im Starkregenindexkonzept SRI12 zum Anwendungskontext Risikokommunikation in DWA-M 119. In: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 9 (11), S. 689-691. DOI: 10.3243/kwe2016.11.005.

## Systematisierung von Überflutungsereignissen

### FORSCHUNGSPROJEKT STARKREGEN



Mittlere Schadenshäufigkeit je Regen-Dauerstufe (Zeitraum 2002-2017)

Quelle: Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft

Kurze, heftige Niederschläge (bis Dauerstufe 9 h) treten im gesamten Bundesgebiet mit einer ähnlich hohen Wahrscheinlichkeit auf.

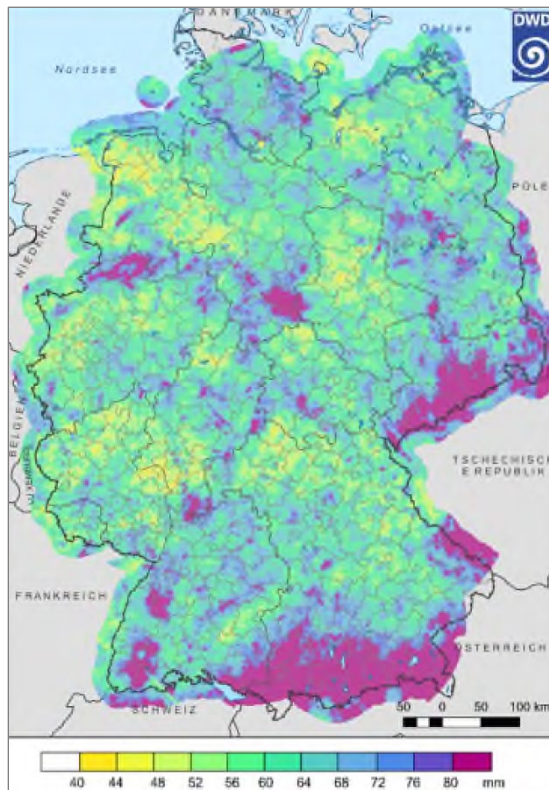
**Diese kurzen Niederschlagsereignisse verursachen die meisten Schäden an Gebäuden!**

Über einen Zeitraum von 16 Jahren (2002 bis 2017) zerstörte Starkregen Werte an Wohngebäuden von rund 6,7 Mrd. Euro. Es entstanden rund 1,3 Mio. Schäden.

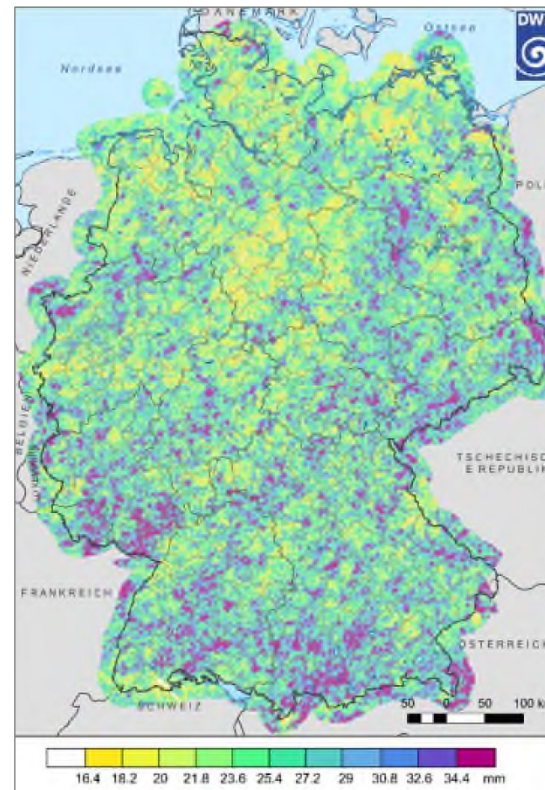
# Systematisierung von Überflutungsereignissen

## FORSCHUNGSPROJEKT STARKREGEN

Statistischer Niederschlag  
**D = 24 h, T = 20 a**  
(Radarklimatologie, 2001-2019)



Statistischer Niederschlag  
**D = 1 h, T = 20 a**  
(Radarklimatologie, 2001-2019)



Die extremwertstatistische Auswertung zeigt, dass die Niederschläge der Radarklimatologie für eine hohe Dauerstufe von 24 Stunden mit einer Wiederkehrzeit von 20 Jahren ein räumlich stark von der Orographie geprägtes Muster aufweisen (links).

Für kurze Dauerstufen (1 Stunde) ergibt sich hingegen eine abweichende, eher zufällige Verteilung des Starkniederschlags über Deutschland inklusive der Regionen im Flachland (rechts).

# Systematisierung von Überflutungsereignissen

## ÜBERFLUTUNGSARTEN

**Flusshochwasser**



**starkregenbedingte  
Überflutung**



**Grundhochwasser**



**Kanalisationsrückstau**



## Systematisierung von Überflutungsereignissen

KÖLN-BRAUNSFELD, 07-2021



Alle Bilder (C) Fam. Klever



**Was sind typische Schadensbilder?**

## Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

### AUSGEWÄHLTE SCHADENSBILDER AN DECKEN- UND FUSSBODENKONSTRUKTIONEN



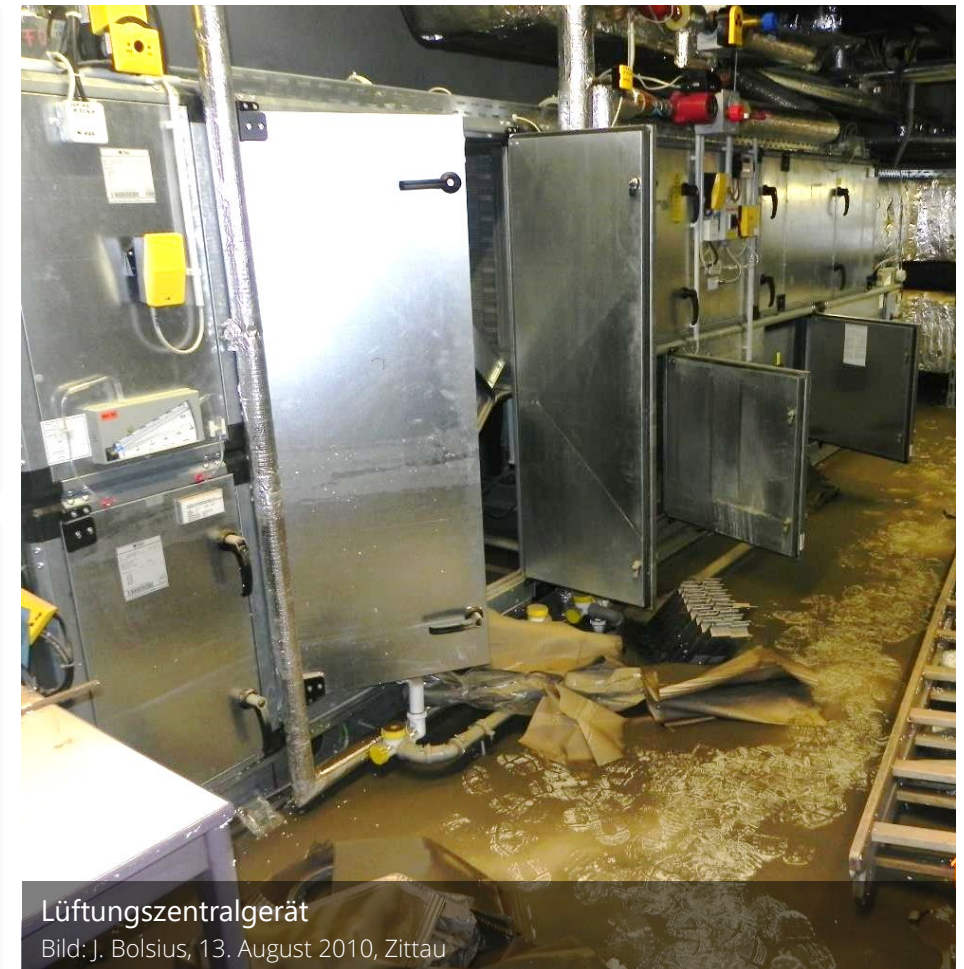
## Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

### AUSGEWÄHLTE SCHADENSBILDER AN AUSSENWANDKONSTRUKTIONEN



## Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

### AUSGEWÄHLTE SCHADENSBILDER AN DER GEBÄUDETECHNIK



## Schadenserfahrung aus vergangenen Überflutungsereignissen

VERMEINTLICHE »GOOD PRACTICE« ANSÄTZE FÜR DEN HOCHWASSERSCHUTZ





**Welchen Schadenstypen lassen sich  
die Schadensbilder zuordnen?**

## Klassifizierung von Schadensbildern

### SCHADENSTYPEN

#### Feuchte- und Wasserschäden



#### Strukturelle Schäden



#### Schäden durch Kontamination



# Klassifizierung von Schadensbildern

## SCHADENSTYPEN

Feuchte- und Wasserschäden



Strukturelle Schäden



Schäden durch Kontamination



# Klassifizierung von Schadensbildern

## STRUKTURELLE SCHÄDEN INFOLGE GRÜNDUNGSVERSAGEN

### Schadensursachen

- Freilegung und Unterspülung flach gegründeter Fundamente infolge Strömung, Kolkbildung und Erosion, d. h. Austrag von Bodenteilchen aus dem Bodengefüge
- Plastizitätsänderung bindiger Böden

### Relevante Einflussparameter

- Fließgeschwindigkeit (Staudruck, Schleppspannung)
- Wasserstandhöhe
- Einwirkdauer
- Geländeoberfläche (Rauhigkeit, Gefälle)
- Baugrundverhältnisse



## Klassifizierung von Schadensbildern

### STRUKTURELLE SCHÄDEN INFOLGE LASTANPRALL

#### Schadensursachen

- Verformungen, Durchbiegungen und Überbelastungen an Bauteilen, wie etwa Außenwänden, infolge hydrostatischer bzw. hydrodynamischer Druckkräfte
- Punktlasten durch anprallendes Treibgut

#### Relevante Einflussparameter

- Fließgeschwindigkeit
- Wasserstandhöhe
- Geschiebetransport (Art und Menge)



## Klassifizierung von Schadensbildern

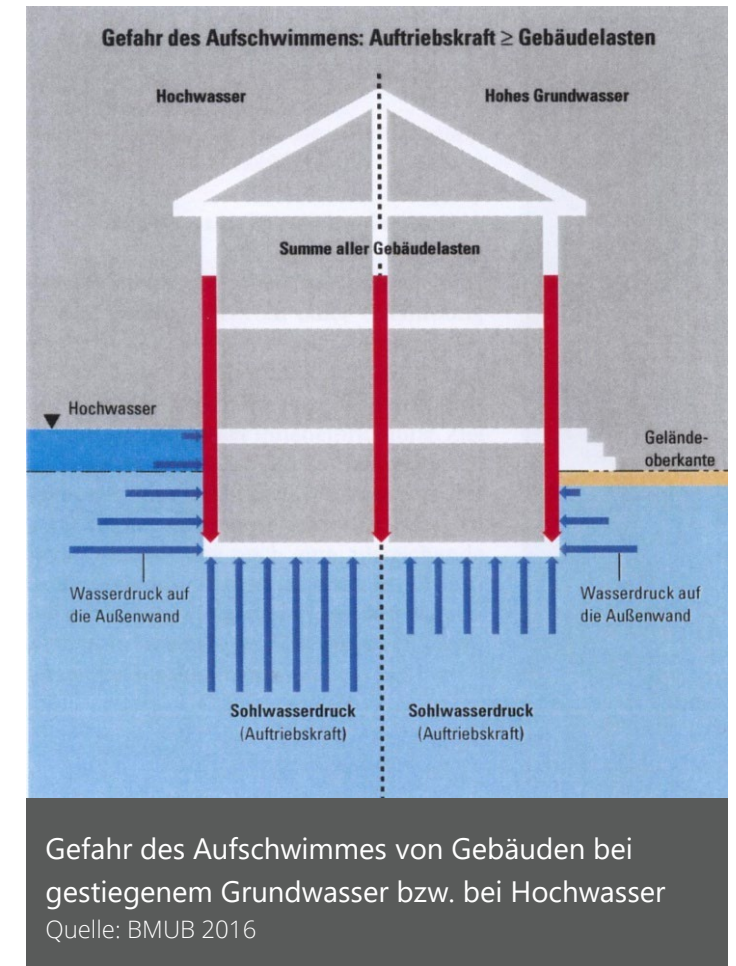
### STRUKTURELLE SCHÄDEN INFOLGE AUFTRIEB

#### Schadensursachen

- Wenn das Eigengewicht des Gebäudes (zuzüglich aller Verkehrslasten) kleiner ist als die Auftriebskraft (Sohlwasserdruck) des verdrängten Wassers, dann schwimmt das Gebäude auf und verliert sein Gleichgewicht.
- Schäden durch hydrostatischen Auftrieb treten vorwiegend an Gebäuden oder Gebäudeteilen auf, die während eines Hochwasserereignisses von Grund- und/oder Oberflächenwasser umgeben sind und in die (noch) kein Wasser eingedrungen ist (große Wasserstanddifferenzen zwischen Gebäude und Umgebung).

#### Relevante Einflussparameter

- Die resultierenden Auftriebskräfte hängen neben der Wassertiefe (Gewichtskraft des verdrängten Grund- und/oder Oberflächenwasservolumens) nur von der Grundfläche und nicht von der Form des Gebäudes ab (hydrostatisches Paradoxon).



## Klassifizierung von Schadensbildern

STRUKTURELLE SCHÄDEN INFOLGE AUFTRIEB // BEISPIEL ST. BENNO – GYMNASIUM DRESDEN, 2002



alle Bilder  
Quelle: Frido Pflüger  
[www.benno-gymnasium.de](http://www.benno-gymnasium.de)

## Klassifizierung von Schadensbildern

### STRUKTURELLE SCHÄDEN INFOLGE AUFTRIEB

- Auftriebsgefahren sind auch für baukonstruktive Schichtenfolgen zu beachten
- Fußbodenkonstruktionen können beispielsweise aufschwimmen, wenn die resultierende Auftriebskraft überfluteter Wärmedämmstoffe die Auflast der darüber liegenden Schichtenfolge übersteigt
- Wärmedämm-Verbundsysteme können sich ablösen, wenn die Auftriebskraft die Haftzugfestigkeit übersteigt
- Prozesse führen in den überwiegenden Fällen zur Zerstörung der jeweiligen Konstruktionsschichten



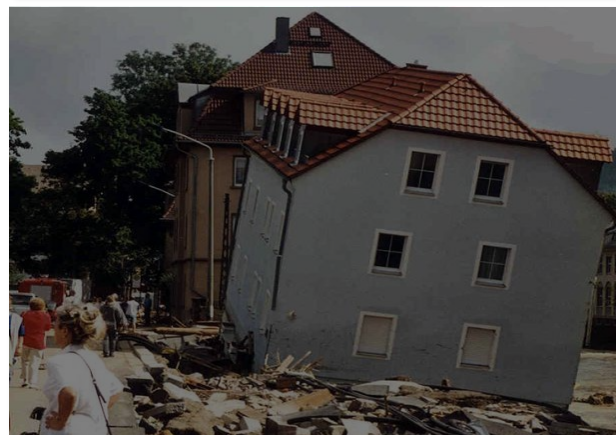
# Klassifizierung von Schadensbildern

## SCHADENSTYPEN

Feuchte- und Wasserschäden



Strukturelle Schäden



Schäden durch Kontamination



## Klassifizierung von Schadensbildern

### SCHÄDEN INFOLGE KONTAMINATION

#### Schadensursachen

- Flutwasser fungiert als Lösungs- und Transportmittel für chemische und biologische Schadstoffe, wie etwa Fäkalien oder Heizöl
- Konzentrierte Schadstoffe, die im Flutwasser nicht hinreichend verdünnt vorliegen, belasten die Bausubstanz bei direktem Kontakt

#### Relevante Einflussparameter

- Kontaminationsgrad des Flutwassers
- Wasserstandhöhe und -dauer



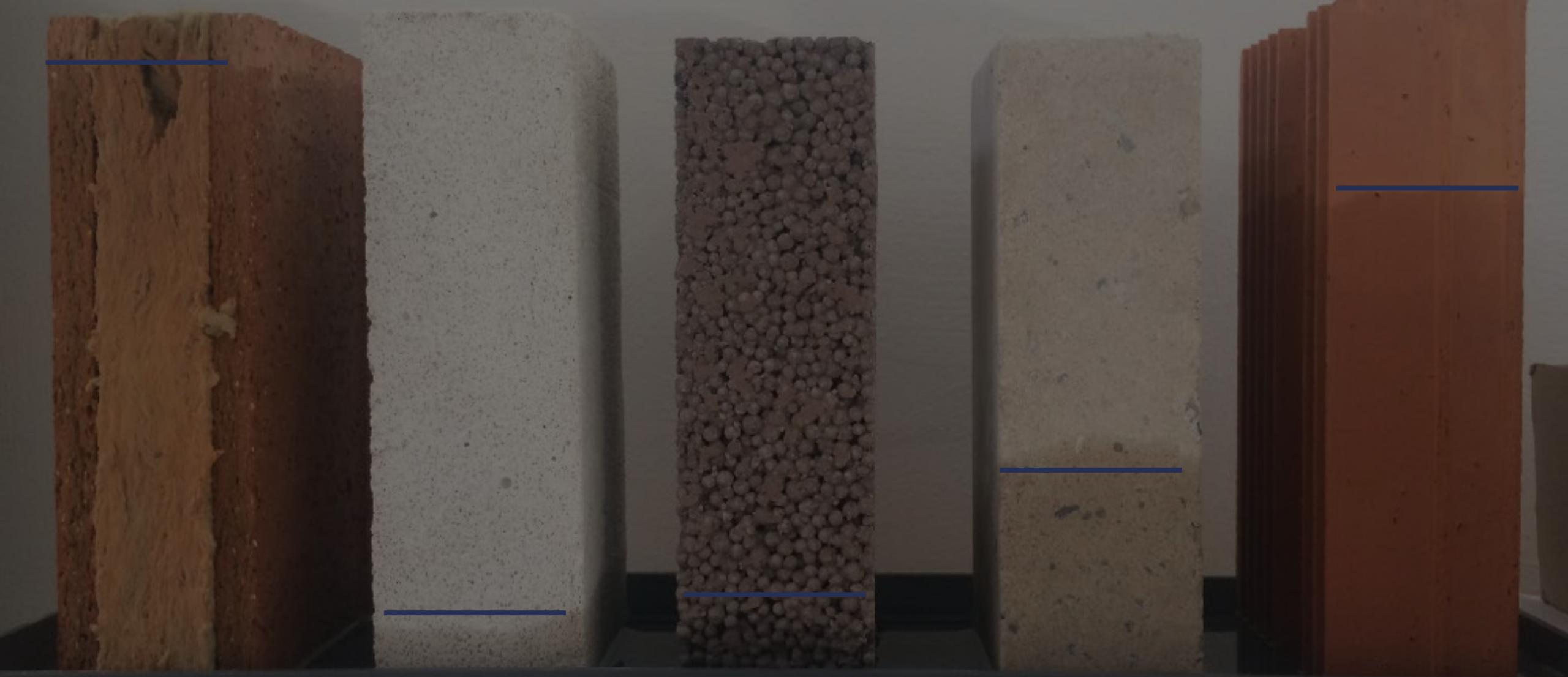
## Klassifizierung von Schadensbildern

### SCHÄDEN INFOLGE KONTAMINATION

#### Sofortmaßnahmen

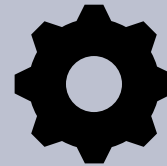
- bislang keine normativen Regelungen für die Instandsetzung kontaminierter Bauteile
- hochwasserangepasster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Überschwemmungsgebieten zwingend erforderlich
- Rückbau kontaminierter Bekleidungen, Füllstoffe, Trennwände, Putze usw.
- oberflächige mechanische und chemische Reinigungsverfahren mit eingeschränkter Wirksamkeit
- Austausch der betroffenen Bauteile meist nicht vermeidbar (z. B. Mauerwerksaustausch)





Hochwasserangepasstes Bauen

**Wie verletzbar sind übliche Baustoffe und Baukonstruktionen?**



**Welche Kriterien dienen der Bewertung der  
»Robustheit« üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?**

# Wie kann die Wirksamkeit dieser Maßnahmen bewertet werden?

## KRITERIEN



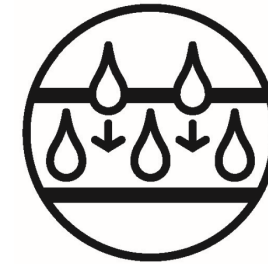
### **Festigkeitseigenschaften**

z. B. Druckfestigkeit von Wandbaustoffen,  
Haftzugfestigkeit von Putzen  
(Indikator = Haftzugfestigkeit bei  
Sättigungsfeuchte)



### **Form- und Volumenbeständigkeit**

z. B. Quell- und Schwindverformung,  
Volumenexpansion bei Frost-Tau-Wechsel  
(Indikator = hygriische Dehnung)

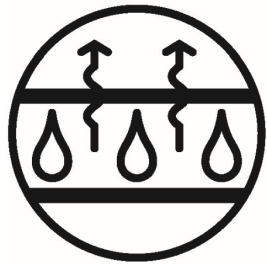


### **Wasseraufnahmeverhalten**

Intensität der Wasseraufnahme  
bei Überflutung  
(Indikator = Wasseraufnahmekoeffizient)

## Wie kann die Wirksamkeit dieser Maßnahmen bewertet werden?

### KRITERIEN



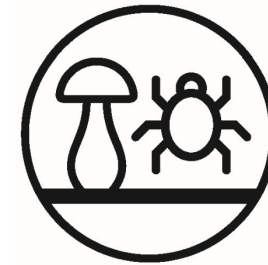
#### **Trocknung**

Geschwindigkeit der natürlichen oder technischen Trocknung vor Ort  
(Indikator = Trocknungskoeffizient)



#### **Erreichbarkeit & Demontierbarkeit**

(Indikator 1 = Anzahl der Füge- und Verbindungsstellen in einer Schichtenfolge; Indikator 2 = Art der Verbindungsmittel)



#### **pilzlicher Schädlingsbefall**

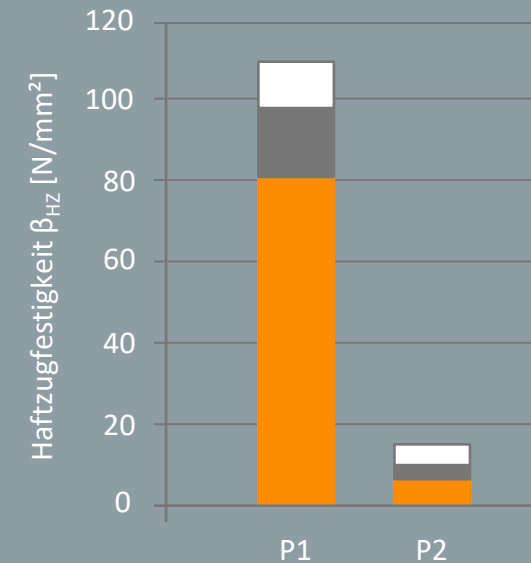
Risiko eines Schädlingsbefalls infolge dauerhaft erhöhter Feuchtebelastung im Baustoff nach einem Überflutungsereignis  
(Indikator = Substratgüte, Nährmedium)

## Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

### FESTIGKEITSEIGENSCHAFTEN // HAFTZUGFESTIGKEIT

1. Nachlassen des Verbundes an Haftflächen,  
z. B. Grenzschicht Untergrund-Dämmstoff oder Dämmstoff-  
Außenputz; Art der Verklebung (punktuell, vollflächig)
2. Irreversibler Haftzugfestigkeitsverlust verschiedener  
Dämmstoffarten bei Wasserbeanspruchung

Dämmstoffart	$u_M$ [M.-%]	Verbleibende mittlere Haftzugfestigkeit $\beta_{HZ}$ [%]	
		feucht	rückgetrocknet
P1 Polystyrol- Hartschaum (EPS)	12,430	73,9	91,8
P2 Steinwolle	[-]	44,5	55,7



- Festigkeit der feuchten Probe
- Reversibler Festigkeitsverlust
- Irreversibler Festigkeitsverlust
- P1 Polystyrol-Hartschaum, d = 100 mm
- P2 Steinwolle Putzträgerplatte, d = 100 mm

## Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

### FORM- UND VOLUMENBESTÄNDIGKEIT

Längen- und Volumenänderung infolge hygrischer Dehnung  
oder infolge Frost-Tau-Wechsel

Beide Effekte führen zu einer mechanischen Beanspruchung  
infolge kritischer Zwangsspannungen

Negative Folgen sind z. B. Rissbildung, Gefügeveränderungen,  
Zerstörung der Baustoffmatrix, Hohllagen und/oder Ablösung  
von Beschichtungen

Teilweise Reversibilität der Verformungen



## Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

### WASSERAUFNAHMEVERHALTEN

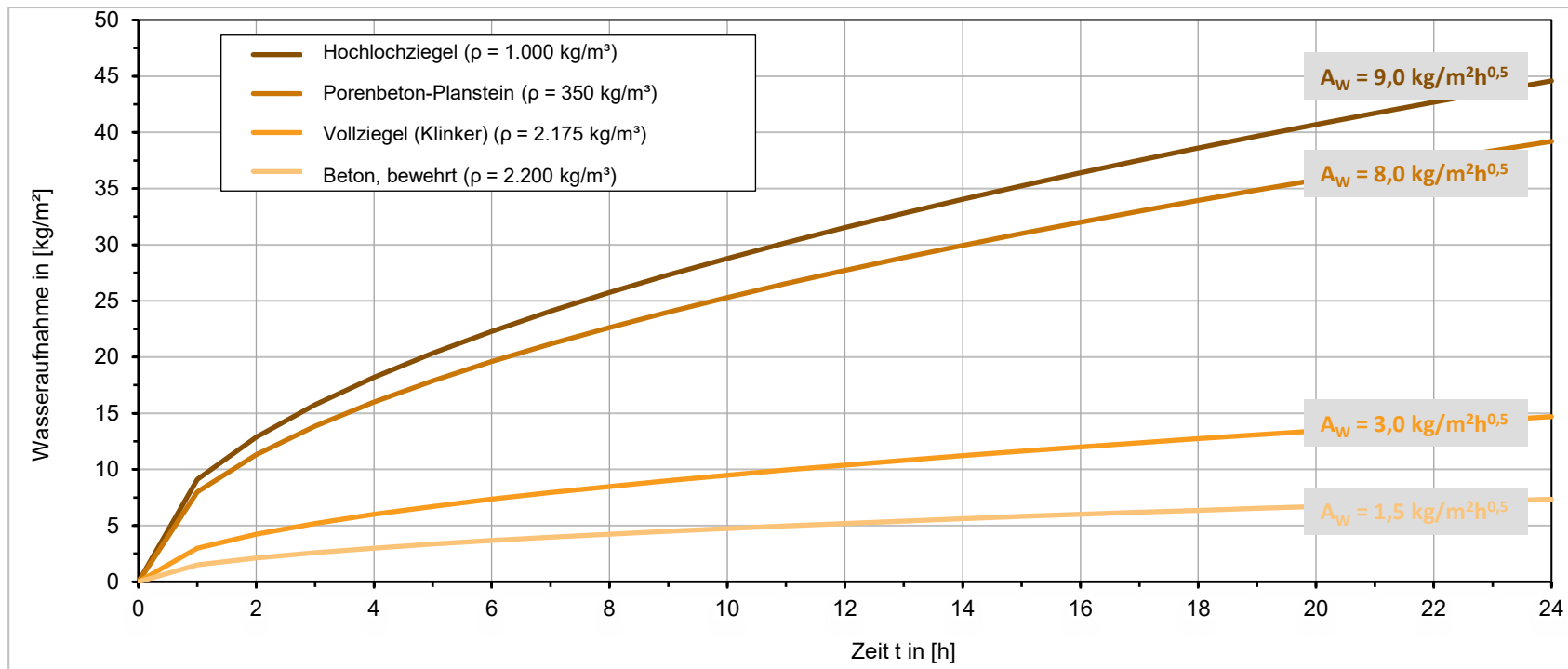


## Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

### WASSERAUFNAHMEVERHALTEN

Verfahren nach DIN EN ISO 15148:2018-12 „Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen“

Wasseraufnahmekoeffizient  $A_w$  in  $[\text{kg}/(\text{m}^2\text{h}^{0,5})]$  als Parameter des Wasseraufnahmeverhaltens



Wertebereich	Spezifizierung
$A_w < 0,1$	wasserdicht
$A_w = 0,1 \dots 0,5$	wasserabweisend
$A_w = 0,5 \dots 2,0$	wasserhemmend
$A_w > 2,0$	wasserdurchlässig

## Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

### TROCKNUNGSVERHALTEN

#### 1. Trocknungsabschnitt

##### hohe Trocknungsgeschwindigkeit

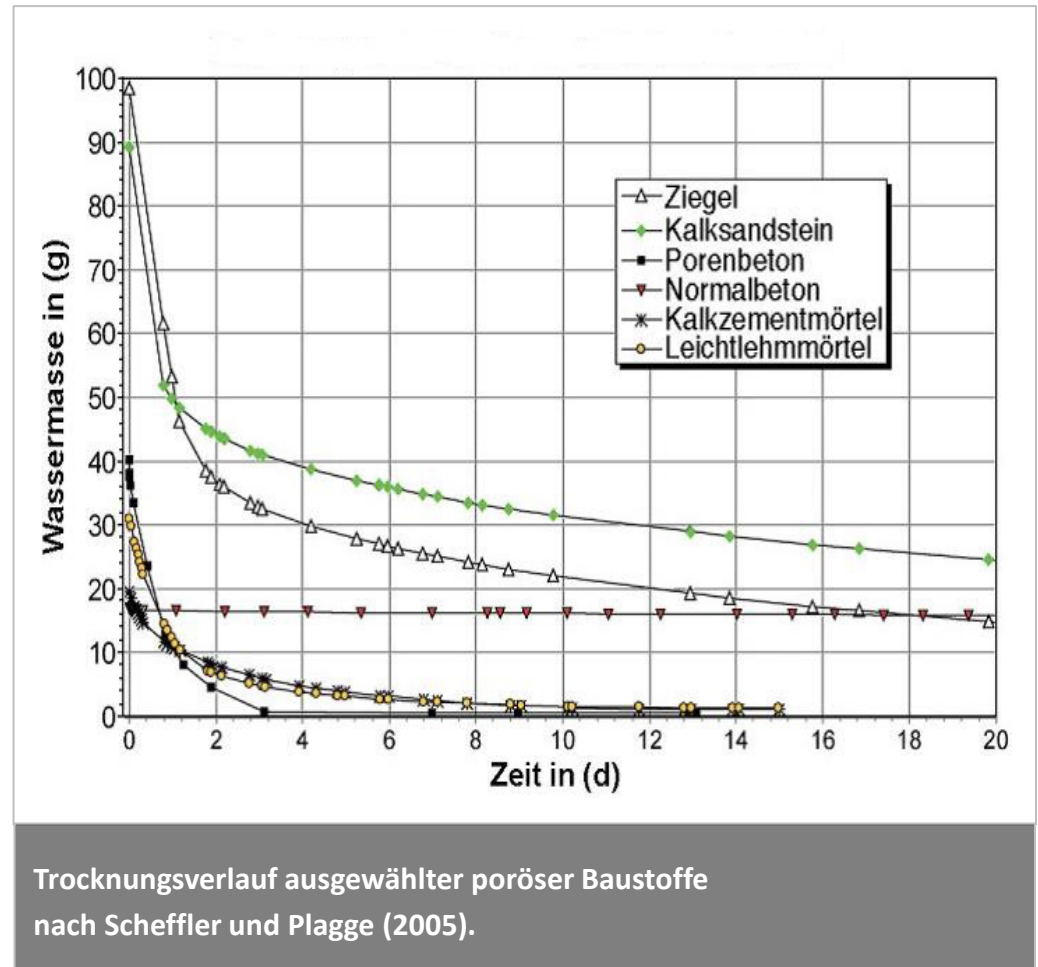
weitgehend lineare, starke Abnahme des Feuchtegehaltes in den ersten Tagen der Trocknung

aufgrund der überwiegend hohen Flüssigwasserleitfähigkeit mineralischer Baustoffe kann zunächst mehr Wasser an die Oberfläche transportiert werden, als dort verdunsten kann

#### 2. Trocknungsabschnitt

##### abnehmende Trocknungsgeschwindigkeit

mit abnehmendem Feuchtegehalt sinkt auch der Feuchtetransport im Material



## Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

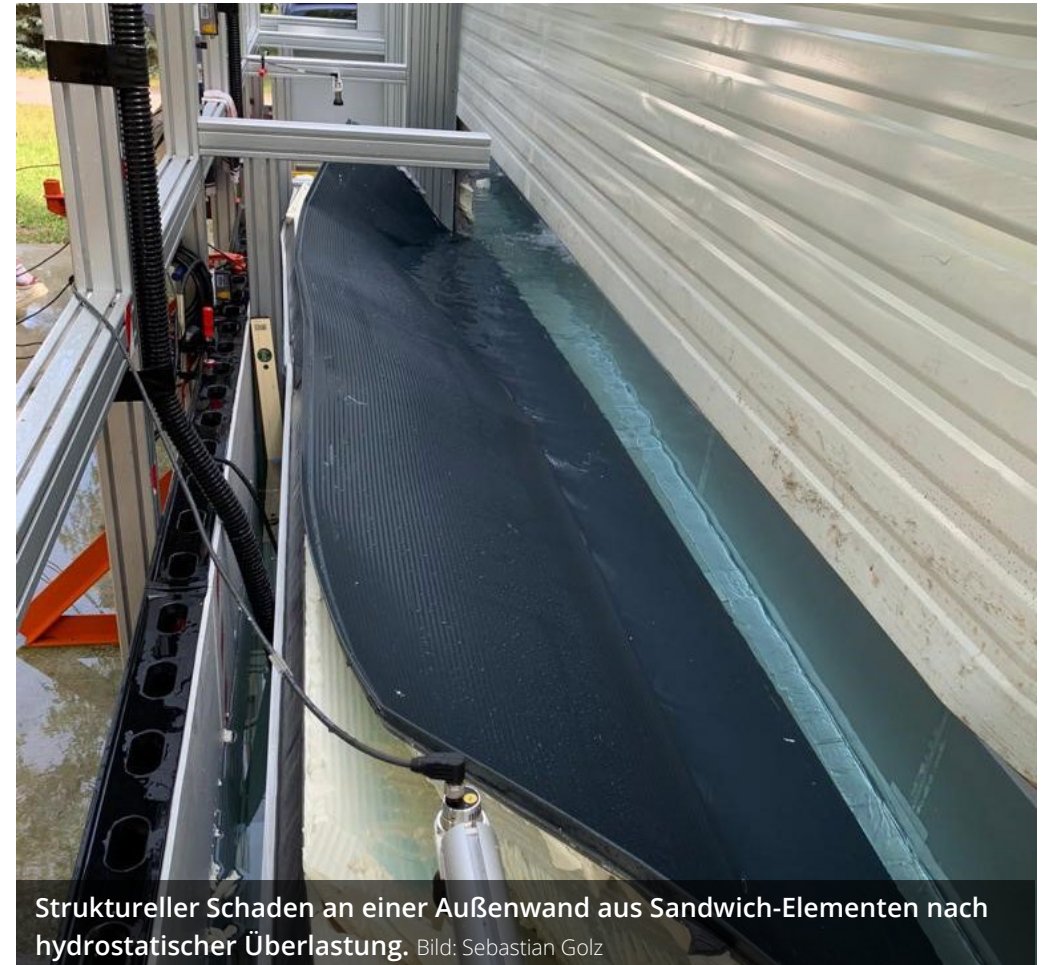
### ERREICHBARKEIT UND DEMONTIERBARKEIT

Notwendigkeit mehrschichtiger bzw. mehrschaliger Konstruktionen, um vielfältige Anforderungen an Wärme-, Schall-, Brand-, Einbruch- und Feuchteschutz zu erfüllen

je höher die Anzahl der Schichten in der Materialfolge ist, desto schwieriger ist in der Regel die Erreichbarkeit und Demontierbarkeit einzelner Baustoffe

lösbare Verbindungen: Schraubverbindungen, Nut-Feder-Verbindungen und Schwalbenschwanzverbindungen, Verbindungsbeschläge und Passverzahnungen

nicht lösbaren Verbindungen: stoffschlüssige Niet-, Schweiß- und Lötverbindungen sowie Klebungen



Struktureller Schaden an einer Außenwand aus Sandwich-Elementen nach hydrostatischer Überlastung. Bild: Sebastian Golz

## Welche Kriterien dienen der Bewertung üblicher Baustoffe und Baukonstruktionen?

### PILZLICHER SCHÄDLINGSBEFALL

Widerstandsfähigkeit eines Bauteils und seiner Komponenten gegenüber Zerstörung infolge pilzlichen Befall

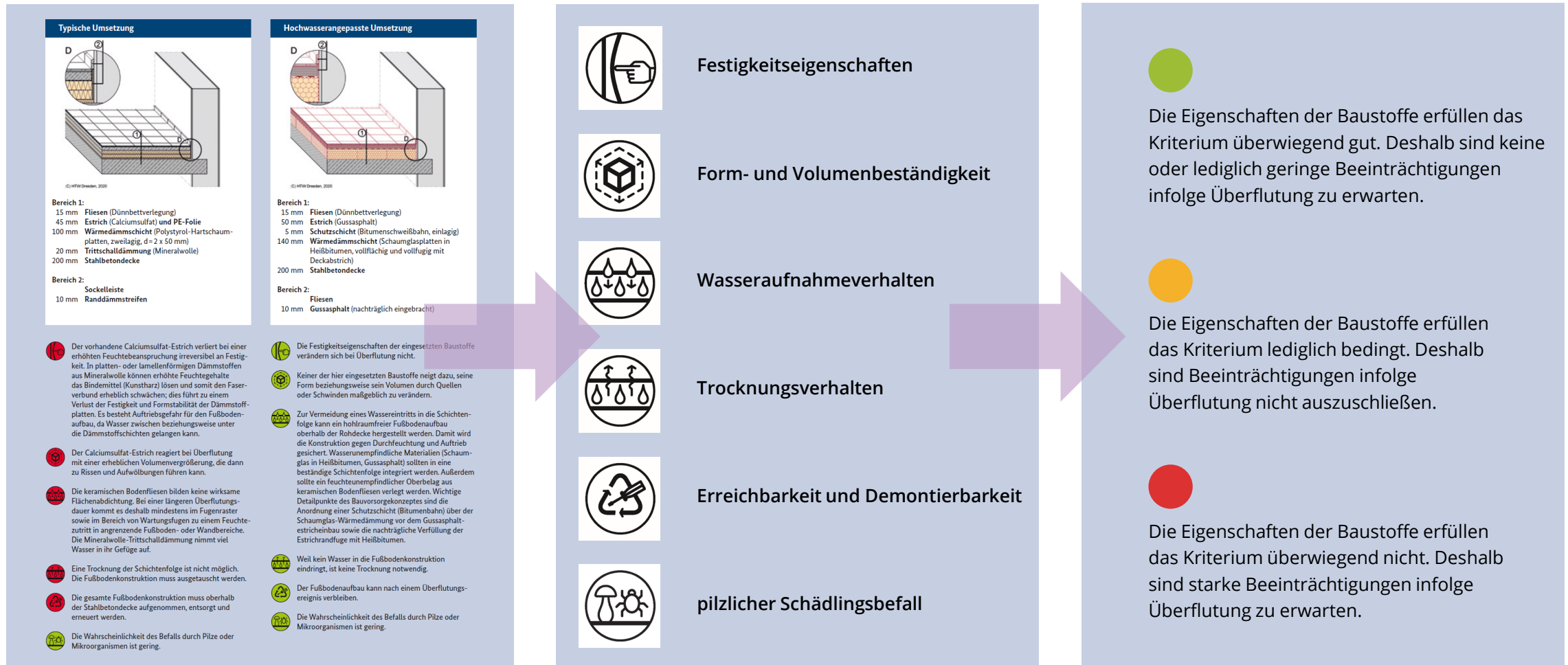
Befall löst mikrobiell induzierte Korrosionsprozesse (z. B. Zersetzung von Holz) aus

Wachstum steht in engem Zusammenhang mit dem im Gefüge beziehungsweise an der Oberfläche des Materials zur Verfügung stehenden Wassers und der Qualität des vorhandenen Nährstoffangebotes (Substratgüte)



# Wie funktioniert der Hochwasservorsorgeausweis?

## HOCHWASSERSCHUTZFIBEL 2022



# Wie funktioniert der Hochwasservorsorgeausweis?

FACHBUCH

Naumann, Golz, Resch, Tewinkel,  
Wang, Zeisler

## Sanierung von Hochwasserschäden

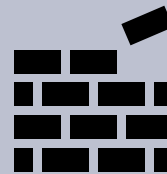
Ratgeber für die Praxis

analysieren – sanieren – vorbeugen



**RM** Rudolf Müller

Bewertungskriterien		Beständigkeit der Festigkeits-eigenschaften	Form- und Volumenbeständigkeit	Wasseraufnahme-verhalten	Eignung zur Trocknung vor Ort	Erreichbarkeit und Demontierbarkeit	Widerstandsfähigkeit gegenüber Schädlingsbefall	gewichteter Punktwert
Gewichtungsfaktoren		0,387 (-)	0,195 (0,336)	0,195 (0,328)	0,111 (0,187)	0,069 (0,109)	0,042 (0,041)	
Estriche	Zementestrich	9,5	9,5	8,0	5,0	2,0	9,5	8,2
	Calciumsulfatestrich	2,0	2,0	5,0	5,0	2,0	9,5	3,2
	Gussasphaltestrich	9,5	9,5	9,5	9,5	2,0	9,5	9,0
	Trockenestrichelemente (z. B. aus Gipsfaserplatten)	2,0	2,0	0,0	5,0	2,0	2,0	1,9
	Kunstharzestrich	9,5	9,5	9,5	9,5	2,0	9,5	9,0
Putz- und Mauer Mörtel	Zementmörtel	9,5	9,5	6,5	5,0	2,0	7,0	7,8
	Kalkzementmörtel	9,0	9,0	6,0	5,0	2,0	7,0	7,4
	Gipsmörtel	2,0	2,0	3,0	5,0	2,0	9,5	2,8
	Lehmmörtel	2,0	2,0	1,0	7,0	2,0	7,0	2,6



## Wie verhalten sich ausgewählte Baukonstruktionen bei Überflutung?

## Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

### MASSIVDECKE MIT SCHWIMMENDER FUSSBODENKONSTRUKTION

#### Bautechnische Problemfelder

- **Keramische Bodenfliesen bilden keine wirksame Flächenabdichtung.** Deshalb können Wasser und Schmutzfrachten über Fugen und Randanschlüsse in die Schichtenfolge eindringen.
- **Feuchteempfindliche Estriche**, wie etwa Calciumsulfat-Estrich, dürfen keiner erhöhten Feuchtebeanspruchung ausgesetzt sein. (Dimensionsstabilität, Festigkeit)
- **Hohe Wasseraufnahme** und Verlust der Materialeigenschaften der Mineralfaserdämmung.
- **Eingeschränkte Erreichbarkeit** der Schichtenfolge für eine wirksame Bauteiltrocknung.
- **Auftriebsgefahr** für den Fußbodenaufbau, da Wasser zwischen beziehungsweise unter Dämmstoffschichten gelangen kann.



Hochwasserbeanspruchte Fußbodenkonstruktion.  
Zementestrich auf Trittschall- und Wärmedämmung  
(Mineralwolle bzw. Polystyrol-Hartschaum)

Bild: Sebastian Golz.

## Wie verhalten sich Decken- und Fußbodenkonstruktionen bei Überflutung?

MASSIVDECKE MIT SCHWIMMENDER FUSSBODENKONSTRUKTION // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER

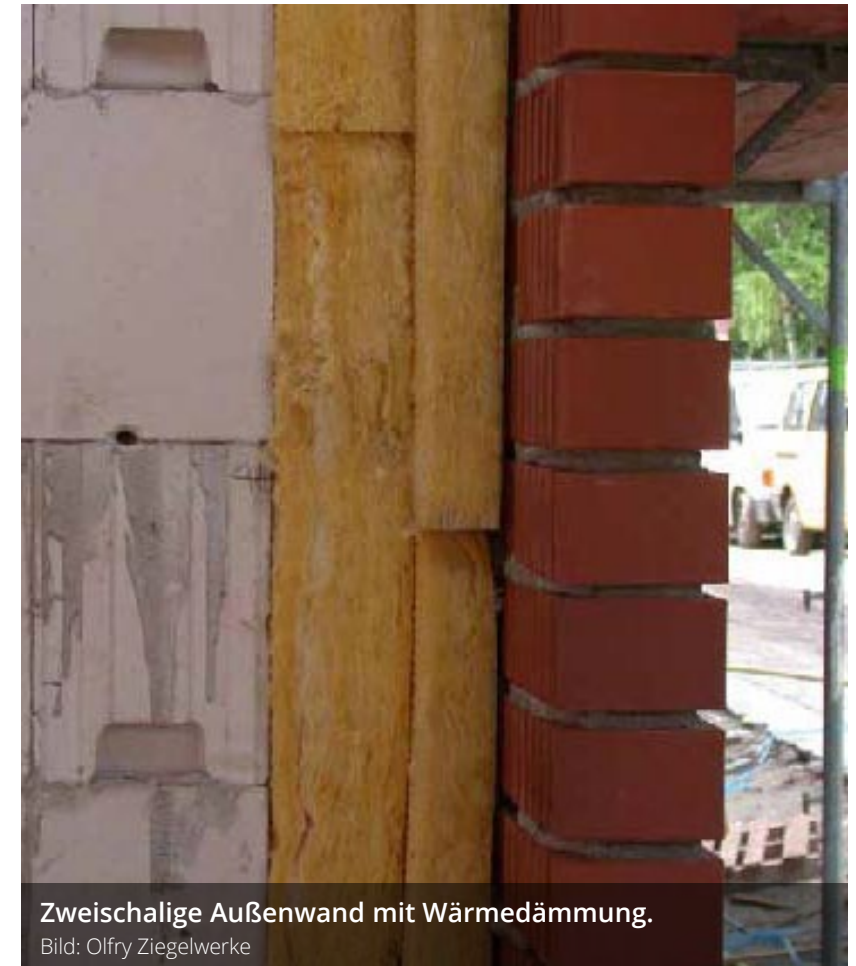


## Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

### ZWEISCHALIGE AUSSENWAND MIT WÄRMEDÄMMUNG

#### Bautechnische Problemfelder

- Wasser gelangt im Überflutungsfall hinter die gemauerte Vorsatzschale in den Belüftungsraum
- die intensive Wasserbeanspruchung führt zu **erheblichen Feuchtegehalten im Gefüge der mineralischen Steinwolle-Fassadendämmplatten**; damit verbunden sind vor allem Festigkeitsverluste und Formveränderungen („Zusammensacken“ infolge erhöhter Eigenlasten)
- der Wassereintritt ins Fassadensystem führt auch zu einer **direkten hygrischen Beanspruchung der Außenwand** (Kalksandstein-Mauerwerk), wodurch sich die Notwendigkeit für eine Vertikalabdichtung oberhalb des Geländes ergibt
- ein bedeutender Zwangspunkt mehrschaliger Mauerwerkskonstruktionen ist die **unzureichende Erreichbarkeit des dämmstoffgefüllten Schalenzwischenraums**; die Lage der Kerndämmung erschwert die Trocknung beziehungsweise den Austausch nach einem Überflutungsereignis erheblich



## Wie verhalten sich Außenwandkonstruktionen bei Überflutung?

### AUSSENWAND VORGEHÄNGTER HINTERLÜFTETER FASSADE // BAUTECHNISCHE PROBLEMFELDER

#### Bautechnische Problemfelder

- Im Überflutungsfall gelangt **Wasser** durch Luftspalten hinter die Fassadenpaneele in den **Belüftungsraum**.
- Die intensive Wasserbeanspruchung führt zu **erheblichen Feuchtegehalten** im Gefüge der mineralischen Steinwolle-Fassadendämmplatten. Damit verbunden sind vor allem Festigkeitsverluste und Formveränderungen (»Zusammensacken« infolge erhöhter Eigenlasten).
- Der Wassereintritt ins Fassadensystem führt auch zu einer direkten hygrischen Beanspruchung der Außenwand, wodurch sich die Notwendigkeit für eine Vertikalabdichtung oberhalb des Geländes ergeben kann (in Abhängigkeit von dem verwendeten Wandbaustoff).
- **ABER:** Die **Fassadentafeln** sind mit **geringem Aufwand demontierbar**, d. h. die Konstruktionsschichten sind für die Trocknung gut erreichbar.



Außenwand mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade.

Bild: S. Golz, 2010



Hochwasserangepasstes Bauen

**Was sind Strategien und Maßnahmen der Bauvorsorge?**