

# Auswirkungen von Klimaänderungen für Gebäudebestand und Neubauten

-

## Wo liegen die Verletzbarkeiten?

Thomas Naumann, Johannes Nikolowski

Dialog zur Klimaanpassung – Klimarobustes Sanieren und Bauen

Berlin, 12. November 2013



Leibniz-Institut  
für ökologische  
Raumentwicklung



# Veränderte Einwirkungen auf Gebäude

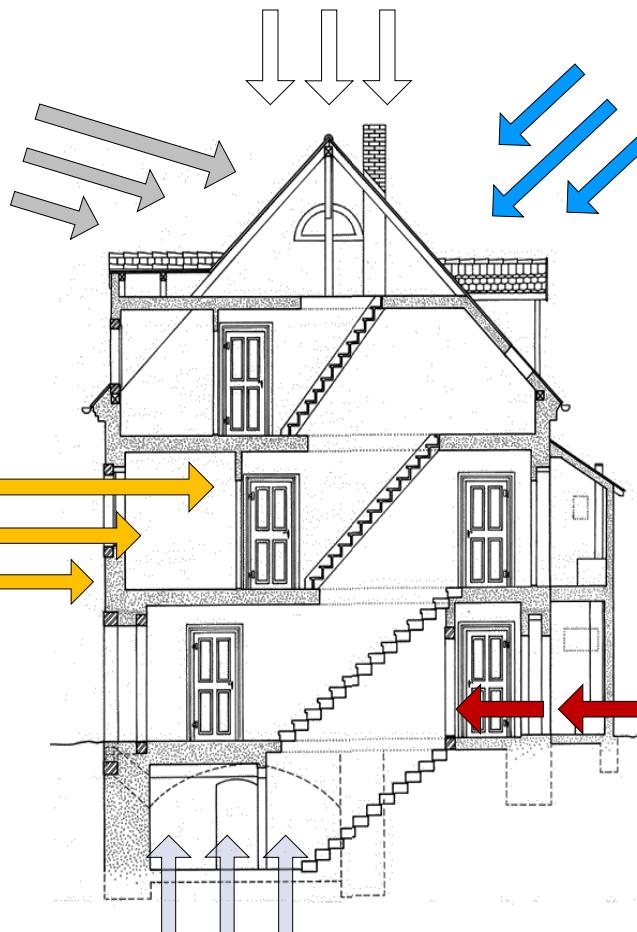
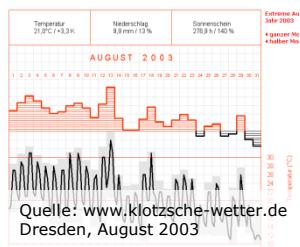
Hagel



Sturm



Sommerhitze



Starkregen



Schnee



Überflutung



# Veränderte Einwirkungen auf Gebäude - Modellregion Dresden

Einwirkung	Beeinflussende Größen	Veränderung
Sommerhitze	Temperatur, Sommertage, Tropennächte, Strahlung	
Überflutung	Niederschlag pro Zeiteinheit, Niederschlag-Abfluss-Modelle, hydraulische Simulation	
Starkregen	Niederschlag pro Zeiteinheit (lokal stark begrenzte Ereignisse)	
Hagel	Hagelgröße, Hagelintensität	
Wind	Windgeschwindigkeit, Windspitzen, Windrichtung	
Schnee	Temperatur, Niederschlag, Frost-Tau-Wechsel	

# Ausgewählte Schadensbilder infolge Überflutung



Durchfeuchtung von  
Wand- und Fußboden-  
konstruktionen



Zerstörung wasser-  
empfindlicher Bauteile



Zerstörung leichter  
Trennwände aus  
Gipskarton



Zerstörung wasser-  
empfindlicher Decken-  
bekleidungen



Aufschwimmen von  
Fußbodenkonstruk-  
tionen



Zerstörung massiver  
Bauteile aufgrund  
hydrostatischen  
Drucks



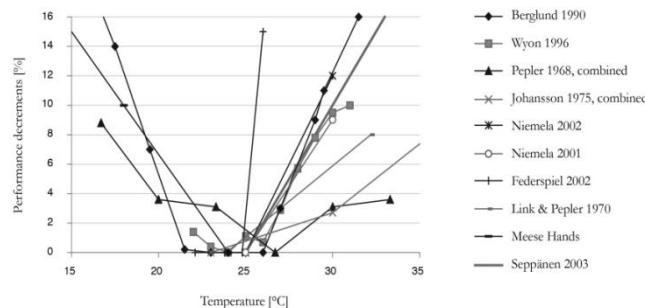
Bauteilüberlastung  
durch erhöhte  
Eigenlast



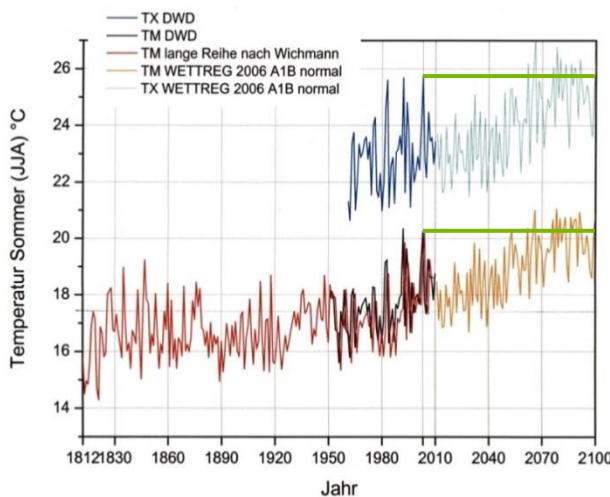
Beschädigung der  
Haustechnik

Fotos: R. Schirnke und S. Goltz, 2010

# Sommerhitze - Einwirkung



Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit der Temperatur  
(Quelle: Seppänen 2003)



TX: Maximaltemperatur TM: Mittlere Temperatur  
(Quelle: Professur für Meteorologie, TU Dresden)

## Mögliche Folgen für Gebäude

Keine direkten Gebäudeschäden, jedoch Beeinträchtigung der Nutzer

Behaglichkeit, Leistungsfähigkeit, Mortalität

## Ex-post-Analysen

Teilweise erheblicher Anstieg der hitzerelevanten Klimakenngroßen

Sommertage, heiße Tage, Tropennächte

## Klimaprojektionen

Sommer 2003 im Vergleich zu den Klimaprojektionen

Neue TRY des DWD (Projektion für 2021 bis 2050)

## Aktuelle Regelwerke

DIN 4108-2: Sonneneinstragskennwerte

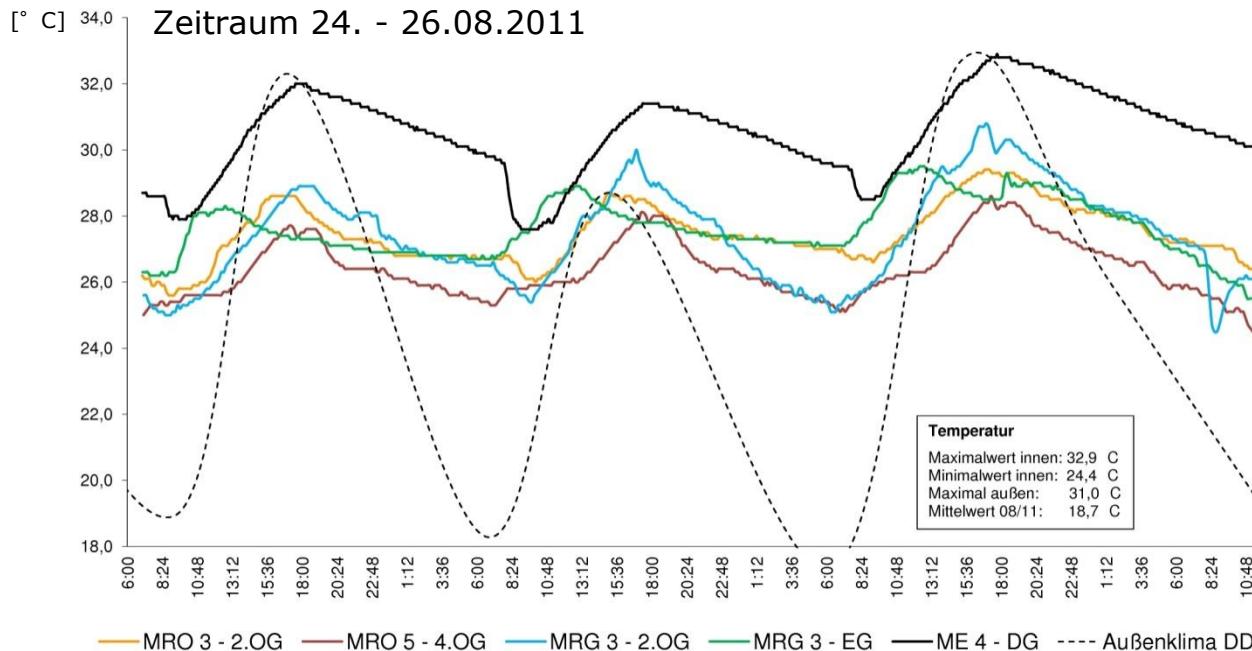
Thermische Gebäudesimulation

## Veränderungsansätze

Planungsprozess

Veränderte Randbedingungen für die Gebäudesimulation

# Sommerhitze - Konsequenzen



ME 4



MRG 3



MRO 5

## Betroffene Gebäudezonen

Innenräume, insbesondere in ausgebauten Dachgeschossen

## Schadensbilder

Beeinträchtigung der Behaglichkeit

Indirekte Schäden durch Mietminderungen oder Mietausfälle

# Sommerhitze - Verletzbarkeit

## Nachweisverfahren E DIN 4108-2

- 1) Verfahren Sonneneintragskennwerte
- 2) Dynamisch-thermische Simulationsrechnungen

Thermische Gebäudesimulation erfordert Stundenwerte ausgewählter meteorologischer Parameter

Testreferenzjahre (TRY): Speziell für die Anwendung in thermischen Gebäudesimulationsprogrammen erstellt

Übertemperaturgradstunden berücksichtigen Dauer und Höhe einer Temperaturüberschreitung

## Klimadaten zur Abbildung des Klimawandels

### TRY 1986 bis TRY 2010

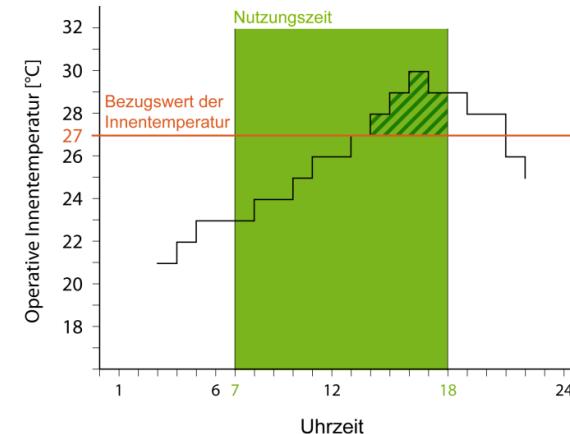
(basieren auf Beobachtungsdaten an Wetterstationen)

### TRY 2035

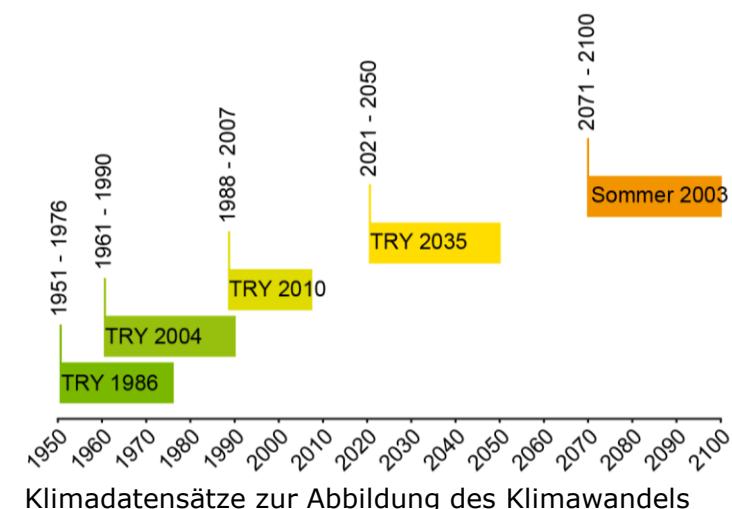
(basiert auf regionalen Klimamodellen, Emissionsszenario A1B)

### Jahr 2003

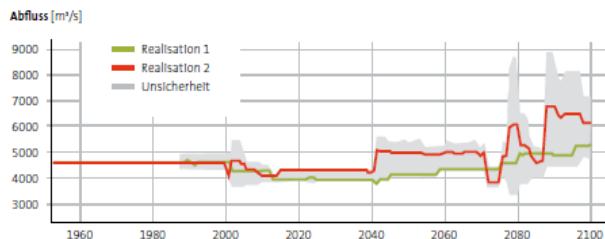
(unveränderte Beobachtungsdaten)



Beispielhafte Ermittlung der Übertemperaturgradstunden



# Überflutung - Einwirkung



Projizierte Pegelstände der Elbe; 1961 bis 2100  
(Quelle: GDV 2011)



Görlitz: Folgen der Neißeflut - September 2010  
(Foto: Nikolowski)

## Mögliche Folgen für Gebäude

Hoher Anteil der Hochwasserschäden im Wohngebäudebestand (2002, 2006, 2010, 2013)

Abhängigkeit von Überflutungsart und Schadenstyp

## Ex-post Analysen

Unterschiedliche Merkmale zwischen Winterereignis und Sommerereignis

Erhöhung der Hochwasserwahrscheinlichkeit

## Klimaprojektionen

keine grundlegenden Aussagen zur Regionalisierung möglich

GDV: Erheblicher Anstieg der Elbpegelstände zu erwarten

## Aktuelle Regelwerke

Bund, Bundesländer, Fachverbände sowie Produkthersteller

## Veränderungsansätze

Stärkung von Vorsorgestrategien, insbesondere der Bauvorsorge und der Flächenvorsorge

# Überflutung - Konsequenzen

## Gefährdete Bauteile

Wand-, Fußboden- und Deckenkonstruktionen

Bauteile mit wasserempfindlichen Bindemitteln, wasserempfindliche Dämmstoffe, Bauteile aus Holz und Holzwerkstoffen

Technische Gebäudeausrüstung (Heizungsanlagen, Elektroinstallationen, Sanitärinstallationen, Aufzüge, Lüftungstechnik, Fernmelde- und Informationstechnik, Gebäudeautomation)

Ausbaukonstruktionen: Türen, Fenster etc.

Inventar



## Typische Schadensbilder

Wasser- und Feuchteschäden

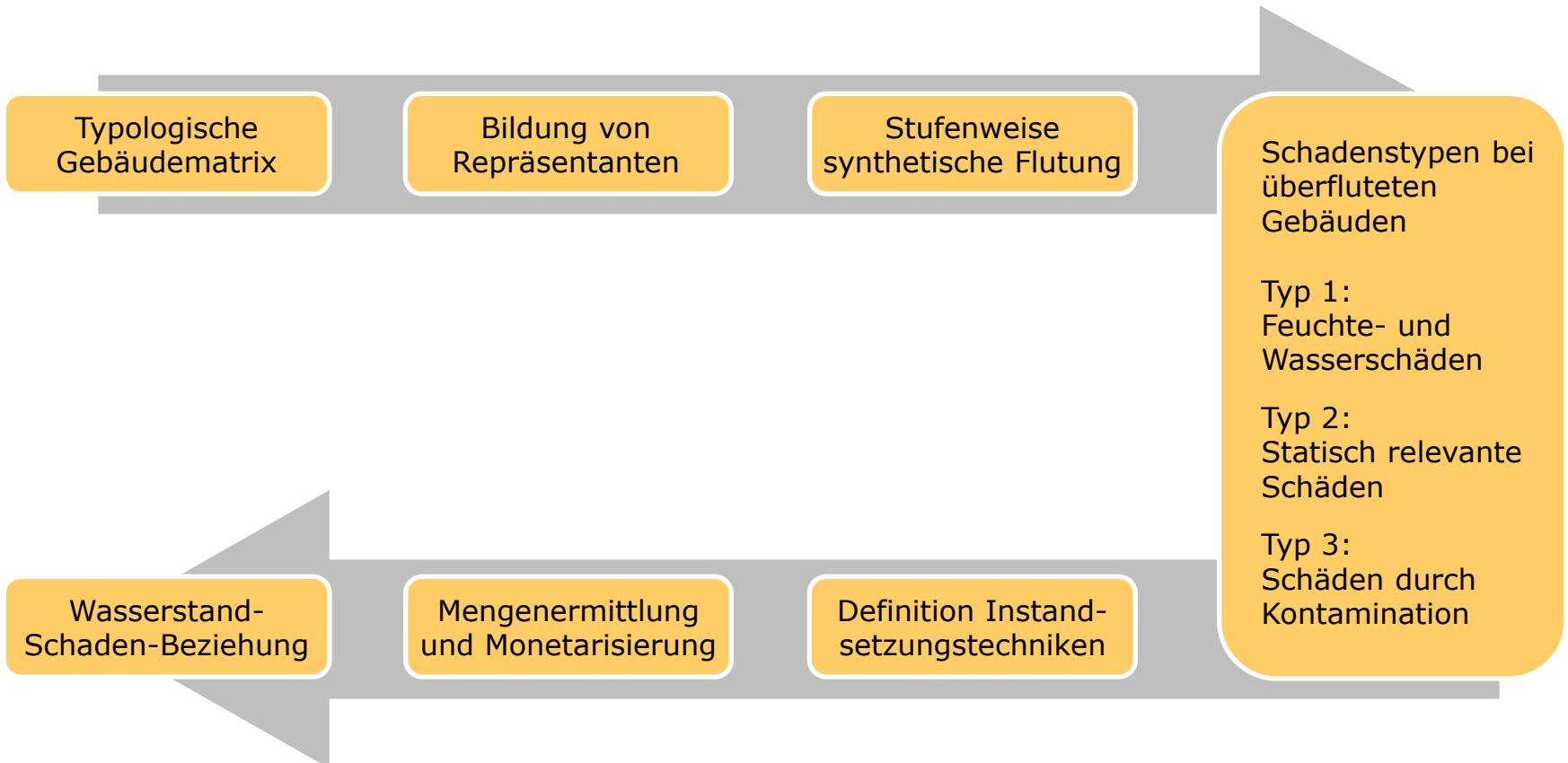
Statisch relevante Schäden

Schäden durch Kontaminationen

Görlitz  
10.08.2010



# Überflutung - Verletzbarkeit

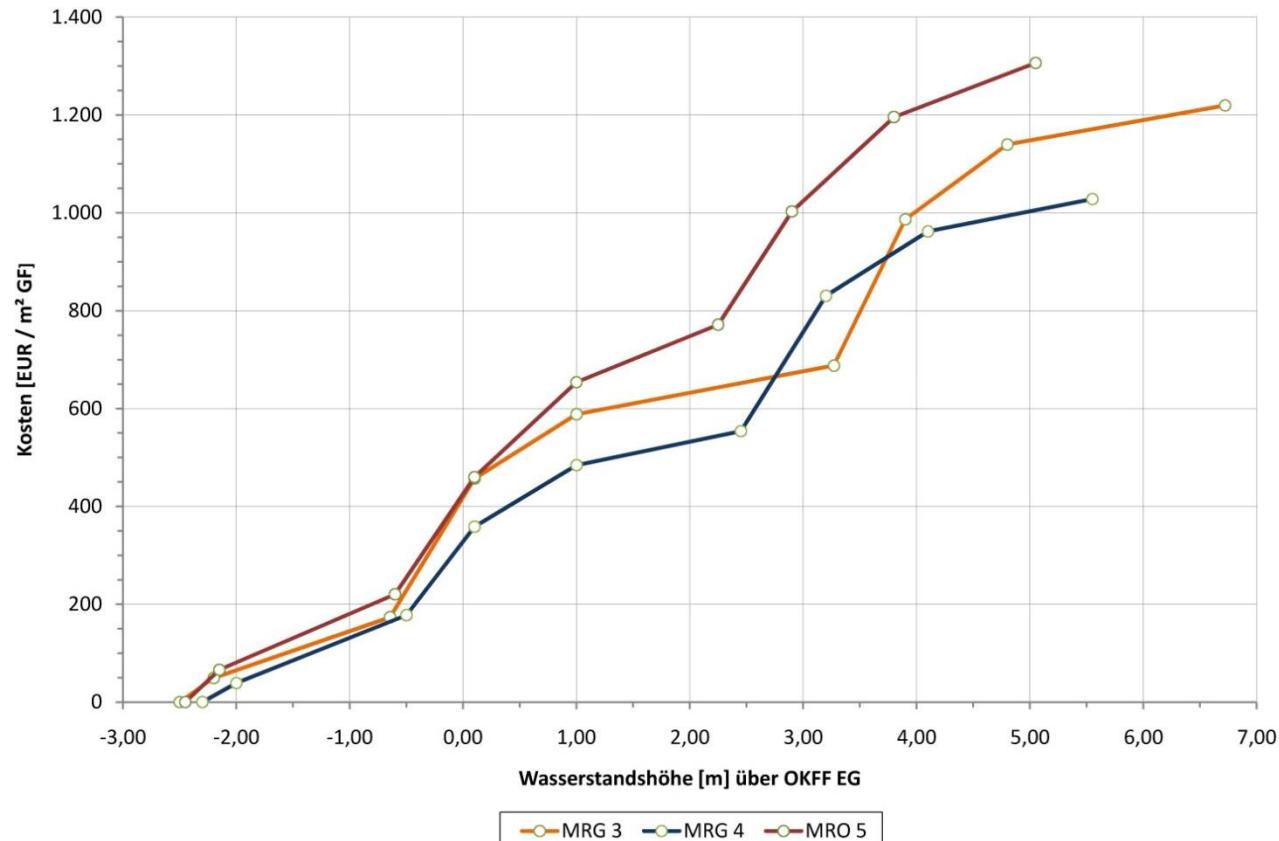


Naumann, Nikolowski, Golz 2008

# Überflutung - Schadenstypen



# Überflutung - Schadensfunktion



MRG 3 (Baujahr 1903)

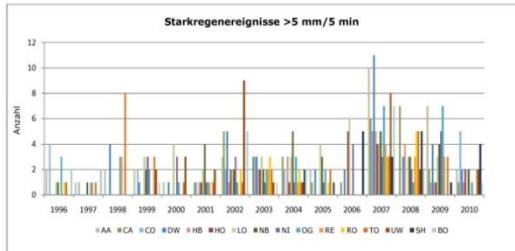


MRG 4 (Baujahr 1924)



MRO 5 (Baujahr 1985)

# Starkregen - Einwirkung



Starkregenereignisse von 1996 bis 2010 in Dresden (Quelle: Ullrich, Reinfried 2011)



Starkregenereignis in Dresden - August 2010  
(Foto: Nikolowski)

## Mögliche Folgen für Gebäude

Überlastung Entwässerungssysteme

Wassereintritt an baukonstruktiven Problempunkten

## Ex-post Analysen

Anstieg der mittleren jährlichen Niederschlagssumme

Zunahme kleinräumiger Starkregenereignisse

## Klimaprojektionen

Grundlegende Aussagen für Region Dresden: Abnahme (fast) aller hygrischen Einwirkungen

Zunahme kleinräumiger Starkregenereignisse zu erwarten

## Aktuelle Regelwerke

DIN, ZVDH- und ZVSHK-Regelwerke

Kostra-DWD 2000

## Veränderungsansätze

Kostra-Zukunft

Robustheit und Qualität in Planung, Bauausführung und Wartung

# Starkregen - Konsequenzen

## Gefährdete Bauteile

Balkone und Dachterrassen

Abdichtungen ungenutzter und begrünter Flachdächer

Steildächer: Dachgaupen, Dacheinschnitte, Dachaufbauten, Anschlüsse, Durchdringungen oder Mangelpunkte

Tiefgaragen, insbesondere erdüberdeckte TG-Decken



## Typische Schadensbilder

Wasser- und Feuchteschäden an mineralischen Baustoffen, Wärmedämmstoffen, Fassadenelementen etc.

Dresden-Weixdorf  
27.08.2010



Salzbelastungen (Folgeschaden)

Pflanzliche Holzschädlinge (Folgeschaden)

Inventarschäden (Folgeschaden)

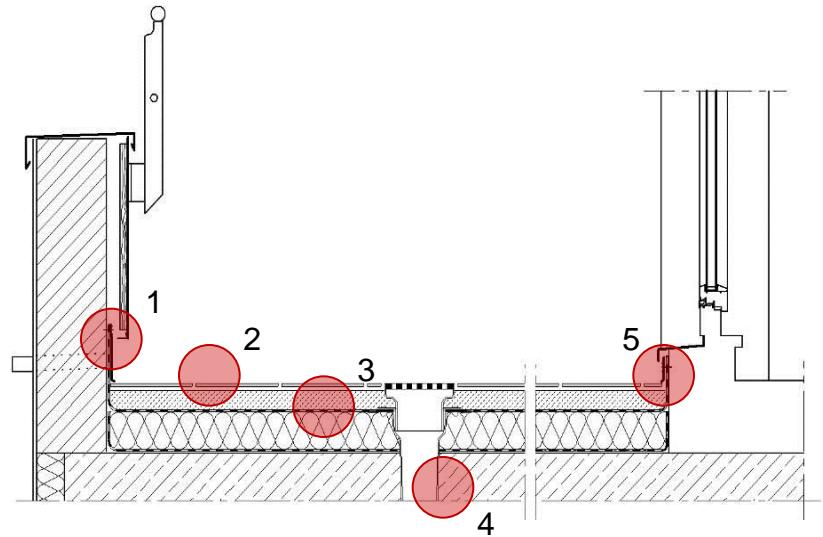


Radeberg  
30.08.2010

# Starkregen - Typische Schadensmechanismen

## Beispiel Dachterrassen und Balkonen

- 1 Hinterlaufen der Flächenabdichtung infolge mangelhafter Aufkantungshöhe oder fehlender mechanischer Fixierung
- 2 Frost-Tauwechsel-Schäden an verletzbaren Schichtenfolgen
- 3 Wassereintritt unter die Flächenabdichtung, Ausbildung der Schadensbilder an charakteristischen Schwachstellen (Durchdringungen, Installationsöffnungen, Deckenfugen)
- 4 Korrosion von Entwässerungsrohren (Titanzink) mit Mörtelkontakt
- 5 Hinterlaufen der Abdichtung am Anschluss zu Terrassentüren oder bodentiefen Fensterelementen



# Starkregen - Verletzbarkeitsanalyse



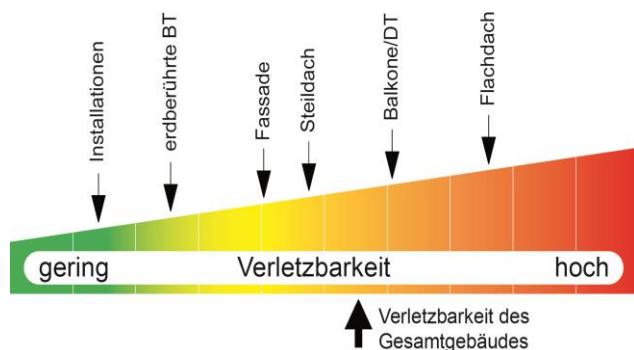
Bewertungsschema für die Verletzbarkeit von Gebäuden gegenüber der Einwirkung Starkregen

# Starkregen - Bewertungssystem

Ermittlung spezifischer Verletzbarkeiten getrennt für jede Bauteilgruppe durch Einführung eines Punktesystems

Wichtung der Einzelbeiträge anhand von Schadensumfang und zu erwartenden Sanierungskosten

Berücksichtigung von Standortfaktoren, Qualität der Planung und Ausführung sowie der Wartung



Ergebnisgrafik für die Verletzbarkeit eines Beispielgebäudes gegenüber Starkregen

Bewertungskatalog für die Verletzbarkeit gegenüber Starkregen				Stand 01/2013
Bauteil	Dachterrassen und Balkone			
Bauteilnummer	2.3	Referenzwert	60	MNI
Gesamtpunktzahl	100	Grenzwert	20	Optimierungsraum für Bauteile

Nr.	Bewertungs-kriterium	Verletzbarkeit				Punktzahl (von)
		gering	hoch			
2.3.1	Nutzschicht / Schichtenfolge über der Flächenabdichtung	hohes Wasser-ableitvermögen; etwa durch aufgeständerten Plattenbelag mit Fugenkreuzen oder Holzrost	Plattenbelag im Splittbett	Fliesenbeläge mit Verbundabdichtung und Flächenabdichtung nach DIN 18195	durch Forsch-Tau-Wechsel gefährdet Schichtenfolgen	(12)
		12	8	4	0	
2.3.2	Überdachung	≥ 90 % der Gesamtfläche überdacht	≥ 90 %, ≥ 60 % der Gesamtfläche überdacht	< 60 %, ≥ 20 % der Gesamtfläche überdacht	< 20 % der Gesamtfläche überdacht	(7)
		7	5	3	0	
2.3.3	Gefälle im Dichtungsgrund	≥ 5 %	< 5 %, ≥ 2 %	< 2 %, ≥ 1 %	< 1 %	(12)
		12	10	6	0	
2.3.4	Abdichtungs-lösung	3-lagige Flächen-abdichtung aus hochwertigem Bahnenmaterial gemäß DIN 18195	2-legige Flächen-abdichtung aus hochwertigem Bahnenmaterial, WU-Konstruktionen	1-lagige Flächen-abdichtung aus hochwertigem Bahnenmaterial gemäß DIN 18195	sonstige Abdichtungs-lösungen	(12)
		12	10	6	0	
2.3.5	Dichtungsgrund	massive Bauteile (z. B. Beton, d ≥ 50 mm; Mauerwerk, d ≥ 115 mm)	Wärmedämmung aus Schaumglas; Estrich, d ≥ 40 mm, auf Dämmschicht	druckfeste Wärmedämmung aus Hartschraum; Holz und Holzwerkstoffe	sonstiges	(6)
		6	4	2	0	
2.3.6	Anschlusshöhen der Abdichtung an Wände / massive Bauteile		Anforderungen gemäß DIN 18195 eingehalten		Anforderungen der Normen deutlich unterschritten	(6)
			6	0	-6	
2.3.13	Inspektion- bzw. Wartungsvertrag					(6)
		Wartungsvertrag mit Fachhandwerker abgeschlossen (regelmäßige Kontrolle und unmittelbare Reparatur)	regelmäßige Kontrolle durch fachkundige Personen (Ingenieure, Fachhandwerker)	regelmäßige Kontrolle durch andere Personengruppen (z. B. Hausmeister)	keine Kontrollen	
				Gesamtsumme (von)	(100)	

Auszug aus dem Bewertungskatalog für die Bauteilgruppe 2.3 Dachterrassen und Balkone

# Verhaltensvorsorge - best practice



Viele Dank für ihre  
Aufmerksamkeit!

# Sommerhitze - Anpassungskonzepte

## **Verschattung**

Verschattung der transparenten Gebäudeflächen gegen Eintritt solarer Strahlung ins Gebäude



## **Speichermasse**

Massivierung von Innenbauteilen zur Erhöhung der Speicherkapazität



## **Dämmung**

Überprüfung der Dämmwirkung opaker Außenflächen gegenüber Hitzewellen und gegebenenfalls Verbesserung der Dämmqualität



## **Haustechnik**

Nutzung passiver Kühlung durch Energie sparende Systeme der Haustechnik (Kühldecken, PCM, Betonkernaktivierung, Umnutzung Fußbodenheizung)

# Überflutung - Anpassungskonzepte

## **Trockene Vorsorge (Widerstehen)**

Verhinderung der Flutung durch permanent oder temporär wasserdichten Verschluss von Gebäudeöffnungen (Türen, Fenster, Lichtschächte etc.) und Durchdringungen (Medieneinführungen etc.)



## **Nasse Vorsorge (Anpassen)**

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



## **Ausweichen / Abschirmen**

Bewusste veränderte Anordnung der Lage und/oder des Höhenniveaus von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen zur Erhöhung der für eine Flutung erforderlichen Wasserstandes



# Starkregen - Anpassungskonzepte

## **Abdichtung**

Einsatz robuster Lösungen für Dachdeckungen bzw. Dachabdichtungen

Planerische Minimierung schadensanfälliger Detailpunkte

Überprüfung der Bauwerksabdichtung am Gebäude

Überprüfung der Schlagregensicherheit von Fassaden



## **Entwässerung**

Verbesserung von Entwässerungskonzepten und Gefälleverhältnissen; überprüfende Bemessung (DIN EN 12056-3)



## **Bauqualität**

Systematische Qualitätssicherung

Wartungs- und reparaturfreundliche Konstruktionen

