

Auswirkungen des Klimawandels auf Industrie- und Gewerbegebäude

Vortrag zum Seminar
Klimaangepasstes Bauen von
Industrie- und Gewerbebauten



Fritz Hatzfeld, Hydrotec, Aachen

Quelle: www.Volksstimme.de



Vortragsüberblick





- Hintergrund
- Gefahr, Risiko und Risikominderung
- Naturgefahren und Schäden
- Einwirkbereiche auf Gebäude und Anlagen
- Gefahrenermittlung und normative Regelungen in Deutschland
- Schutzniveaus der normativen und fachlichen Regelungen für Gebäude
- Gefahrenentwicklung durch Klimaänderung
- Vorgehen Risikoanalyse und Schutzkonzept
- Fazit

Hintergrund



- Kriteriensteckbrief:
Widerstandsfähigkeit
gegen Naturgefahren
**Wind, Starkregen,
Hochwasser,
Schnee/feuchte
Winter und Hagel**
- Deutsches Gütesiegel
Nachhaltiges Bauen des
BMVBS →
Bewertungssystem

Naturgefahren

Geophysikalische Ereignisse	Meteorologische Ereignisse	Hydrologische Ereignisse	Klimatologische Ereignisse
 Erdbeben	 Sturm - Tropischer Sturm - Extratropischer Sturm - Lokaler Sturm	 Überschwemmung - Flussüber- schwemmung - Sturzflut - Sturmflut	 Extreme Temperaturen - Hitzewelle - Kältewelle - Extreme Winter- bedingungen
Vulkanausbruch		Massenbewegung (nass) - Steinschlag - Erdrutsch - Lawine - Erdsenkung	Dürre Schnee Starkregen Hagel
Massenbewegung (trocken) - Steinschlag - Erdrutsch - Erdsenkung			Waldbrand

MUNICH RE; NatCatSERVICE, 2011, ergänzt

Gefahr, Risiko und Risikominderung



Risikominderung

Verringerung der Gefährdung

- Nur geringe Einflussmöglichkeiten
- Klimawandel: Zunahme der Gefährdung?

Verminderung der Verletzlichkeit (Vulnerabilität)

- geringer gefährdete Standorte wählen
- Widerstandsfähigkeit der gefährden Objekte verbessern

Quelle: DKKV, 2004

Naturgefahren und Schäden pro Jahr ca. 1980 -2000



Foto: Versicherungskammer Bayern



Foto: Werner, Bayrisches Dachhandwerk



Foto: Versicherungskammer Bayern



Foto: Kölner Stadtanzeiger 2010



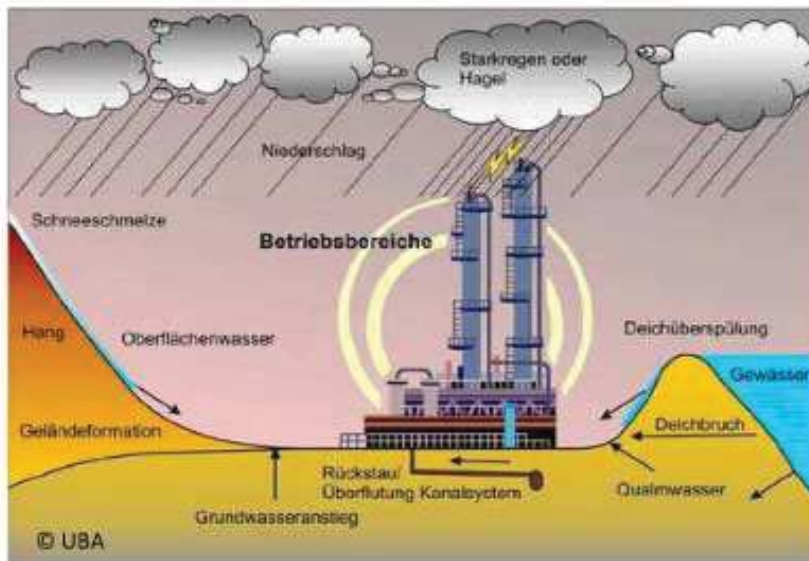
Große Einzelschäden in Europa

- Hochwasser: 12. - 20. Aug. 2008, Elbe → 16,5 Mrd. US\$;
Juni 2013, Elbe → nur Deutschland ca. 6,7 Mrd. €
- Sturm: 26. Dez. 1999, Wintersturm Lothar → 11,5 Mrd. US\$
- Hagel: 12. Juli 1984, Münchner Hagel → 1,15 Mrd. €
- Starkregen: 31. Mai 2008, Tief Hilal → 100 Mio. €
- Vergleichsweise wenig Tote und Verletzte in Deutschland!

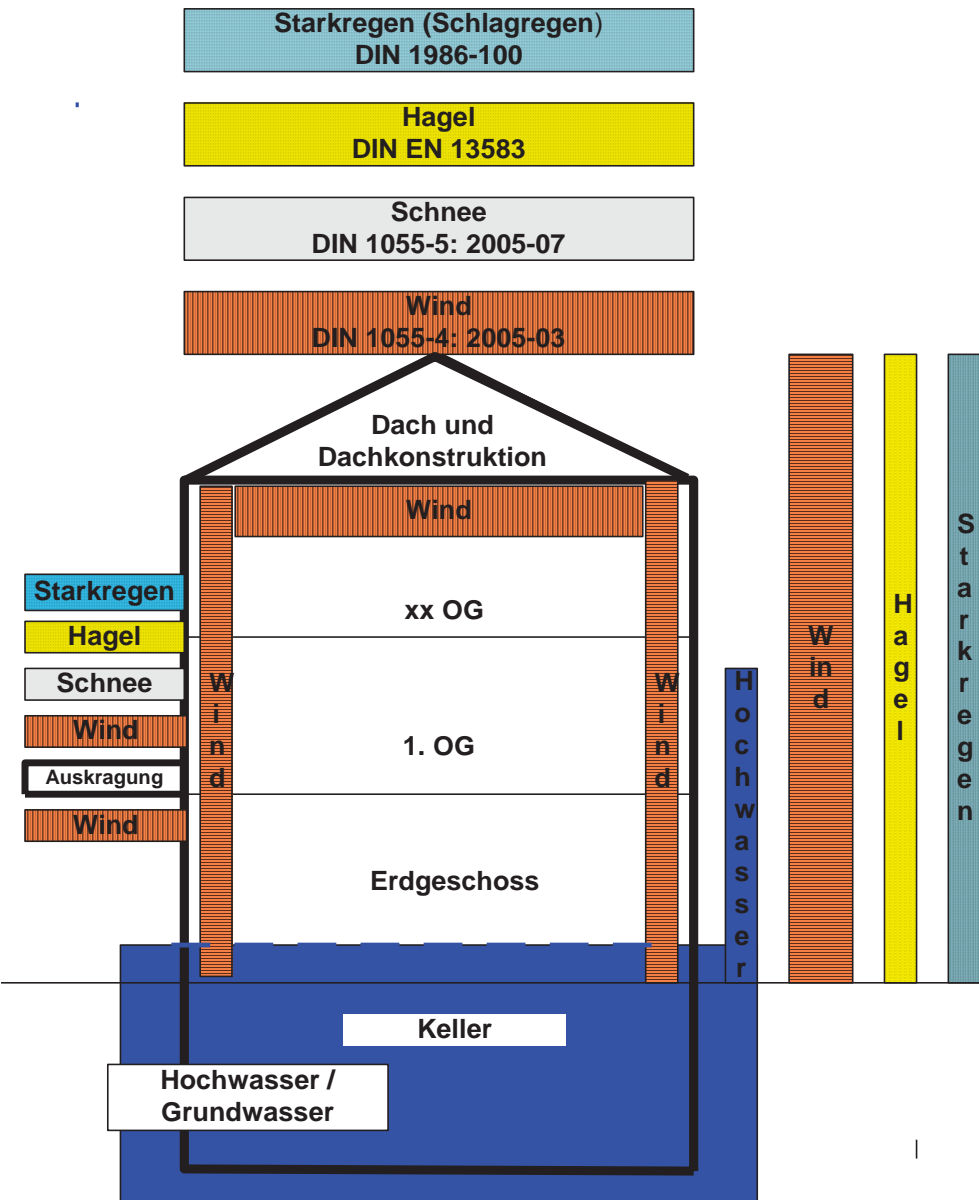
1. Fazit:

**Auch ohne Klimaänderung besteht aufgrund
der hohen Schäden bei Extremereignissen
Handlungsbedarf!**

Einwirkbereiche der Naturgefahren auf Gebäude (und Anlagen) und zugehörige DIN- Normen



Quelle; TRAS 310 (Technische Regeln für Anlagensicherheit, 2011)



Gefahrenermittlung und normative Regelungen in Deutschland



Wind:

DIN: 50-jährlich

In Vorbereitung: 100-jährlich

Extrem: nur regional



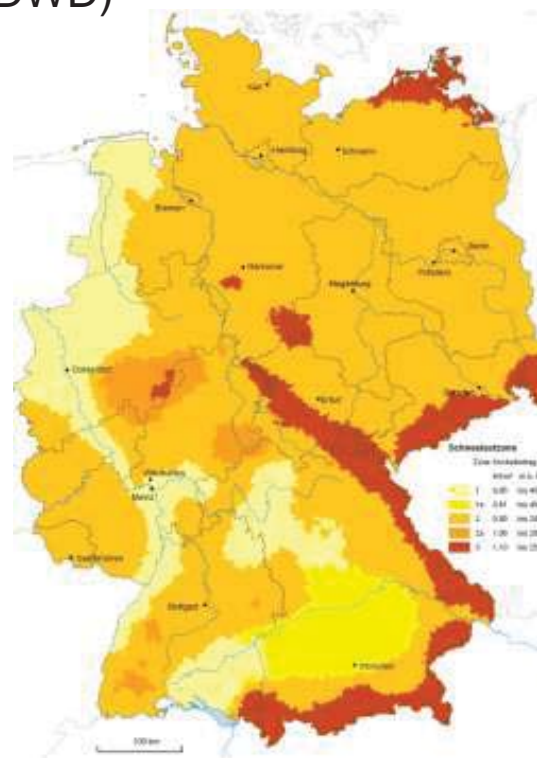
Windzonenkarte nach DIN 1055-4:2005-03, Anhang A und Deutsches Institut für Bautechnik, 2008 (Bearbeitung Hydrotec)

18.02.2014

Schnee:

DIN: 50-jährlich

Extrem: Schnee und Niederschlag: REWANUS (DWD)



Schneezonenkarte nach DIN 1055-4:2005-07, Deutsches Institut für Bautechnik, 2008 (Bearbeitung Hydrotec)

www.hydrotec.de

Starkregen:

DIN: unterschiedliche Anforderungen

Extrem: flächendeckend (DWD)



Klassifizierte Niederschlagsintensitäten auf Basis von KOSTRA-Daten des DWD (Bearbeitung Hydrotec)

8

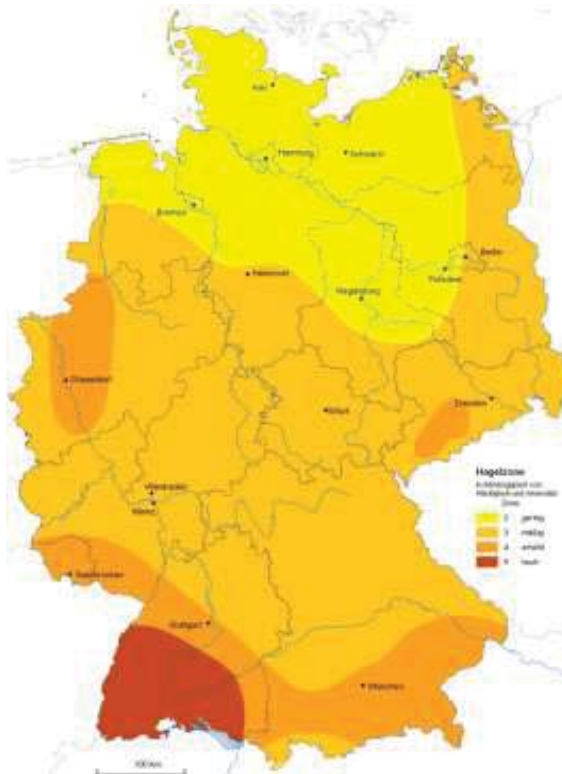
Gefahrenermittlung und normative Regelungen in Deutschland



Hagel:

keine amtlichen Karten

Extrem: nur regional

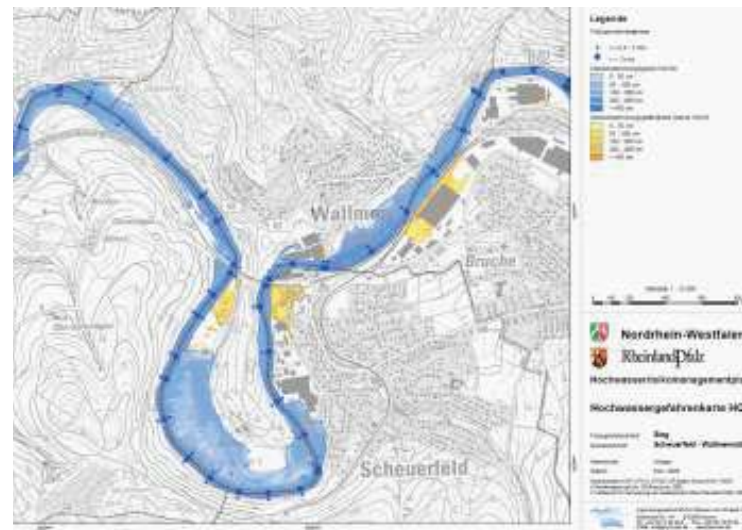


Hagelzonen nach Münchener Rück, 2009 (Bearbeitung Hydrotec)

Hochwasser:

100-jährlich mehrere Quellen (amtlich, ZÜRS)

Extrem: in Arbeit (für ausgewählte Gewässer)



Hochwassergefahrenkarte nach EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie



ZÜRS, GDV
Quelle: Falkenhagen, 2007

Schutzniveaus der normativen und fachlichen Regelungen für Gebäude



- Wind und Schnee: 50-jährlich, zurzeit keine Regelungen zum Überlastungsfall (aber: Sicherheitszuschläge in der Statik)
- Hagel: zurzeit (fast) keine Anforderungen an Gebäude
- Starkregen: unterschiedliche Jährlichkeiten für Gebäude- und Grundstücksentwässerung, Überlastung muss berücksichtigt werden; Anforderungen an öffentliche Kanalisation sind relativ gering: max. 30-jährlich
- Hochwasser: (fast) keine Anforderungen an Gebäude, gefährdete Bereiche sollen nicht bebaut werden
- Grund(hoch)-wasser: höchster bekannter Grundwasserstand plus Sicherheitszuschlag, dezidierte Anforderungen an Gebäude
- Spezielle Anforderungen und Normen an Industrieanlagen wie Störfall-VO („umgebungsbedingte Gefahrenquellen“) und „Technische Regeln Anlagensicherheit der Kommission für Anlagensicherheit“ TRAS 310 für Hochwasser und Starkregen

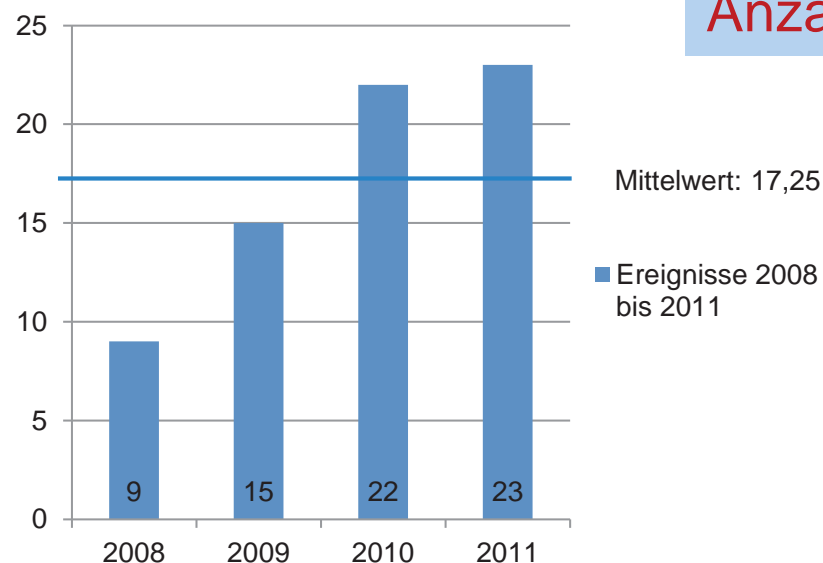
Gefahrenentwicklung durch Klimaänderung



Geophysikalische Ereignisse	Meteorologische Ereignisse	Hydrologische Ereignisse	Klimatologische Ereignisse
Erdbeben	Sturm <ul style="list-style-type: none">- Tropischer Sturm- Extratropischer Sturm- Lokaler Sturm	Überschwemmung <ul style="list-style-type: none">- Flussüberschwemmung- Sturzflut- Sturmflut	Extreme Temperaturen <ul style="list-style-type: none">- Hitzeperiode- Kälteperiode- Extreme Winterbedingungen
Vulkanausbruch		Massenbewegung (nass) <ul style="list-style-type: none">- Steinschlag- Erdrutsch- Lawne- Erdsenkung	Dürre Schnee Hagel Starkregen
Massenbewegung (trocken) <ul style="list-style-type: none">- Steinschlag- Erdrutsch- Erdsenkung			Waldbrand

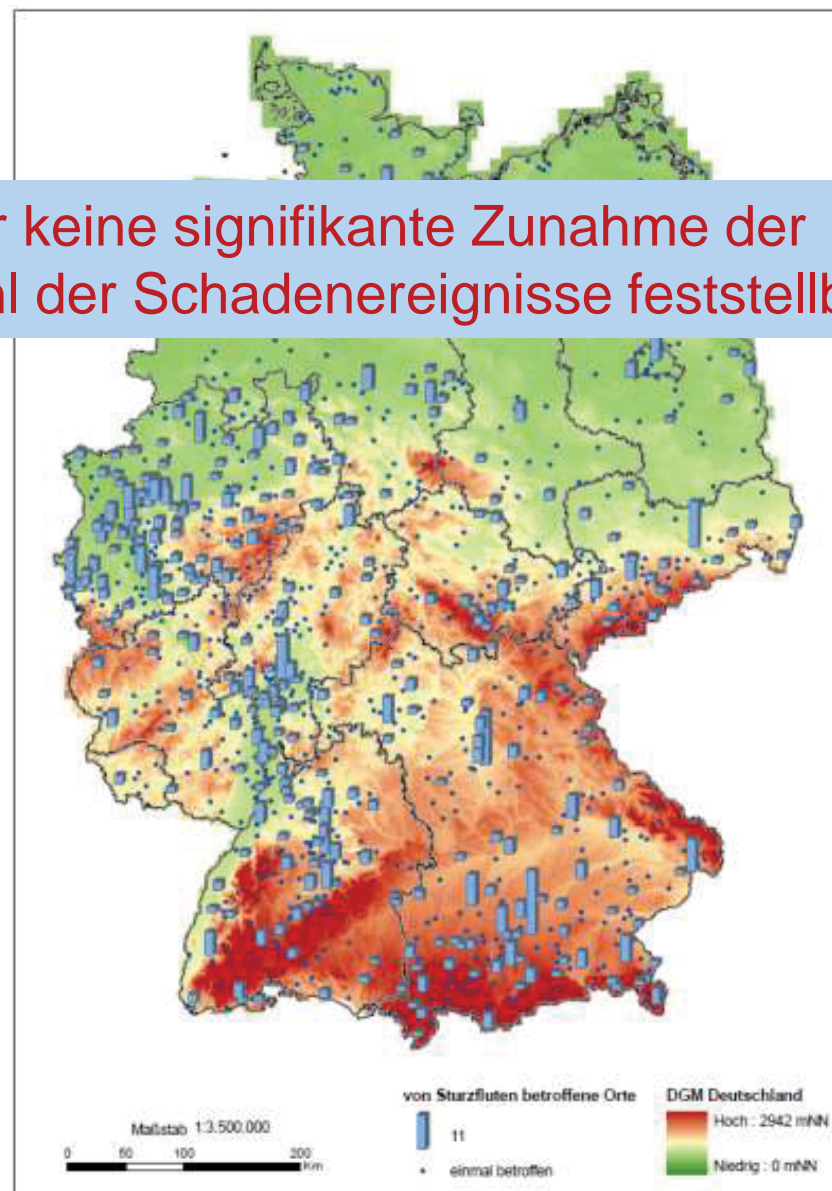
Gefahrenentwicklung durch Klimaänderung: Starkregen

Verteilung der 69 erfassten Ereignisse auf die Jahre 2008 bis 2011



Hydrotec, 2012: Ermittlung und Aufnahme von aktuellen Überflutungsereignissen infolge Starkregens in die URBAS-Datenbank. Im Auftrag des Helmholtz-Zentrums Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH, Climate-Service-Center (CSC) Hamburg

Bisher keine signifikante Zunahme der Anzahl der Schadenereignisse feststellbar



Gefahrenentwicklung durch Klimaänderung



- Prognosen der Klima- und damit Gefahrenentwicklung sind unsicher
- Insbesondere kleinräumliche und kurzzeitige Ereignisse (Starkregen, Hagel sind (noch) nicht sicher prognostizierbar
- Auch heute treten Extremereignisse auf, die Schäden hervorrufen
- In der TRAS 310 „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser“ wird ein „Klimaanpassungsfaktor von 1,2 für Anlagen, die über 2050 hinaus betrieben werden (Anhang 1), vorgeschlagen.

2. Fazit:

Die stärkere Beachtung der bereits heute auftretenden Extremereignisse wappnet auch für eventuelle Gefahrenzunahme durch Klimawandel!

Vorgehen Risikoanalyse und Schutzkonzept



Gefahren(-quellen)analyse



Risikoanalyse und Risikobewertung



Schutzziele definieren

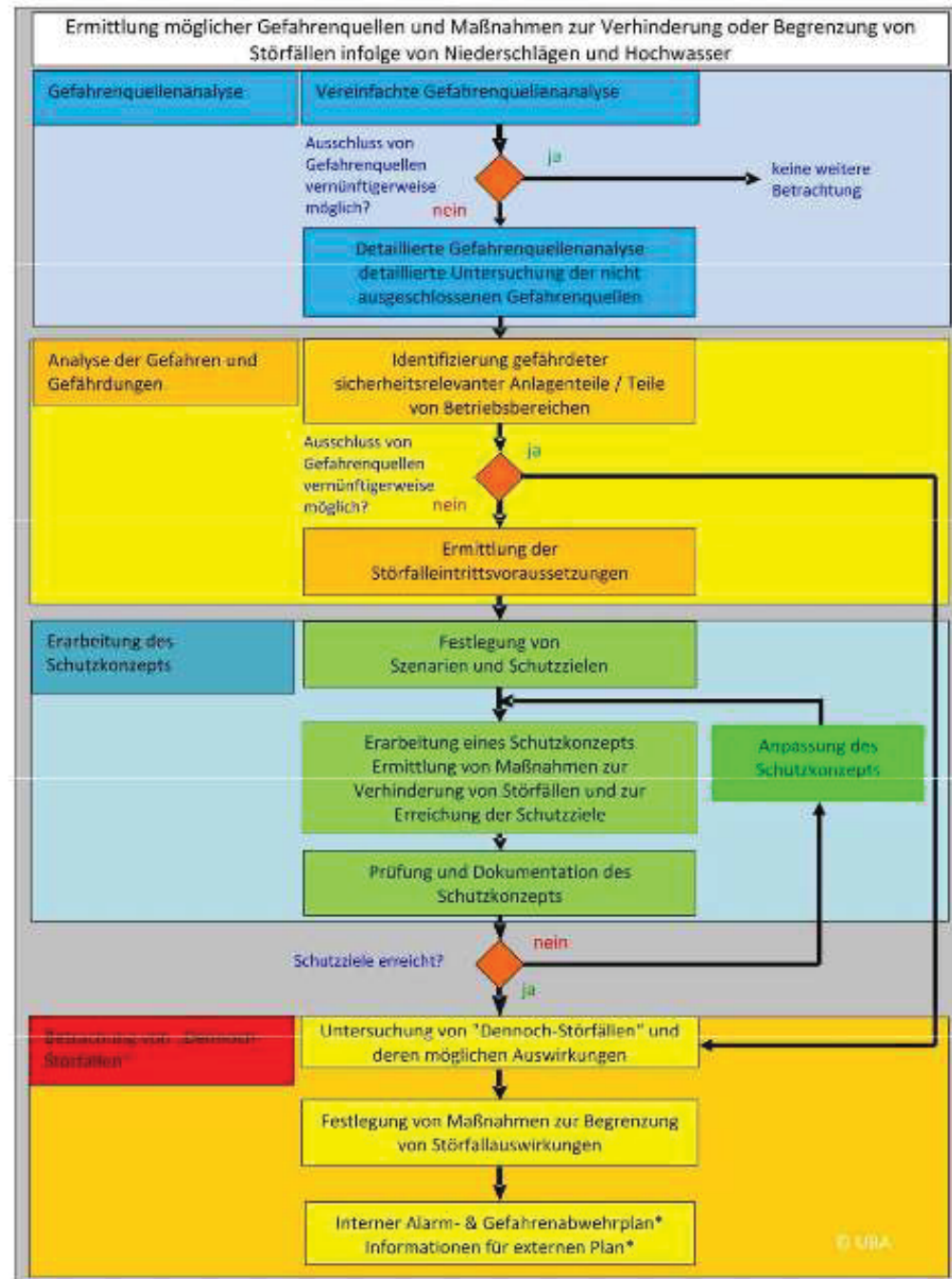


Maßnahmen konzipieren und bewerten
(z. B. Kosten / Nutzen) und priorisieren



Maßnahmen umsetzen

Ablaufschema zur Optimierung des Schutzkonzepts Quelle: TRAS 310 „Vorkehrungen und Maßnahmen wegen der Gefahrenquellen Niederschläge und Hochwasser“



Gefahrenanalyse

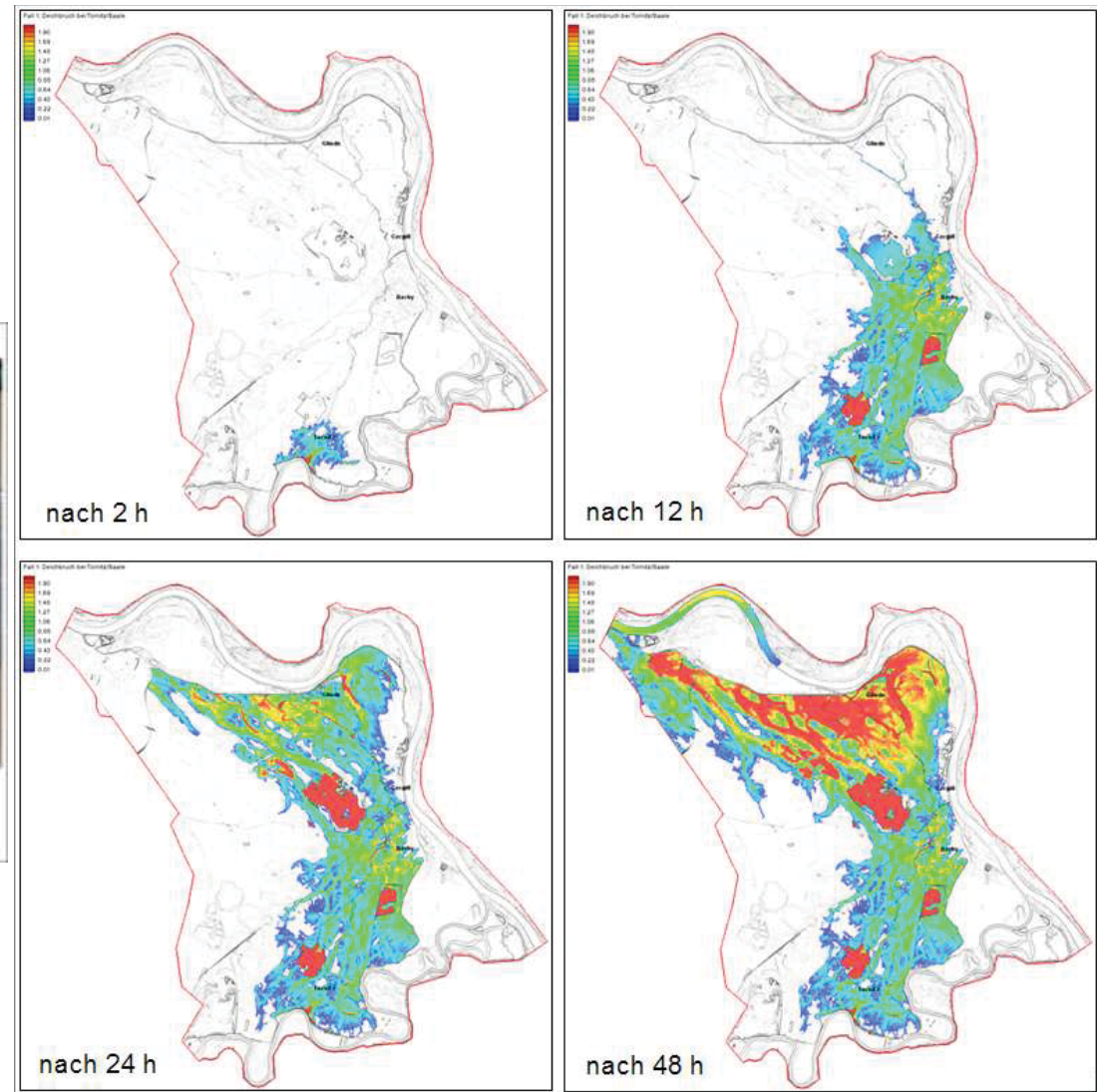


- Nutzung öffentlich zugänglicher Karten und Materialien (s.o.)
- In Sonderfällen: eigene, ortsbezogene Untersuchungen, Beispiele:
 - Windgutachten
 - Klimagutachten
 - Untersuchungen zu Überschwemmungsgefährdung
 - Schnee

Gefahrenanalyse



Beispiel:
Wasserstandsentwicklung
bei Deichbruch





Risikoanalyse: Schadensarten

- Schäden an den Bauwerken und Anlagen selbst
- Schäden aus Produktionsausfall
- Schäden an Infrastruktur etc., die die Produktion behindern (Zulieferverkehr behindert, Kläranlage überflutet, Deichbruch)
→ noch wenig im Blick
- Schäden, die Dritten zugefügt werden können (Ölschäden)
→ Beispiel Hochwasser: IVU-Anlagen werden in Hochwasserrisikokarten besonders gekennzeichnet



Womit ist zu rechnen?

- Schadenshäufigkeit / -wahrscheinlichkeit
- Schadensarten
- Schadensanfälligkeit (Widerstandsfähigkeit)
- Schadenseintritt und Schadensverlauf
- Schadensfolgen, z. B. ökonomische Schäden

Beispiel Deichbruch

- Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit eines Deichbruchs?
- Welche Anlagen sind bei dem max. vorhergesagten Wasserstand in welchem Umfang betroffen?
- Gibt es bestimmte Schadensschwellen?
- Wieviel Zeit bleibt, um Anlagen runterzufahren und ggf. zu sichern?
- Welche ökonomischen Schäden können auftreten?

Einflussfaktoren auf die Schadensanfälligkeit



	Sturm	Starkregen
Standort	Windzonen, Einzelbauten, Bauten in exponierter Lage	Starkregenzonen, Rinnenlage,
Art des Gebäudes, Höhe, Art der Gebäudehülle, Dachform, Deckmaterial, Fassaden	Schwingungsanfällige Bauwerke, hohe Gebäudehöhen, Durchlässige Gebäudehülle, sehr hohe und sehr geringe Dachneigungen	Unterkellerung, Tiefgaragen, niedrige Einlaufhöhen, Flachdächer, unzureichende Ableitungssysteme
Bauausführung	Fachgerechte Bauausführung	dito
Nutzung	Umfeld um das Gebäude, z. B. Bäume, Gerüste etc.	Hochwertige Nutzungen in Untergeschossen
Wartung	Regelmäßige Wartung	dito
Überschreitung der Bemessungsbelastungen	Sicherungsmaßnahmen bei Sturmwarnung	Notüberläufe

Bewertung der Schadensanfälligkeit: Beispiel Wind



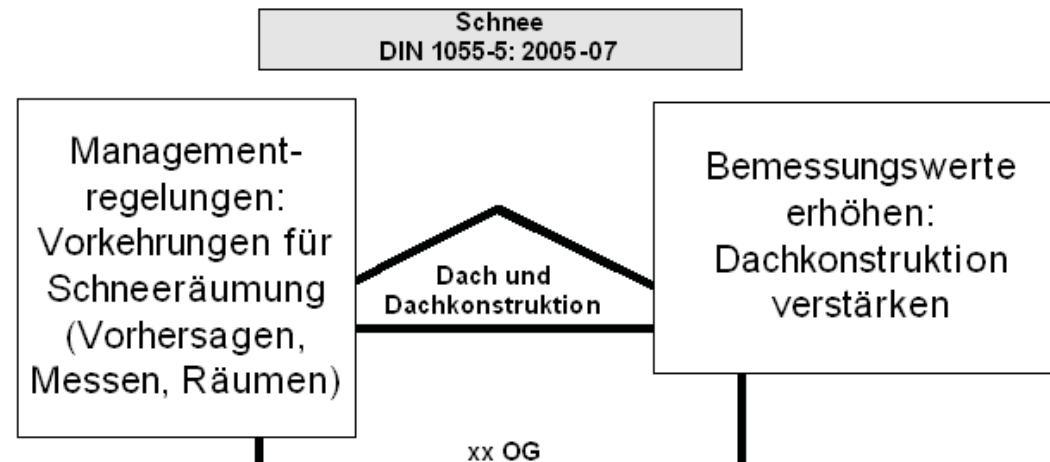
Konstruktion bzw. Bauteil	Kriterium	Normale Widerstandsfähigkeit	Pkte.	Mittlere Widerstandsfähigkeit	Pkte.	Hohe Widerstandsfähigkeit	Pkte.
Größe, Form und Art der äußeren Gebäudehülle bzw. der Wandsysteme	Gebäudeart, Schwingungsanfälligkeit	mehr als 30 % des Baukörpers ist schwingungsanfällig	5	schwingungsanfällige Baukörper vorhanden (10 - 30 % der Baumas-se)	7,5	weniger als 10 % des Baukörpers sind schwingungsanfällig (ohne Nachweis sind Wohn-, Büro- und Industriegebäude bis 25 m Höhe nicht schwingungsanfällig)	10
	Winddurchlässigkeit, ungünstige Betriebszustände	an mindestens 2 Gebäudeseiten: offene Wände, große Tore, normale Sicherungsmaßnahmen	5	an einer Gebäudeseite: offene Wände, große Tore, normale Sicherungsmaßnahmen	7,5	keine offenen Wände oder Tore oder besondere Sicherungsmaßnahmen planerisch vorgesehen, winddichte Zwischendecken vorhanden	10
	Gebäudehöhe	größer 25 m bzw. an der Küste größer als 10 m	0	-	0	bis 25 m bzw. an der Küste bis 10 m größer 25 m mit Bemessung auf nächsthöhere Windzone	5
	Baukörperverhältnis Länge bzw. Breite zu Höhe	größer 5	0	1 bis 5	2,5	1 bis 4	5
	Gebäudesteifigkeit	weniger als 50 % massive Wände und massive Zwischendecken	0	50 bis 80 % massive Wände und massive Zwischendecken	2,5	mehr als 80 bis 100 % massive Wände und massive Zwischendecken	5
	Schwingungsanfällige Aufbauten (Masten, Antennen)	mehr als 5 vorhanden, normale Sicherungsmaßnahmen	0	1 bis 5 vorhanden, normale Sicherungsmaßnahmen	2,5	nicht vorhanden oder besondere Sicherungsmaßnahmen für Ereignisfall planerisch vorgesehen	5
	Bauwerke mit vorübergehenden Zuständen (im Bau bzw. Umbau)	normale Sicherungsmaßnahmen während der Bauzeit	0	Sicherungsmaßnahmen während der Bauzeit für besonders gefährdete Bauteile	2,5	besondere Sicherungsmaßnahmen während der Bauzeit	5

Widerstandsfähigkeit kann verbessert werden!



Schutzziele

- Ein **Mindestschutzniveau** ist zu gewährleisten
→ Bemessung nach Baurecht, DIN, Bauvorschriften etc.
- Belastung oberhalb der Bemessungswerte (**Überlastfall**)
→ Schäden an den substanziellen Bauteilen des Bauwerks müssen verhindert werden; mögliche Strategien
 - Bemessungswerte erhöhen, dauerhafte bauliche Vorkehrungen
 - Organisatorische und (vorübergehende) bauliche Vorkehrungen



- Belastung **weit oberhalb der Bemessungswerte**
→ Regelungen zum Katastrophenschutz (Warnung, Evakuierung etc.)



Maßnahmen zur Schadensminderung

- Projektentwicklung: Standorte mit geringer Gefährdung wählen
- Planung: Bemessung und Ausführung des Bauwerks bzw. der Gewerke entsprechend der Exposition
 - ➔ Herstellung der Widerstandsfähigkeit
- Nutzungsphase: Regelmäßige Instandhaltung
 - ➔ Erhaltung der Widerstandsfähigkeit
- Nutzungsphase: Schutzmaßnahmen und schadensmindernde Maßnahmen vor, während und nach einem Extremereignis
 - ➔ (kurzfristige) Verbesserung der Widerstandsfähigkeit durch Schutzmaßnahmen



Fazit und Empfehlungen

- **Naturgefahren: Normen und Fachregeln für Neubauten gewährleisten hohen Standard, z. T. fehlen Regelungen zum Überlastungsfall und zum Bestand; Hagel: Zurzeit noch unzureichend geregelt**
- **Auch ohne Klimaänderung besteht aufgrund der hohen Schäden bei Extremereignissen heute Handlungsbedarf!**
- **Risikoanalysen und Entwicklung von Schutzkonzepten sind sinnvoll; nicht immer sind teure bauliche Maßnahmen erforderlich.**
- **Risikoanalysen und umgesetzte Schutzkonzepte können bei Verhandlungen über Versicherungsbeiträge nützlich sein**
- **„No-regret“-Maßnahmen sind sinnvoll (d. h. sie sind heute schon bei Extremereignissen wirksam, nicht erst, wenn Klimaänderungen eingetreten sind.)**



Danke für die Aufmerksamkeit!

<https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2011-1/kriterien-bnb-buero-und-verwaltungsgebaeude-neubau.html>

Fragen und Anregungen: f.hatzfeld@hydrotec.de