

19. SANITÄRTECHNISCHES SYMPOSIUM

Regenereignisse & KOSTRA DWD

Dr.-Ing. Stefan Schneider
Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie, Hannover

13.02.2019

FH Münster Campus Steinfurt

Regenereignisse



Wirkungsbereiche

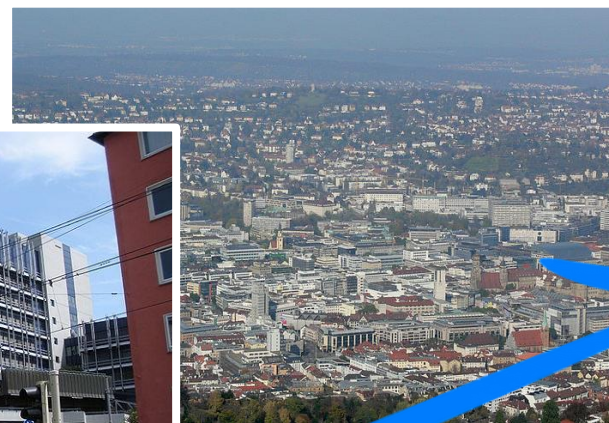
1 - Dach



2 - Grundstück



3 - Stadt

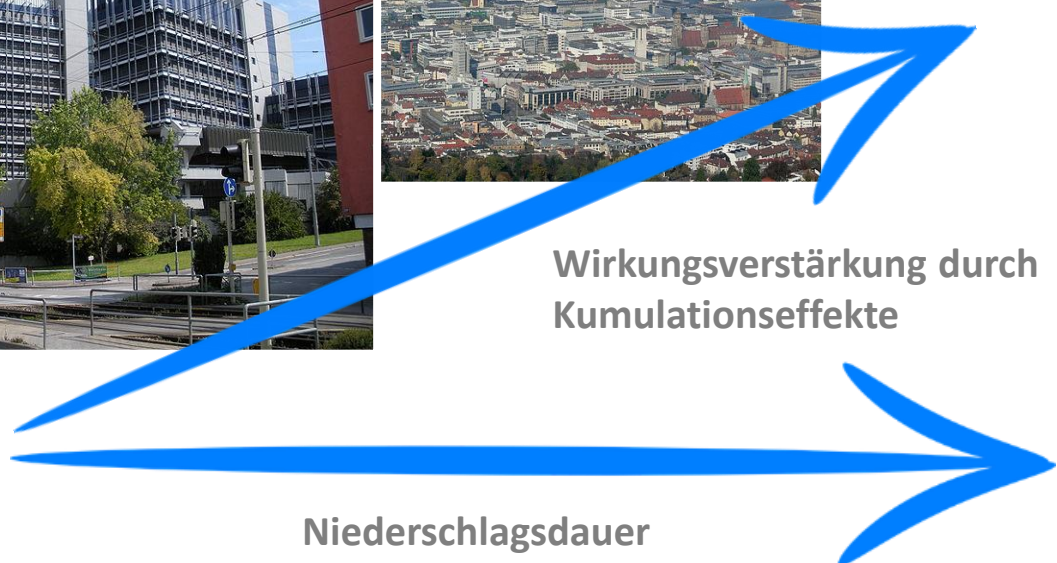


4 - Flussgebiet



Wirkungsverstärkung durch
Kumulationseffekte

Niederschlagsdauer



Grenze der Leistungsfähigkeit wasserwirtschaftlicher Anlagen

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Objektschutz | Bauschäden |
| 2. kleine Gebiete | Grundstücke und Liegenschaften |
| 3. mittlere Gebiete | Urbane Räume, Städte und Siedlungen |
| 4. große Gebiete | Flussgebiete, Flusshochwasser, Talsperren |

Bemessungslastfall ?

Niederschlag als Teilphänomen des Wettergeschehens ist **zufällig**.

- unkontrollierbares Wettergeschehen
- Grundlegend anderer Ansatz erforderlich als in anderen technischen Disziplinen mit kontrollierbarer Belastung (Hochbau, Maschinenbau etc.)
- Definition eines absoluten Bemessungslastfalls nicht möglich

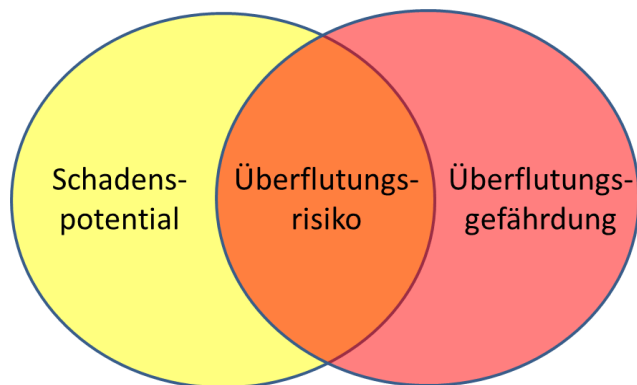


Niederschlag

Niederschlag birgt eine **Gefährdung** in urbanen Siedlungsräumen (Gefährdungsanalyse).

Niederschlag trifft je nach Siedlungsstruktur auf ein unterschiedliches **Schadenspotenzial**.

Niederschlag erfordert eine auf das Schadenspotenzial abgestimmte Entwässerungsinfrastruktur.



Schadenspotenzial im Wirkungsbereich Gebäude und urbaner Raum

Merkblatt DWA-M 119: Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen

Schadenspotenzial-klasse	Nutzungsart Gebäude/Fläche	Schadenspotenzial
1	Kleingartenbebauung	gering
	Parks/Grünflächen	
2	Wohnbebauung ohne Untergeschoss	mäßig
	Einzelhandel/Kleingewerbe	
3	Wohnbebauung mit Untergeschoss (bewohnt)	hoch
	Industrie/Gewerbe	
	Schule/Hochschule	
4	Kindergarten/Krankenhaus/Altenheim	sehr hoch
	Rettungsdienste	
	Energieversorgung/Telekommunikation	
	Tiefgarage	
	U-Bahnzugang Unterführungen	

Zulässige Versagenshäufigkeit / Wiederkehrintervall

Volkswirtschaftliche begründeter Ausgleich zwischen

Kosten der Entwässerungsinfrastruktur (Vorsorgekosten) und

Beseitigung potenzieller **Schäden** (Nachsorgekosten)

Zum Vergleich:

Wasserhaushaltsgesetz § 73 Absatz 1, Satz

Bewertung von Hochwasserrisiken, Risikogebiete

*Hochwasserrisiko ist die Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses mit den möglichen nachteiligen Hochwasserfolgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe, **wirtschaftliche Tätigkeiten** und erhebliche Sachwerte.*



Bemessungslastfall zulässige Versagenhäufigkeit

- **Definition zulässige Versagenhäufigkeit / Wiederkehrintervall**
Eintrittswahrscheinlichkeit Systemversagen
(z.B. Notentwässerung)
- **Bemessung anhand eines Regens mit gleicher Eintrittswahrscheinlichkeit**
(lineares Verhalten)
- **Eintrittshäufigkeit Niederschlag = Versagenhäufigkeit Systembauteils**



Belastung

Transport

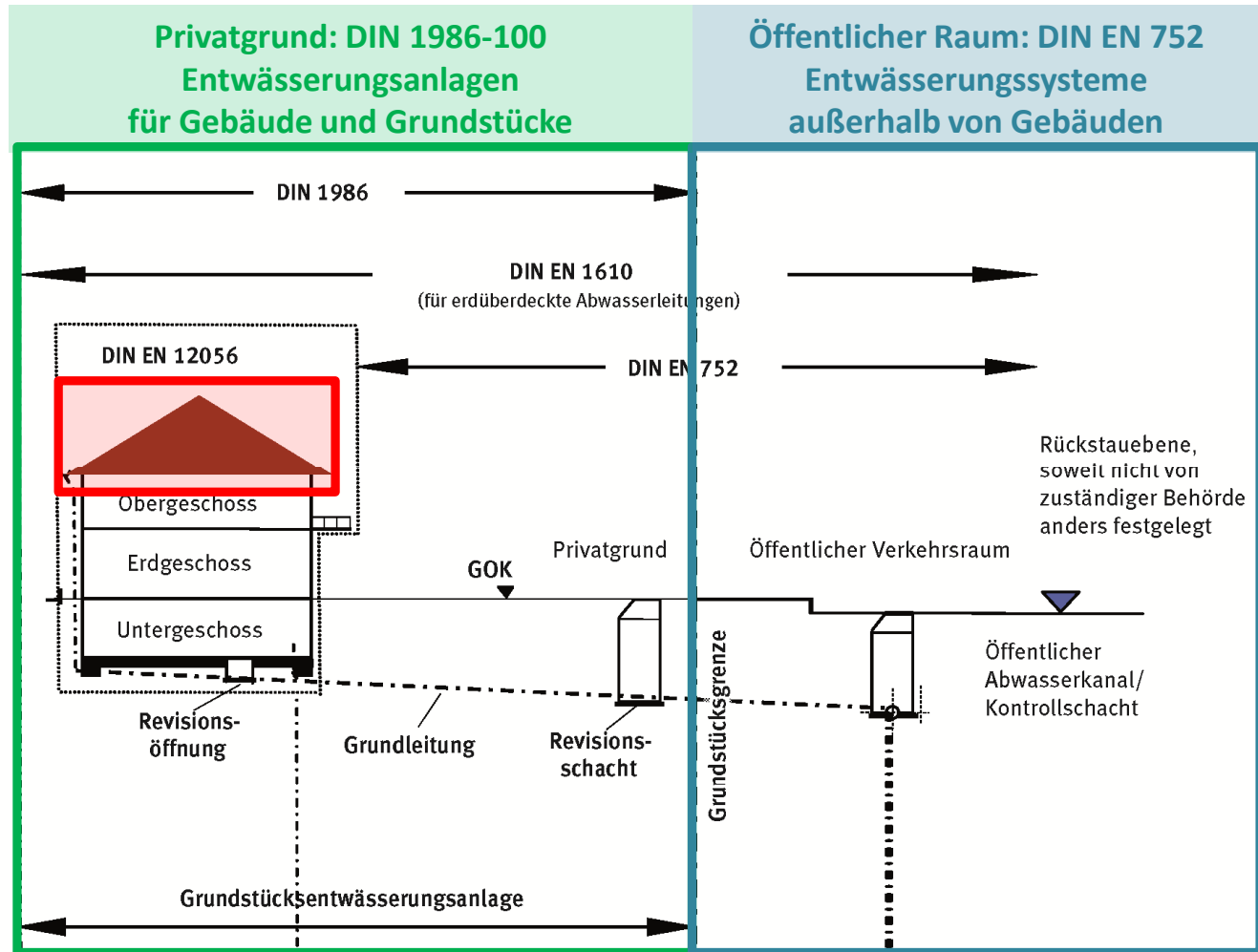


Speicherung



Abgrenzung der Wirkungsbereiche

DIN 1986-100
Dachentwässerung
bzw.
Notentwässerung
für Gebäude





Berechnungsregenspenden nach DIN 1986-100 für Dachflächen am Beispiel Hannover

- **Bemessung** $r_{(5,5)} = 266 \text{ l/s*ha}$ **1-mal in 5 Jahren**
- **Notentwässerung** $r_{(5,100)} = 463 \text{ l/s*ha}$ **1-mal in 100 Jahren**

DIN 1986-100:2016-12, 5.7.4.2.1 Allgemeines

„Bei Starkregenereignissen oberhalb der Berechnungsregenspende erfolgt die Notentwässerung in der Regel über die Rinnenlängsseite.“

Begriffe

- **Niederschlags- bzw. Regenspende** r [l/(s · ha)]
Volumen pro Zeit und Fläche
- **Niederschlags- bzw. Regenhöhe** h_N [mm]
- **Niederschlags- bzw. Regenintensität** [mm / Zeit]
Menge des gefallenen Niederschlags pro Zeiteinheit

Umrechnung

$$h_N = 0,006 \cdot r \cdot D$$

$$r = 166,6 \cdot h_N / D$$

$$\text{Beispiel: } 0,006 \cdot 266 \text{ l/s*ha} \cdot 5 \text{ Min.} = 7,98 \text{ mm}$$

Beispiel

Fußballfeld (Bundesliga): 68 mal 105 Meter = 7.140 m² bzw. 0,7 ha



Beispiel

Fußballfeld (Bundesliga): 68 mal 105 Meter = 7.140 m² bzw. 0,7 ha

Bemessungslastfall

- Dauer 5 Minuten $r_{(5,100)} = 463 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$ (Notentwässerung)
- Dauer 5 Minuten $r_{(5,5)} = 266 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$ (Bemessung)

- Dauer 45 Minuten $r_{(45,5)} = 84 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$
- Dauer 90 Minuten $r_{(90,5)} = 50 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$

Niederschlagsmenge

$463 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \times 0,7 \text{ ha} = 324 \text{ l/s}$ (Spitzenabfluss)

$266 \text{ l/s}\cdot\text{ha} \times 0,7 \text{ ha} = 186 \text{ l/s}$ (Spitzenabfluss)

Halbzeit 45 Min.

$45 \times 60 \text{ s} = 2.700 \text{ s}$

Regenvolumen

$186 \text{ l/s} \times 2.700 \text{ s} = 502.200 \text{ Liter} = 502 \text{ m}^3$

$84 \text{ l/s} \times 2.700 \text{ s} = 226.800 \text{ Liter} = 227 \text{ m}^3$

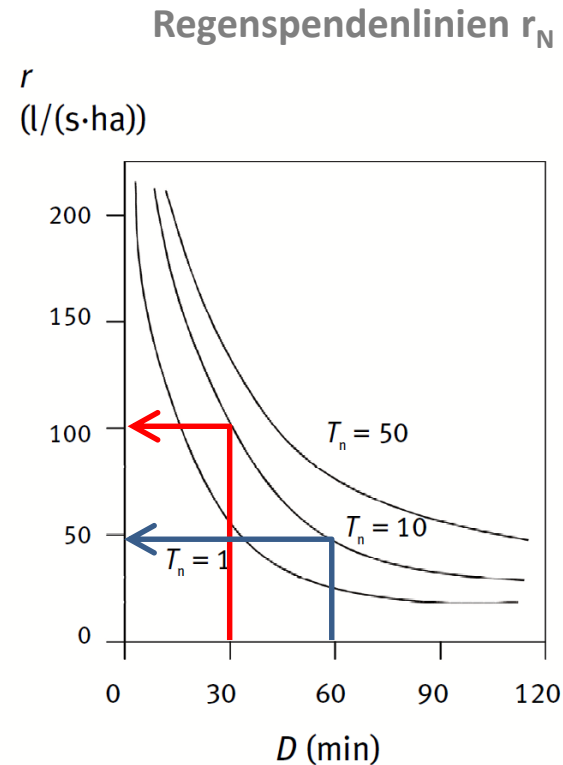
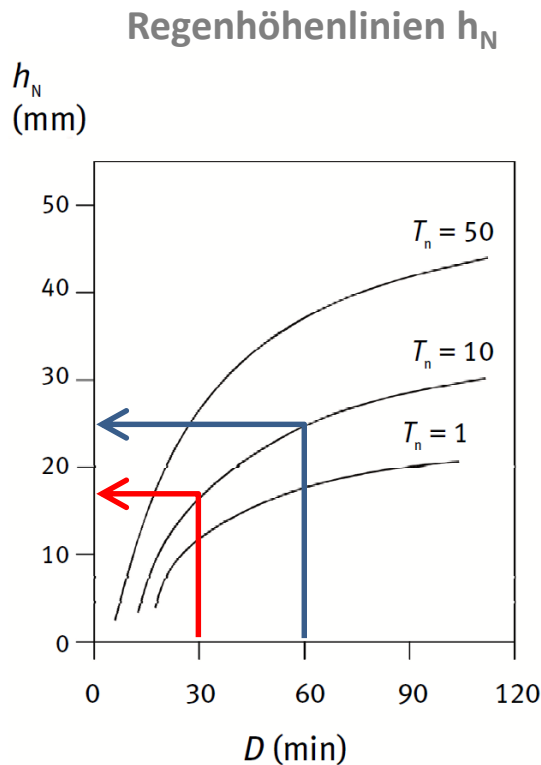
Niederschlagsstatistik



Niederschlag – Dauer und Intensität

„Naturgesetz“:

Je länger ein Niederschlagsereignis ist, desto kürzer ist seine mittlere Intensität.
Die Niederschlagsintensität nimmt mit der Dauer überproportional ab.



Niederschlag – Dauer und Intensität

„Naturgesetz“:

Je länger ein Niederschlagsereignis ist, desto kürzer ist seine mittlere Intensität.
Die Niederschlagsintensität nimmt mit der Dauer überproportional ab.

"Regenspenden in Deutschland" (Reinhold, 1940): Zeitbeiwert

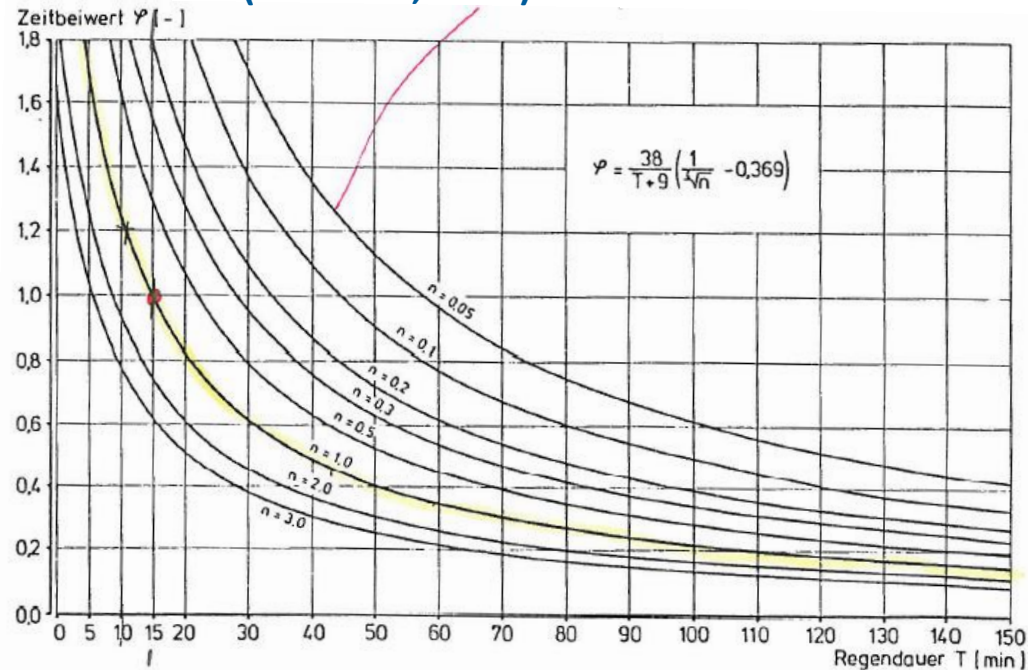
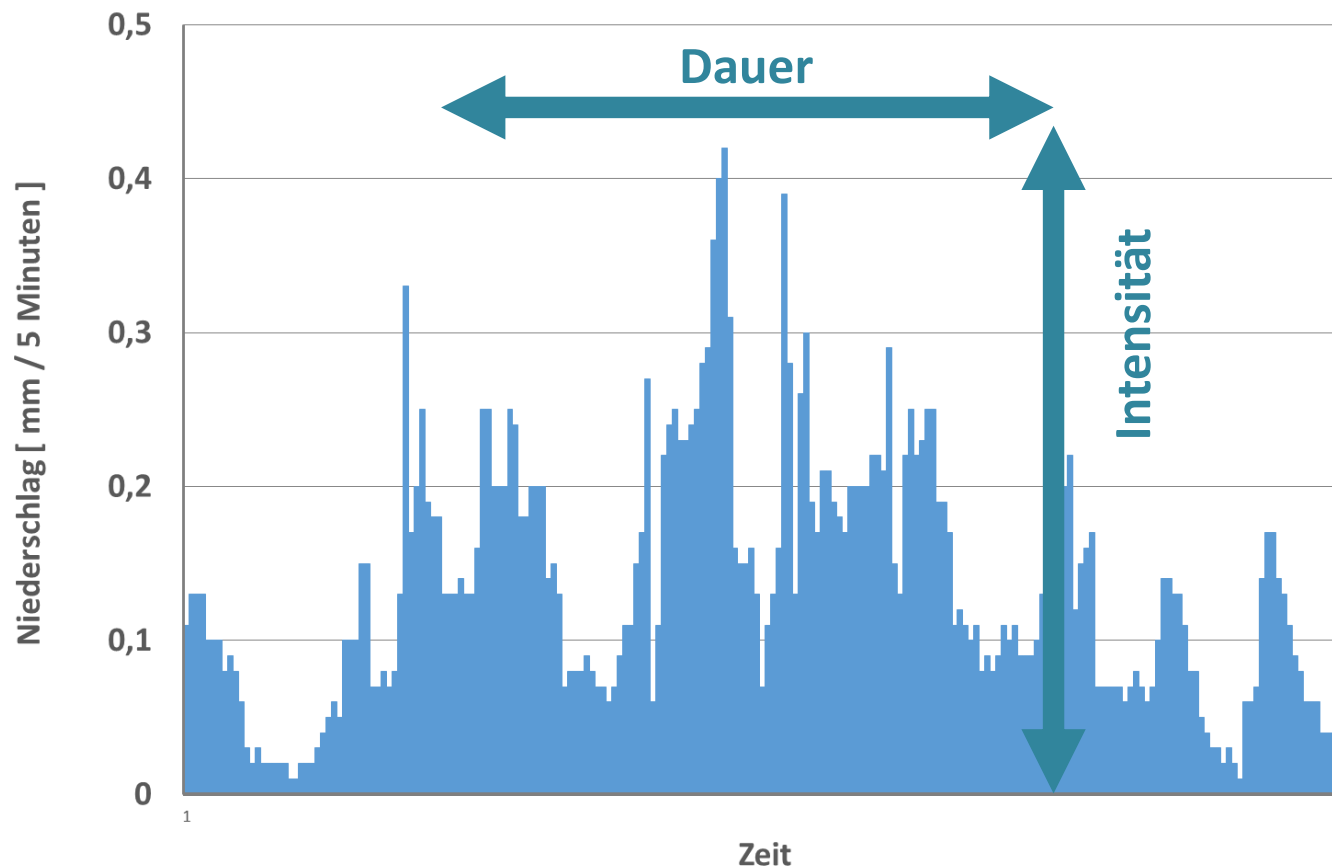


Bild 1: Zeitbeiwert oder zeitlicher Verlauf der Regenspendelinie (nach Reinhold [29])

Quelle:
ATV-A 118 (1977)

Niederschlagsstatistik – Abgrenzung Niederschlagsereignisse

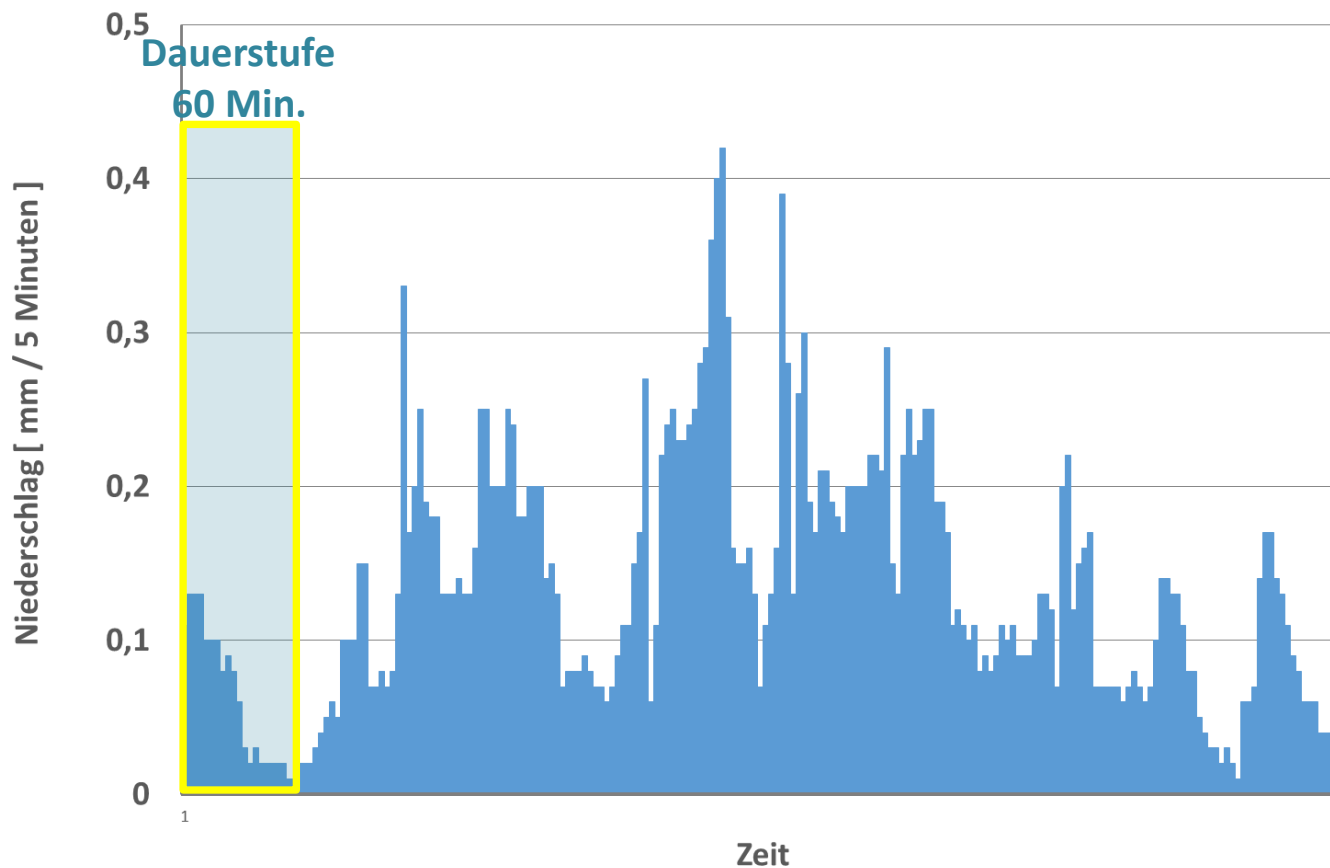
Zufälliges nicht vorhersagbares Wettergeschehen



Niederschlagsstatistik – Dauerstufen

Arbeitsblatt DWA-A 531:2012-09

Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer



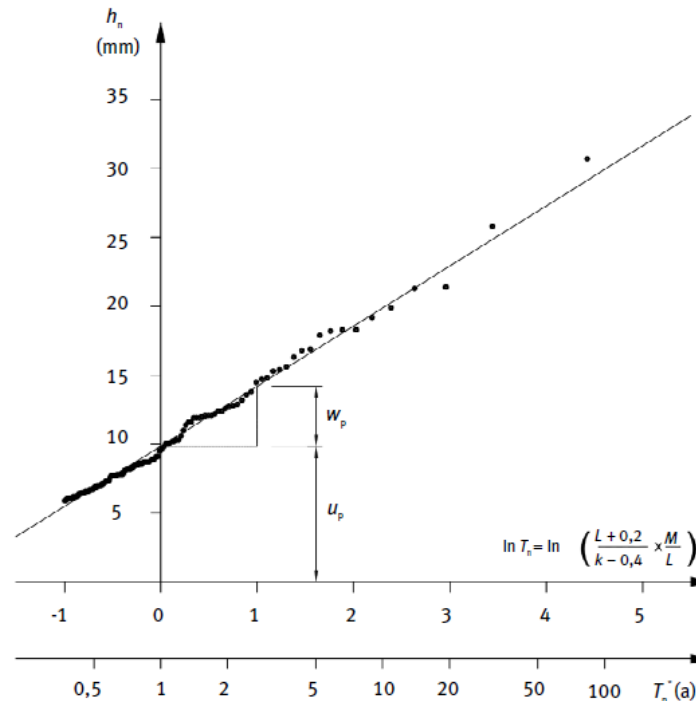
Niederschlagsstatistik – Dauer und Intensität und Wiederkehrintervall

Die genaue Einordnung eines Niederschlags erfolgt nach 3 Eigenschaften

1. Dauer [Min.]
2. Mittlere Intensität [mm] bzw. $\left[\frac{l}{s \times ha} \right]$
3. Wiederkehrintervall [Jahr]

$$r_{(5,5)} = 266 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$$

Partielle Serie
für eine Dauerstufe





Deutscher Wetterdienst: KOSTRA

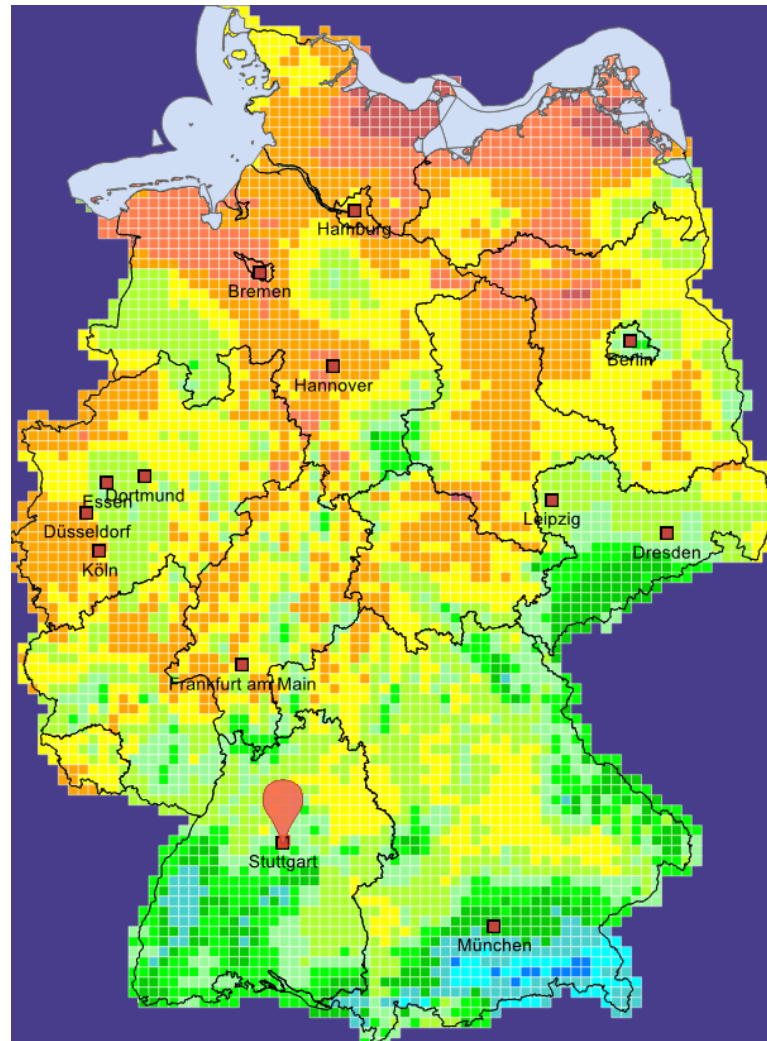
**Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierungen Analysestarts
1987, 1990, 2000 und 2010R**

Deutscher Wetterdienst: KOSTRA-DWD 2010R

Räumliche Verteilung von Niederschlagshöhen mit gleicher Dauer und gleichem Wiederkehrintervall

Ausdehnungen eines KOSTRA-DWD 2010R Rasterfeldes (projektionsabhängig):

- Rasterbreite 8.150,0 m
- Rasterhöhe 8.200,0 m
- Rasterfläche 66.830.000 m²
66,83 km²



■	weniger als 8 mm
■	8 bis 8,5 mm
■	8,5 bis 9 mm
■	9 bis 9,5 mm
■	9,5 bis 10 mm
■	10 bis 10,5 mm
■	10,5 bis 11 mm
■	11 bis 11,5 mm
■	11,5 bis 12 mm
■	12 bis 13 mm
■	13 bis 14 mm
■	14 bis 15 mm
■	größer 15 mm

Quelle:
KOSTRA-DWD 2010R

Niederschlag – Dauer und Intensität und Wiederkehrintervall

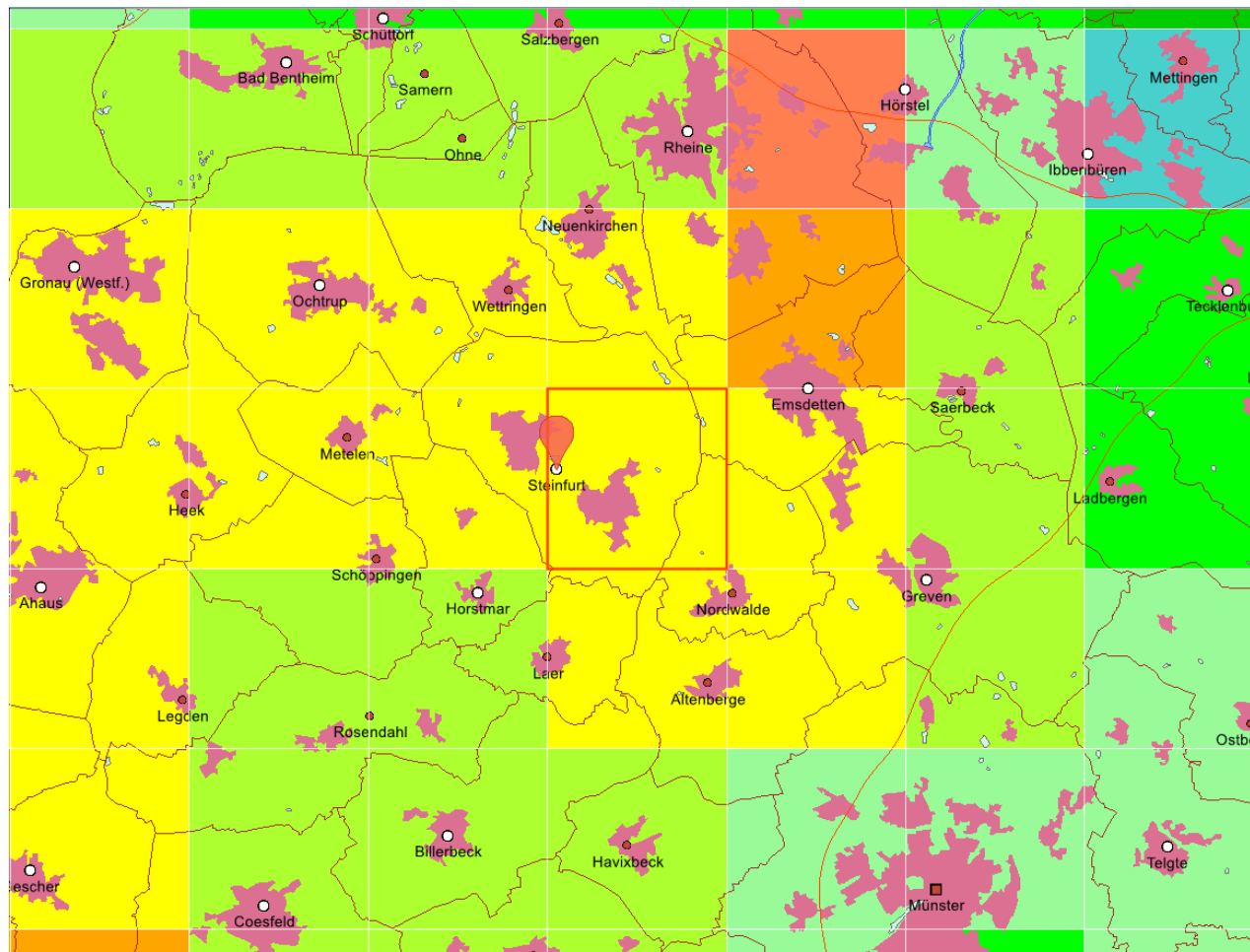
Beispiel KOSTRA-DWD 2010R

1. Dauer **15 Min.**
2. Mittlere Intensität **$163,6 \frac{l}{s \times ha}$ 14,7 mm**
3. Wiederkehrintervall **5 a**

Dauerstufe	Niederschlagspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	159,2	205,5	232,6	266,8	313,1	359,5	386,6	420,8	467,1
10 min	124,5	157,0	176,0	200,0	232,5	265,0	284,0	308,0	340,5
15 min	102,2	128,6	144,1	163,6	190,0	216,4	231,9	251,4	277,8
20 min	86,7	109,5	122,9	139,7	162,5	185,3	198,6	215,4	238,2
30 min	66,5	85,1	95,9	109,6	128,1	146,6	157,5	171,1	189,7
45 min	49,3	64,4	73,2	84,3	99,3	114,4	123,2	134,3	149,4
60 min	39,2	52,2	59,8	69,4	82,4	95,4	103,0	112,6	125,6
90 min	28,8	38,1	43,6	50,4	59,8	69,1	74,5	81,4	90,7
2 h	23,1	30,5	34,8	40,2	47,6	55,0	59,3	64,7	72,1
3 h	17,0	22,3	25,4	29,3	34,5	39,8	42,9	46,8	52,1
4 h	13,7	17,8	20,3	23,3	27,5	31,7	34,1	37,2	41,4
6 h	10,0	13,0	14,8	17,0	20,0	23,0	24,7	26,9	29,9
9 h	7,4	9,5	10,8	12,4	14,5	16,6	17,9	19,5	21,6
12 h	5,9	7,6	8,6	9,9	11,6	13,2	14,2	15,5	17,2
18 h	4,4	5,6	6,3	7,2	8,4	9,6	10,3	11,2	12,4
24 h	3,5	4,5	5,0	5,7	6,7	7,6	8,2	8,9	9,9
48 h	2,2	2,7	3,0	3,4	3,9	4,5	4,8	5,1	5,7
72 h	1,6	2,0	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5	3,7	4,1

Deutscher Wetterdienst: KOSTRA-DWD 2010R

Westfalen



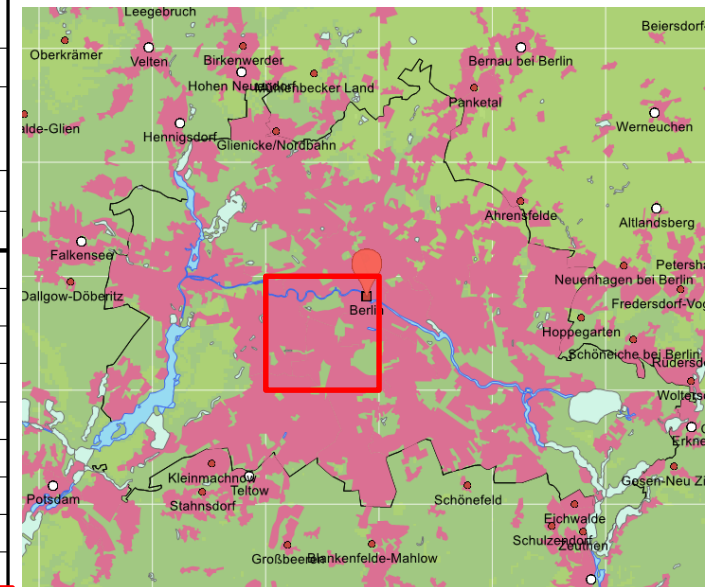
Quelle: Google Maps

Quelle: KOSTRA-DWD 2010R

DIN 1986-100:2016-12 Anhang A Regenspanden in Deutschland

- Lage des Projektstandortes maßgebend
- Anhang A ermöglicht lediglich eine erste Abschätzung der Belastung
- Ersatz für den Projektstandort: Stadtmitte

Ort	Dachflächen bzw. Flächen nach 14.7		Grundstücksflächen					
	Regendauer $D = 5$ min		Regendauer $D = 5$ min		Regendauer $D = 10$ min		Regendauer = 15 min	
	Bemesung	Notentwässerung	Bemesung	Überflutungsprüfung	Bemesung	Überflutungsprüfung	Bemesung	Überflutungsprüfung
	$r'(5,5)$	$r'(5,100)$	$r'(5,2)$	$r'(5,30)$	$r'(10,2)$	$r'(10,30)$	$r'(15,2)$	$r'(15,30)$
l/(s-ha)	l/(s-ha)	l/(s-ha)	l/(s-ha)	l/(s-ha)	l/(s-ha)	l/(s-ha)	l/(s-ha)	
Aachen	266	463	206	384	161	290	133	241
Aschaffenburg	293	529	221	434	171	317	141	259
Augsburg	352	684	250	550	187	373	153	293
Aurich	277	506	207	414	157	297	128	240
Bad Kissingen	395	790	274	631	199	420	159	326
Bad Salzflun	339	630	250	513	188	365	153	293
Bad Tölz	444	767	345	638	258	461	209	372
Bamberg	303	527	235	437	179	320	146	260
Bayreuth	346	644	256	524	201	395	169	329
Berlin	331	582	254	481	196	359	162	296



Quelle: DIN

Quelle: KOSTRA-DWD 2010R



Klimawandel



Zunahme von Starkniederschlägen ?

Klima

- Anstieg der Mitteltemperaturen in Deutschland infolge Klimawandel (gesichert)
- Mit steigender Temperatur kann die Atmosphäre mehr Wasserdampf speichern (Physik)

Wetter

- Starkregen sind häufig kleinräumig (Gewitterzelle)
- Das kleinräumige Wettergeschehen ist schwer messbar (Stationsdichte der Regenschreiber)
- Seit ca. 15 Jahren stehen flächendeckende Radarmessungen des Niederschlags zur Verfügung
- 15 Jahre reichen nicht für belastbare Trendaussagen

Aktueller Erkenntnisstand

- | | |
|------------------|--|
| • Winterhalbjahr | Zunahme der Niederschläge längerer Dauer |
| • Sommerhalbjahr | kein einheitlicher Trend |

➔ Es liegen aktuell keine allgemeingültigen Vorschläge zur Anpassung der Bemessungswerte vor.

Deutscher Wetterdienst: KOSTRA-DWD 2010

Kurzzeitbereich

Dauerstufe 15 Minuten, Wiederkehrintervall 10 Jahre

KOSTRA-DWD 2010 Abschlussbericht

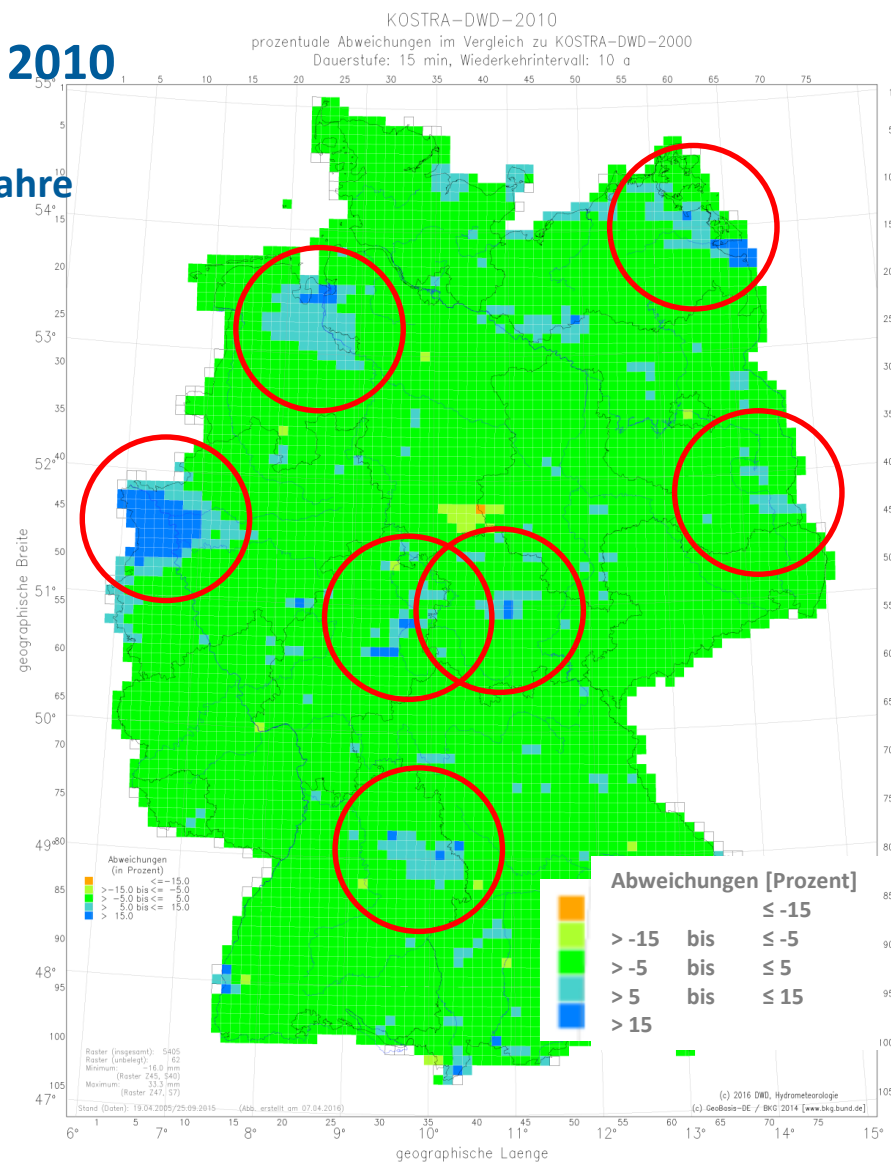
Kap. 8.5 Ergebnisvergleich

KOSTRA-DWD-2010 vs. KOSTRA-DWD-2000

Es gibt zwar Regionen in Deutschland, für die hinsichtlich der Niederschläge kurzer Dauer in Planungsentscheidungen höhere Bemessungsniederschläge als bisher Beachtung finden sollten.

Das betrifft zahlreiche Standorte im

- Westen von Nordrhein-Westfalen (vor allem im Regierungs-bezirk Düsseldorf),*
- in und nordwestlich von Bremen,*
- im östlichen Vorpommern*
- sowie etliche Standorte in Hessen, Thüringen, Baden-Württemberg*
- und im Raum Cottbus.*



Deutscher Wetterdienst: KOSTRA-DWD 2010

Längere Dauer

Dauerstufe 24 Stunden, Wiederkehrintervall 10 Jahre

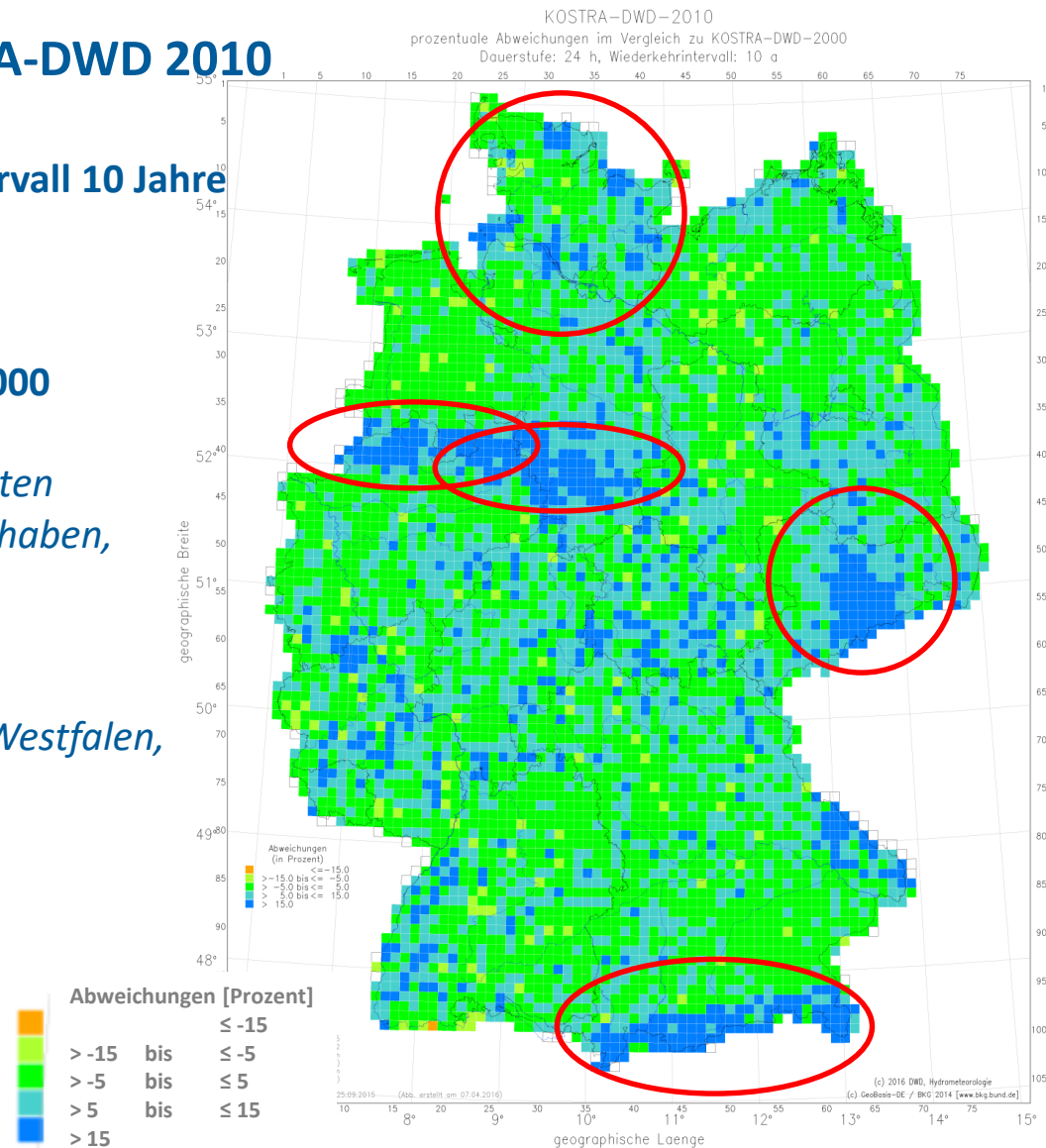
KOSTRA-DWD 2010 Abschlussbericht

Kap. 8.5 Ergebnisvergleich

KOSTRA-DWD-2010 vs. KOSTRA-DWD-2000

Die Regionen, die standortbezogen deutliche Zunahmen der tageswertbasierten Starkniederschlagshöhen zu verzeichnen haben, sind Anteile in

- Schleswig-Holstein,
- Standorte im Norden von Nordrhein-Westfalen,
- im Süden von Niedersachsen und
- im Süden von Bayern
- sowie ein großer Teil Sachsens.



Berücksichtigung des Klimawandels bei der Bemessung der Dachentwässerung

Dachentwässerung: zweistufige Berechnungsregenspende

- Dachablauf Dauerstufe 5 Minuten mit Wiederkehrintervall 5 Jahre
- Notüberlauf Dauerstufe 5 Minuten mit Wiederkehrintervall 100 Jahre

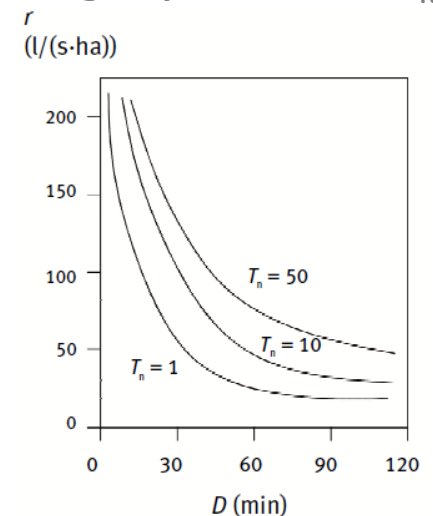
- Längere Niederschläge liegen unter dem Bemessungswert
- Notüberlauf nur für kurze Dauern (wenige Minuten)
- Geringes Schadenspotenzial bei Versagen des Notüberlaufs
- Dacheinstau begrenzen ! (Lasten)

Nach Meinung des Autors

→ keine rechnerische
Klimaanpassung notwendig



Regenspendenlinien r_N



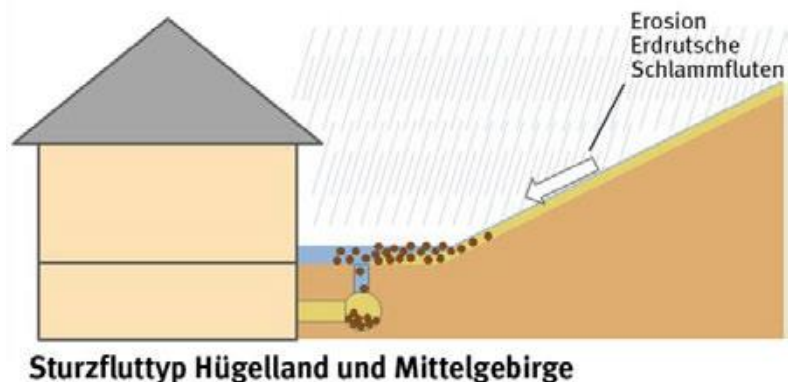
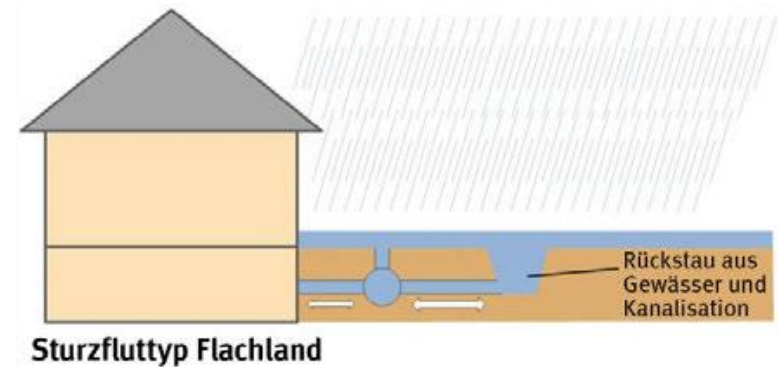
Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge

Mögliche Zutrittswege

- Fenster- & Türöffnungen
- Lichtschächte, Kellerfenster und Kellertüren
- Rückstau Kanalnetz
- undichte Dachhaut und Regenrohre
- Leitungsdurchführungen
- Durchnässung Außenwand
- defekte und undichte Grundleitungen
- Durchnässung Bodenplatte

Objektschutz

- gegen von der Oberfläche (Gelände) eindringendes Wasser



Quelle: Merkblatt DWA-M 119

Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge
für Entwässerungssysteme bei Starkregen

Ausgleich zwischen Kosten und Schäden

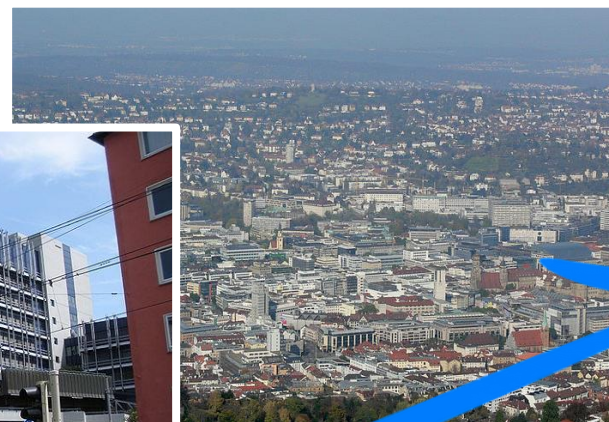
1 - Dach



2 - Grundstück



3 - Stadt

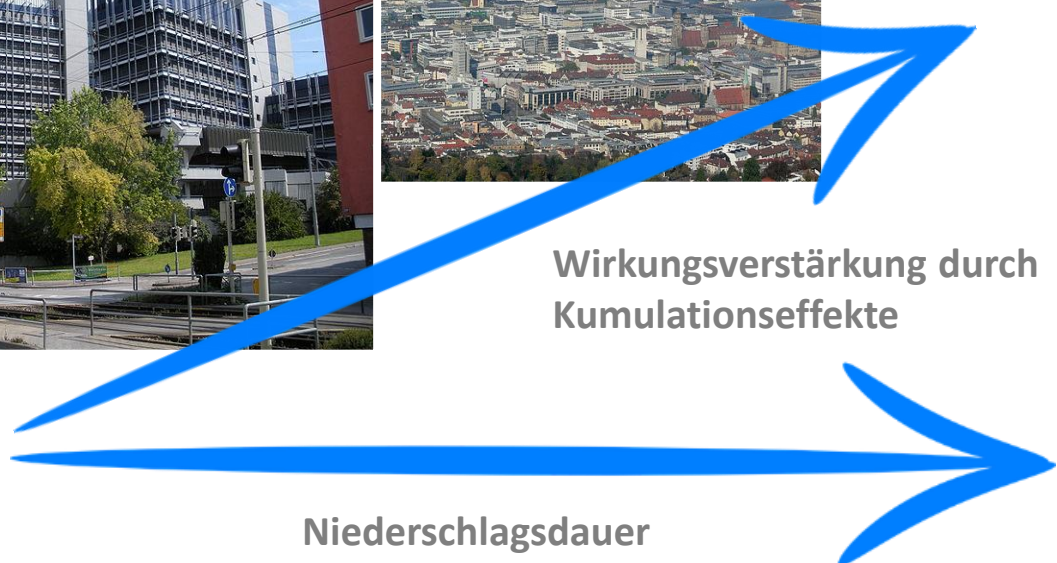


4 - Flussgebiet



Wirkungsverstärkung durch
Kumulationseffekte

Niederschlagsdauer





Zusammenfassung

- Niederschlagsintensität nimmt mit der Dauer ab
- Niederschlagsstatistik für Dauerstufen
- einheitliches bundesweit verfügbares Standardverfahren KOSTRA-DWD 2010R
- KOSTRA-DWD 2010R Auswertung des Deutschen Wetterdienstes, d.h. „gerichtsfest“
- Vergleichbarkeit von Maßnahmen aus unterschiedlichen Regionen
- jenseits der Berechnungsregenspende: an Objektschutz und Risikomanagement denken
- Objektschutz gegen Sturzfluten wichtiger als gegen Dachüberlauf
- Auswirkungen des Klimawandels bei kurzen Dauerstufen haben untergeordnete Bedeutung für die Gebäudeentwässerung

Alles fließt ...
(Manchmal kann man bestimmen wohin.)



Vielen Dank.

Dr.-Ing. Stefan Schneider
itwh GmbH Hannover

E-Mail s.schneider@itwh.de
Telefon 0511 / 971 93-0



Dr.-Ing. Stefan Schneider
itwh GmbH Hannover

E-Mail s.schneider@itwh.de
Telefon 0511 / 971 93-0