

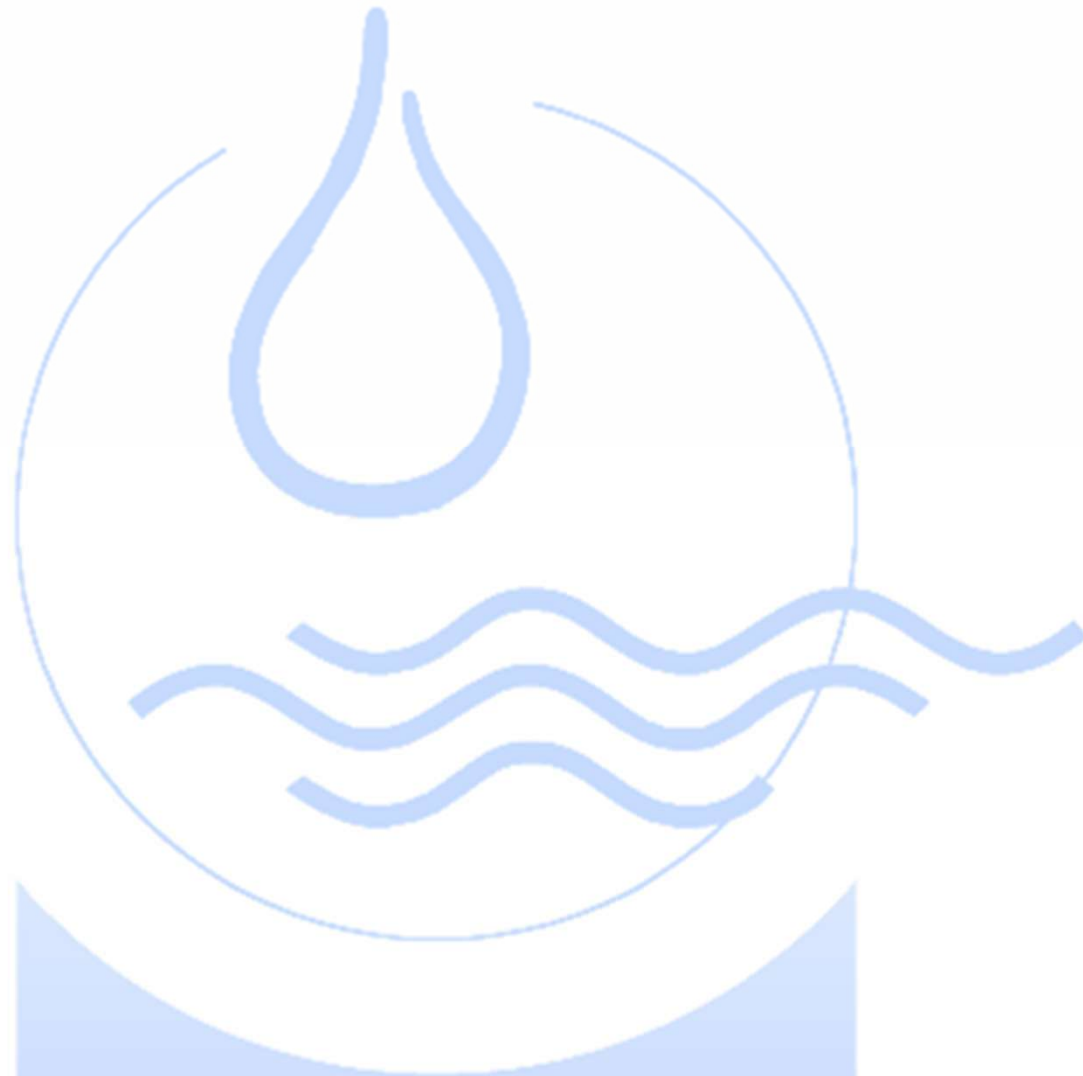
Ioannis Papadakis

dr. papadakis GmbH

Kaiser Otto Platz 13
45276 Essen
Tel.: +49 (201) 8589097-9
Mobil: +49 (170) 2134852

www.drpapadakis.de

hydrologia@drpapadakis.de





Ausbildung:

Technische Universität Athen(E.M.Π.), Griechenland

(Dipl.-Ing.)

Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

(Aufbaustudium: Siedlungswasserwirtschaft, Verfahrenstechnik)

Ruhr-University Bochum (RUB)

(Promotion im Bereich Satellitenhydrologie)

Lehrbeauftragter:

Bochum University of Applied Sciences

(Regenwasserbewirtschaftung in urbanen Gebieten)

Consulting:

Inhaber und Geschäftsführer der **dr. papadakis GmbH** – gegründet 1996 in Hattingen, Deutschland

Münster 28.07.2014



<http://www.wn.de>, https://i.ytimg.com/vi/D8U_avKam9Q/0.jpg, www.noz.de

Wasserwirtschaft in urbanen Gebieten im Fokus des Klimawandels

„Lokal drohen Überflutungen“:
Meteorologen warnen vor Unwettern im Süden –
und Starkregen auch im Osten
(Tagesspiegel 26.07.2025)

Flutkatastrophe Ahrtal 14-15 Juli 2021

135 Tote, geschätzte Schadensbilanz über 30 Milliarden

Lebensgefährliche Unwetter in Italien, Kroatien und
Griechenland

(Bis zu 200 Liter Regen pro Quadratmeter bedrohen
Süditalien, Kroatien und die griechischen Inseln -
Behörden warnen. Stuttgarter Zeitung, 30.09.2025)

“Perils of Climate Change Could
Swamp Coastal Real Estate”
The New York Times (27.11.2016)

“Starkregen wird Städte verändern”
(WAZ 29.11.2016) Münster: 292 l/m²

Überflutete Straßen und vollgelaufene Keller

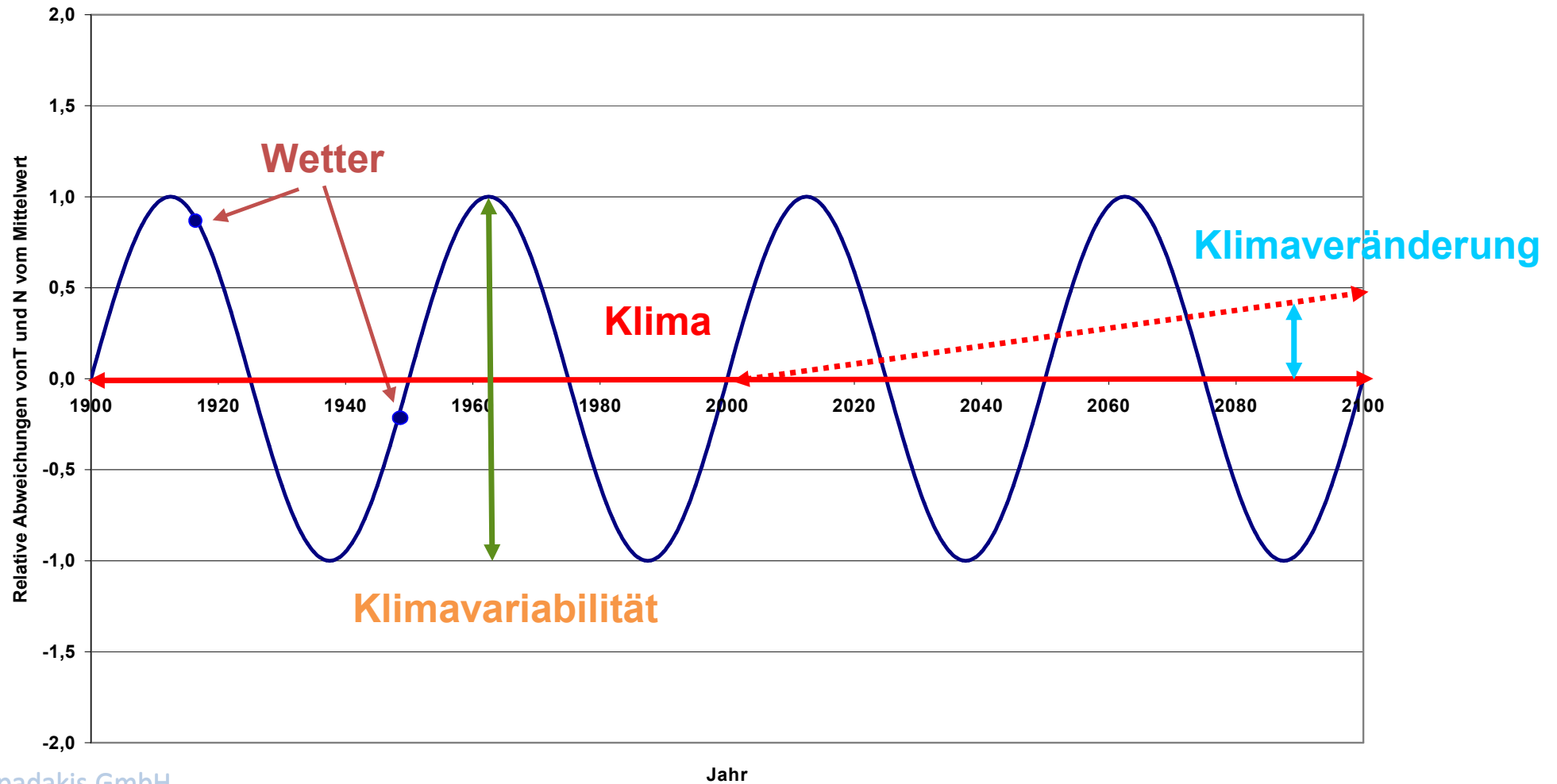
Πνίγηκε η Ζάκυνθος
(27.11.2016)

Neue Hitzerekorde

Weihnachten im Biergarten

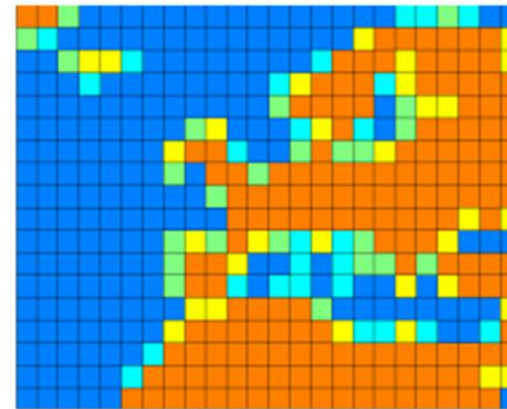
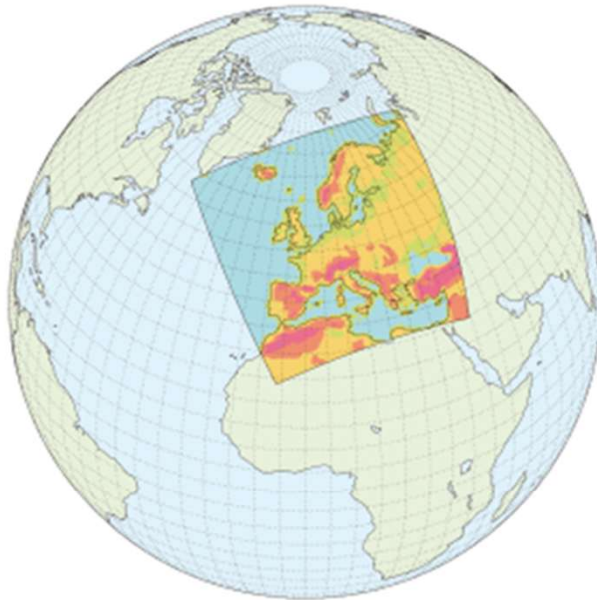
Was ist mit dem Klima los?

Klimaveränderung



Klimamodellierung

Unterschied: Globales Klimamodell - Regionales Klimamodell



Globalmodell
mit 300 km Auflösung

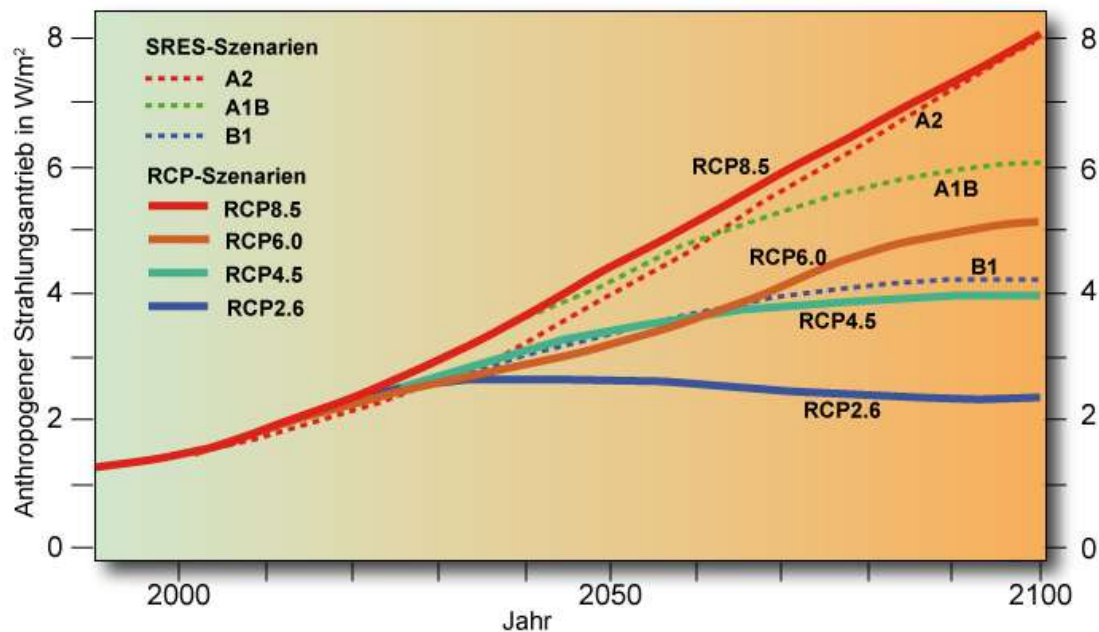


Regionalmodell
mit 50 - 12 km Auflösung



Klimamodellierung - Szenarien

RCP-Szenarien für den 5. IPCC-Sachstandsbericht				
Bezeichnung	RCP8.5	RCP6.0	RCP4.5	RCP2.6
Treibhausgaskonzentration im Jahre 2100	1370 ppm CO ₂ -äq	850 ppm CO ₂ -äq	650 ppm CO ₂ -äq	400 ppm CO ₂ -äq
Strahlungsantrieb 1850-2100	8,5 W/m ²	6,0 W/m ²	4,5 W/m ²	2,6 W/m ²
Einstufung	sehr hoch	hoch	mittel	sehr niedrig

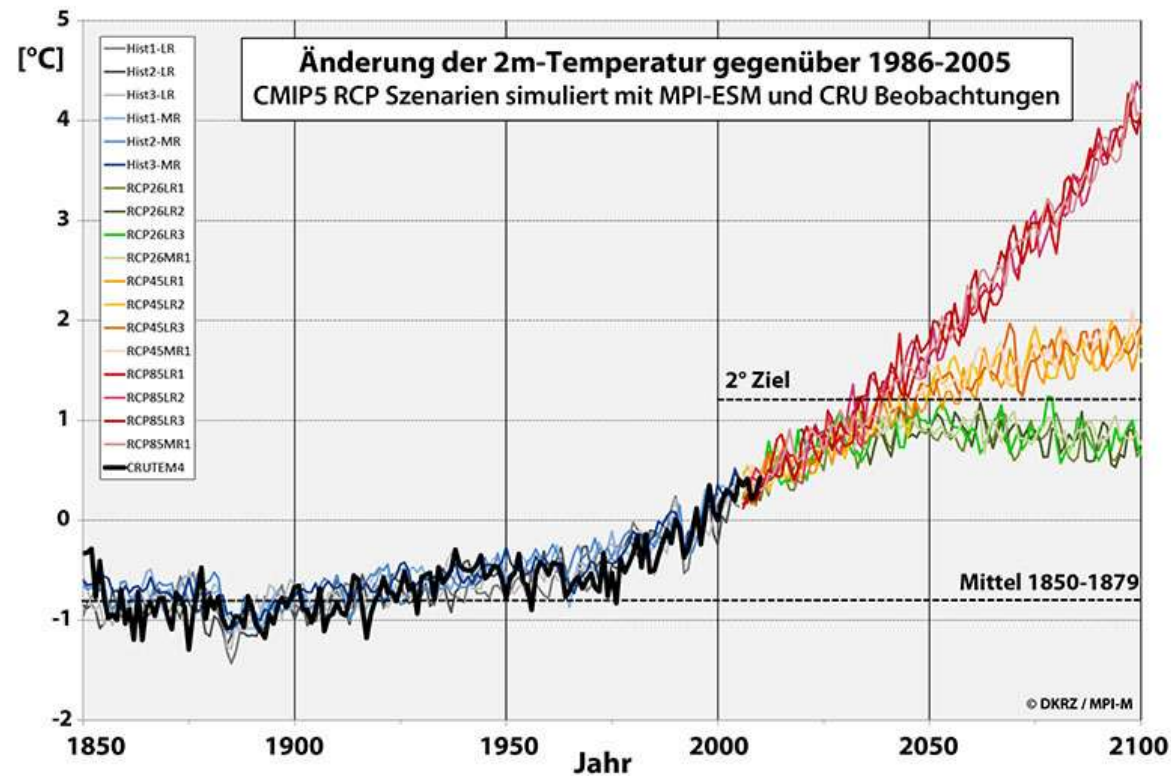


dr. papadakis GmbH Darstellung nach IPCC (2013): Climate Change 2013, Working Group I: The Science of Climate Change, Figure 12.3



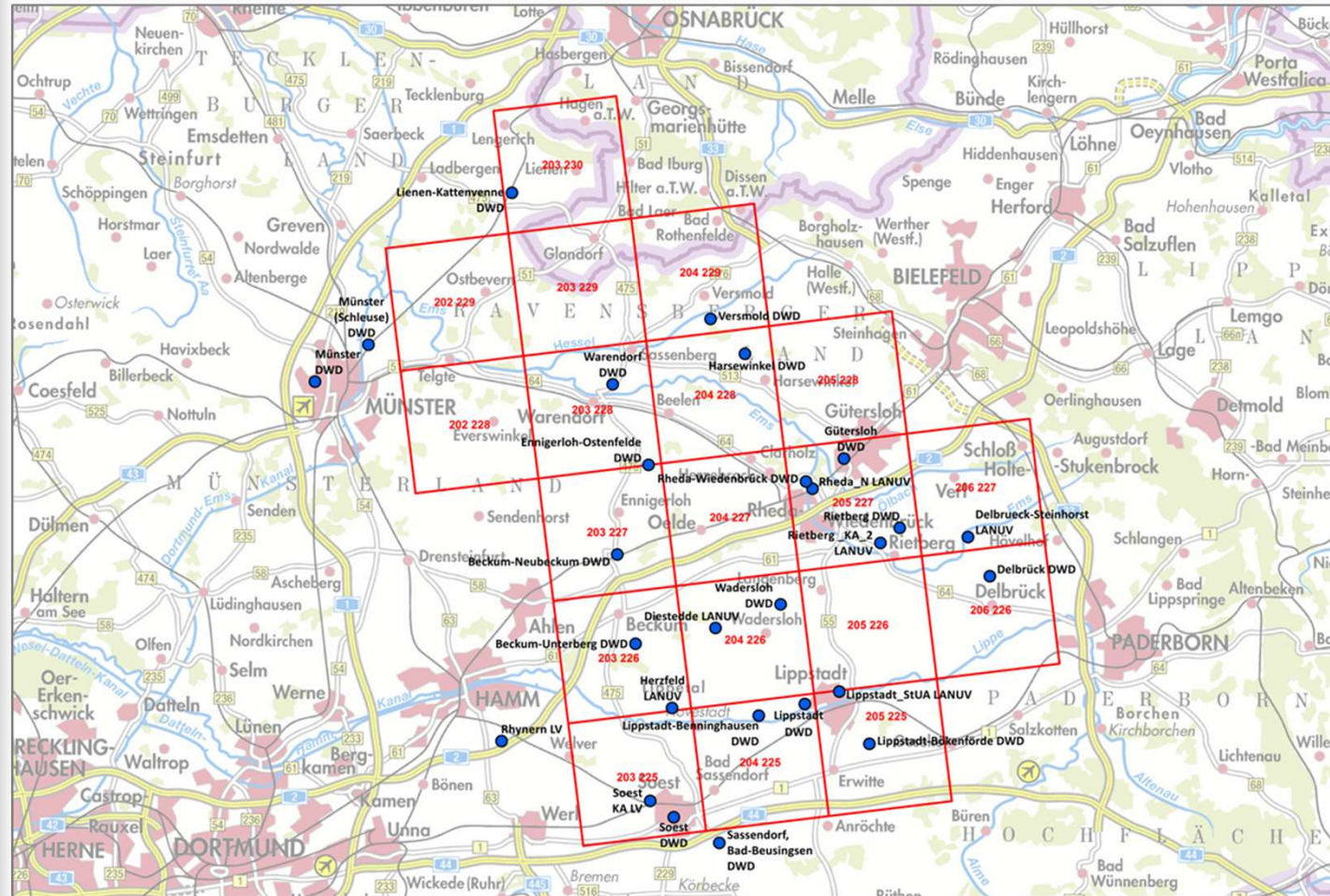
Klimamodellierung

Änderungen der globalen Temperatur bis 2100



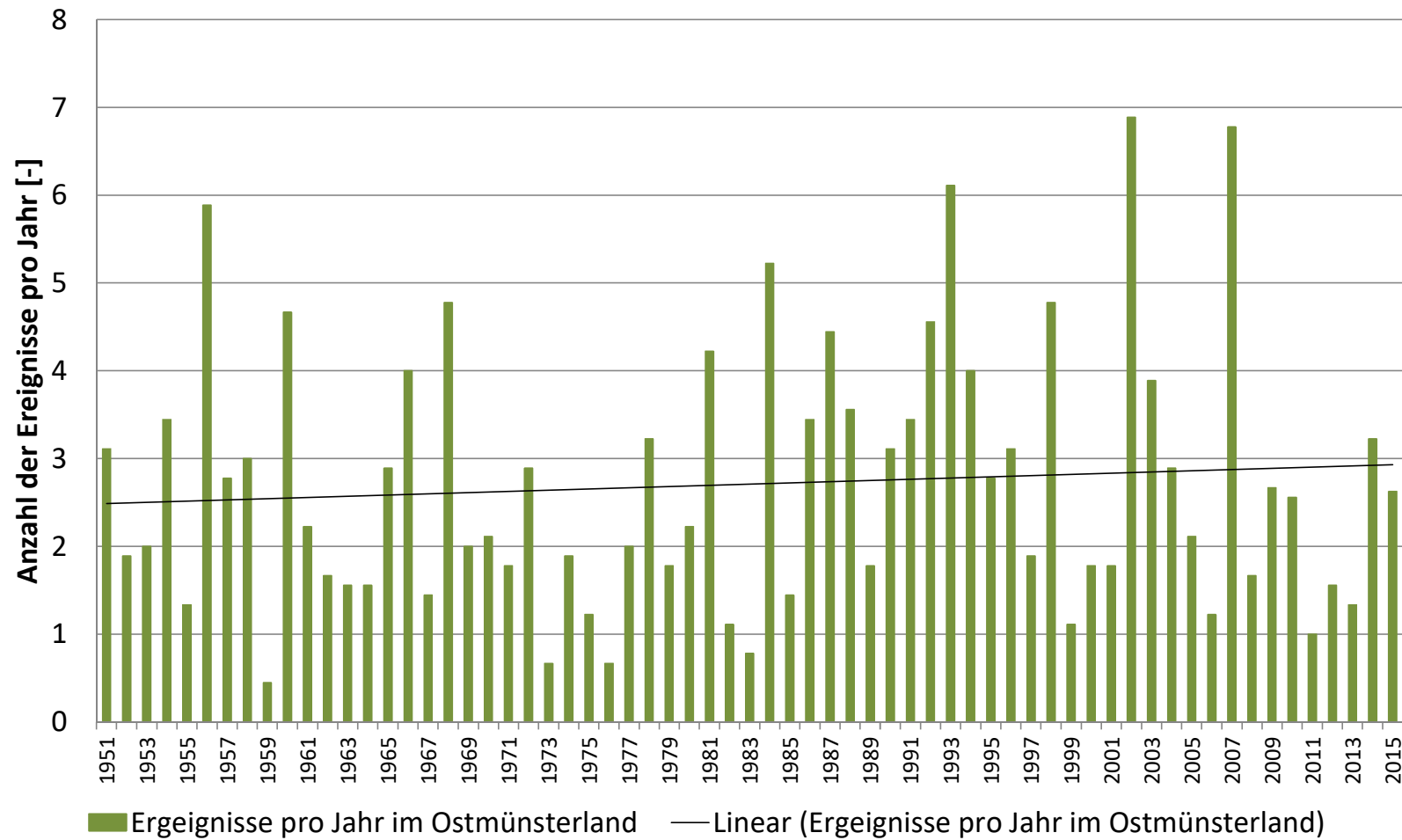
Was zeigen regionale Klimaanalysen für die Zukunft?

Niederschlagsstationen (Raum Rietberg, NRW)



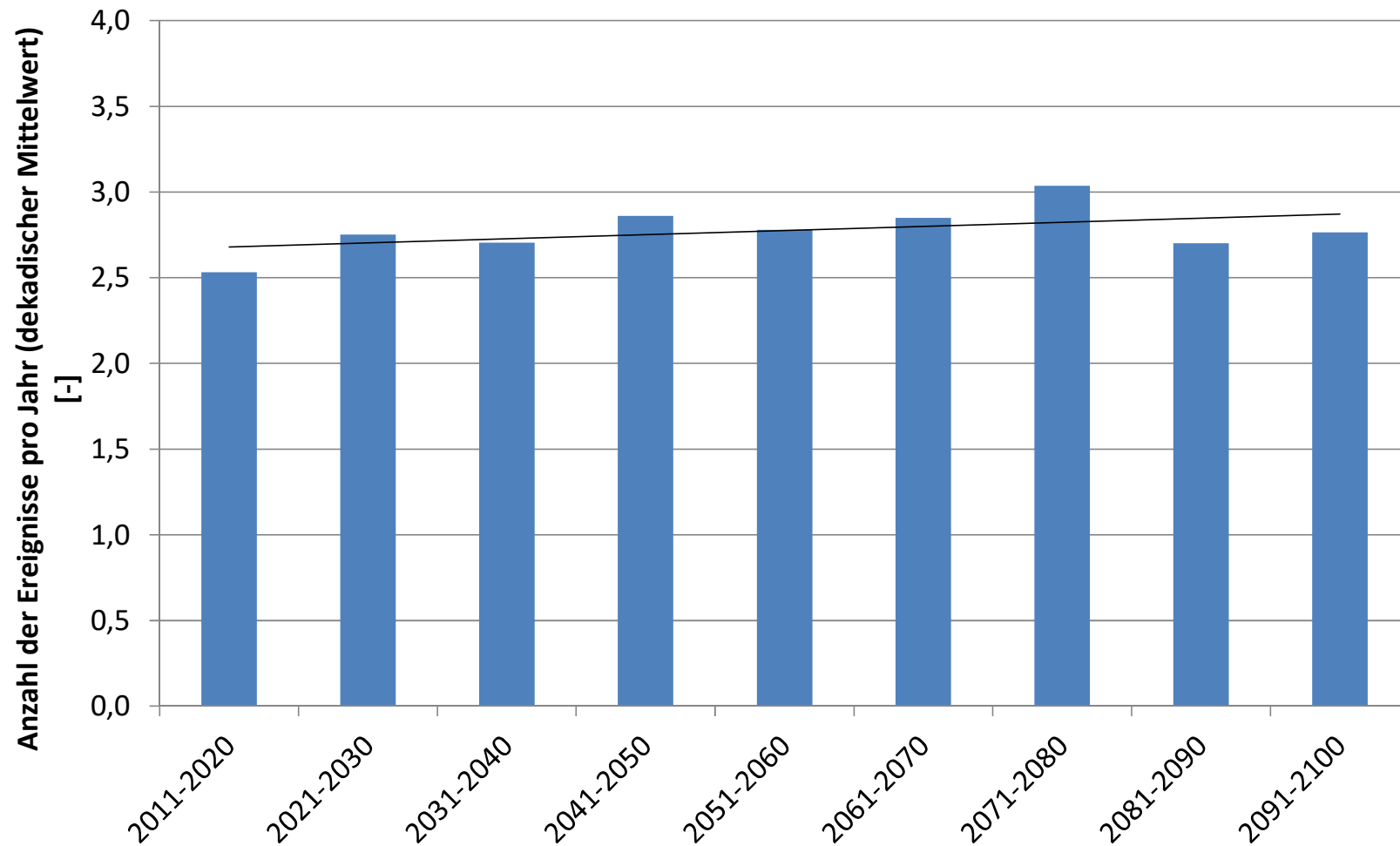
Entwicklung von Starkregen im Raum Rietberg

Mittlere Anzahl von Starkregen pro Jahr für $D = 24$ h

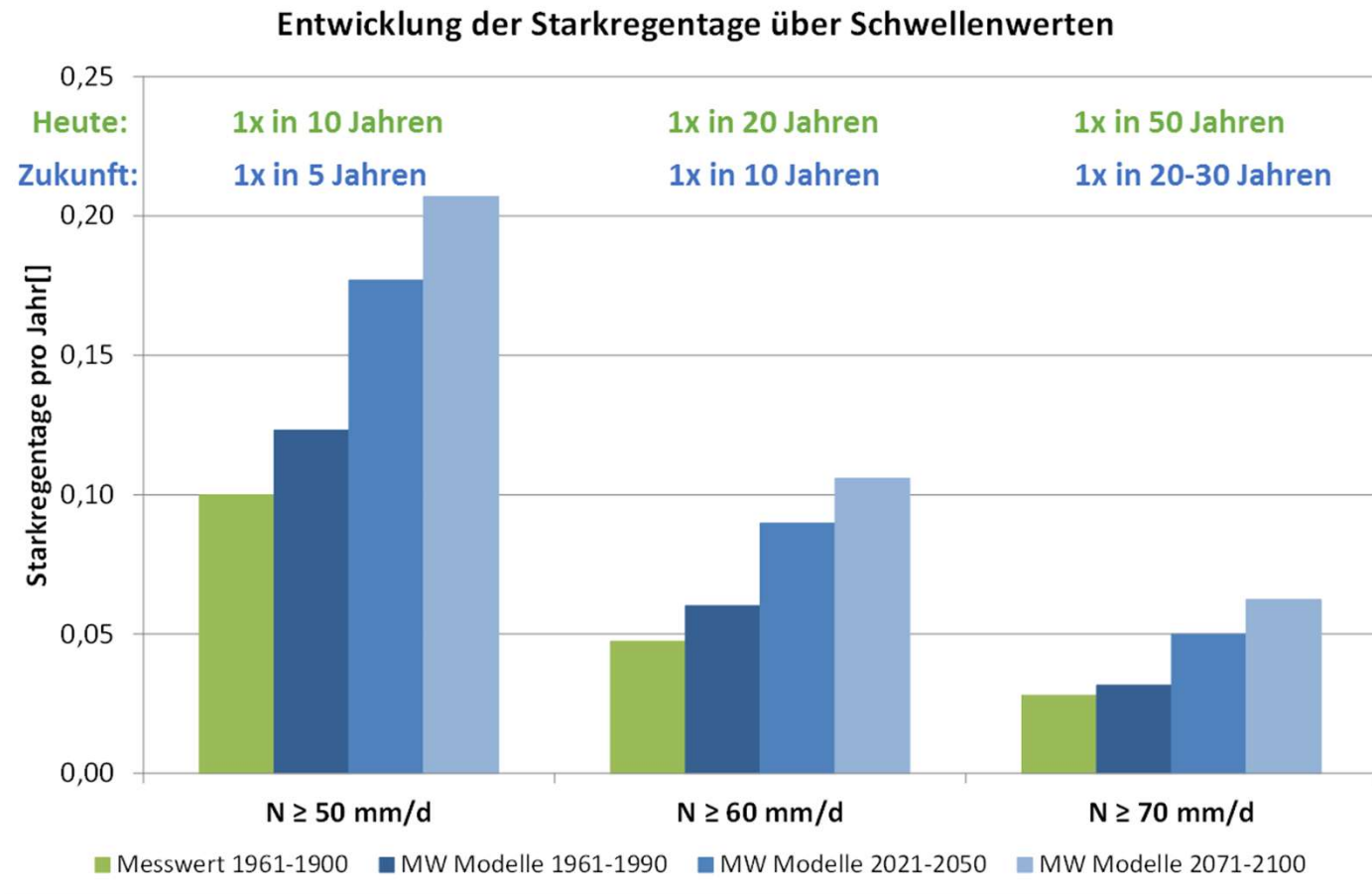


Entwicklung von Starkregen im Raum Rietberg

Mittlere Anzahl von Starkregen pro Jahr (RCP 4.5)

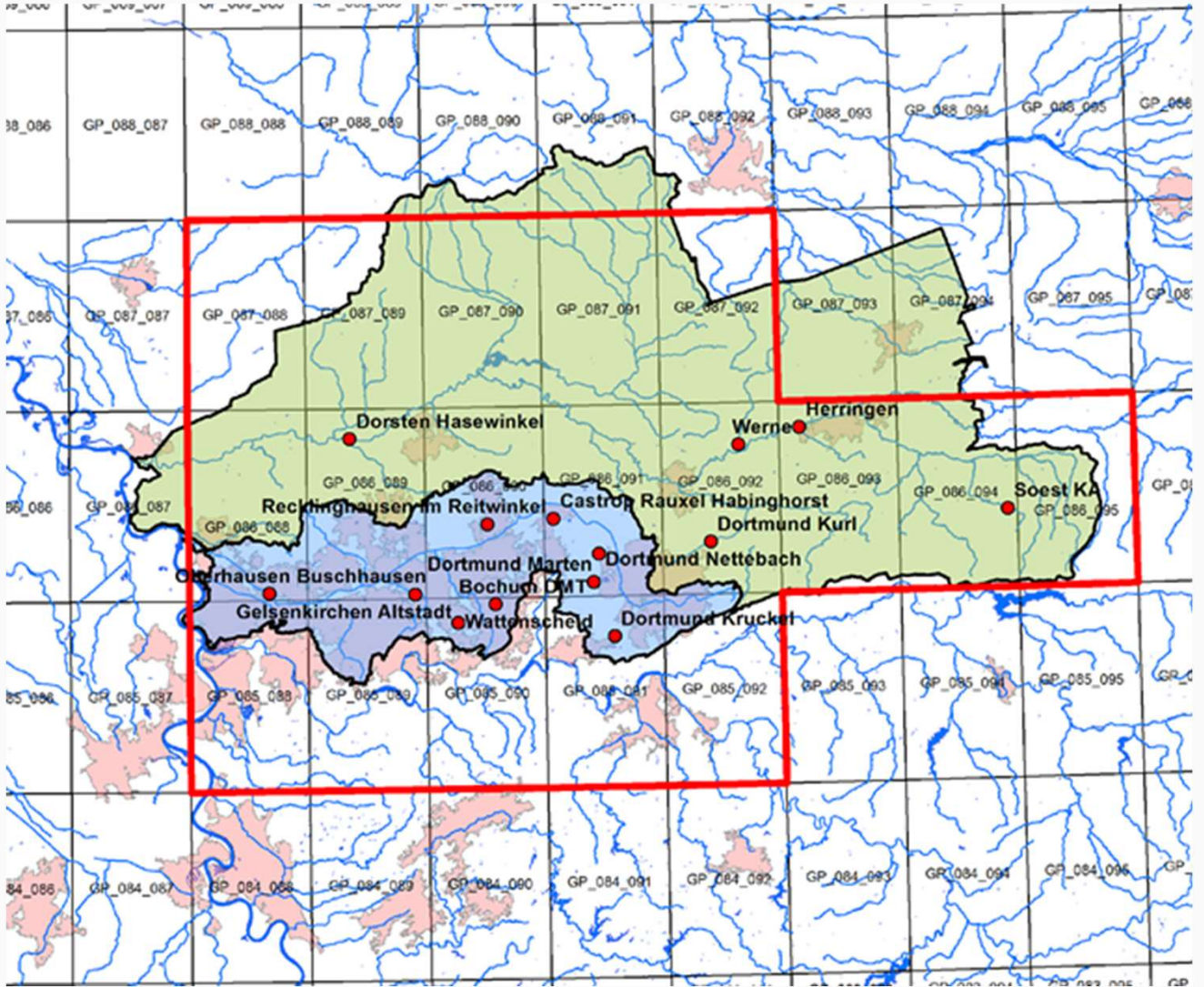


Was zeigen regionale Klimaanalysen für die Zukunft?



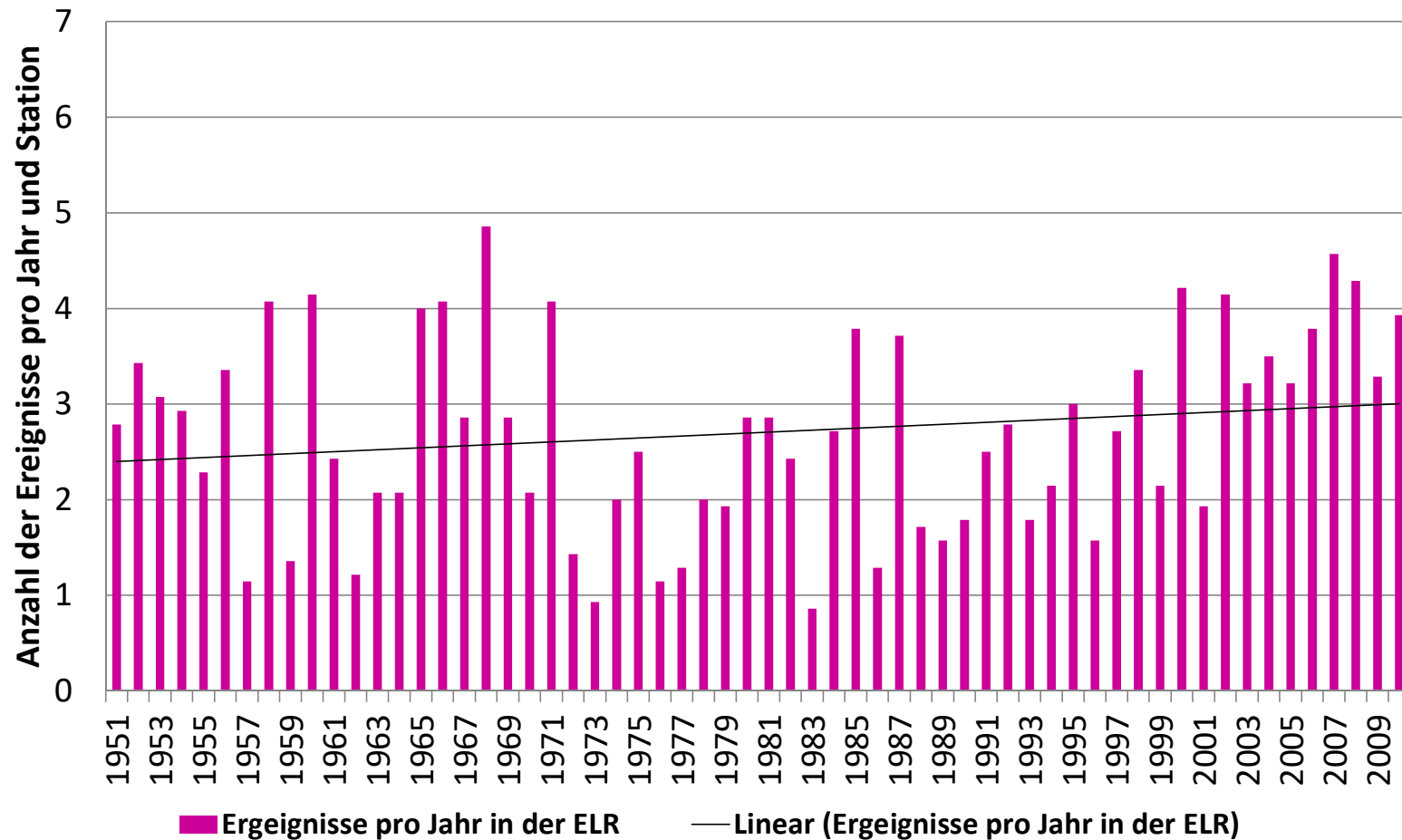
Was zeigen regionale Klimaanalysen für die Zukunft?

Niederschlagsstationen (Emscher-Lippe, NRW)

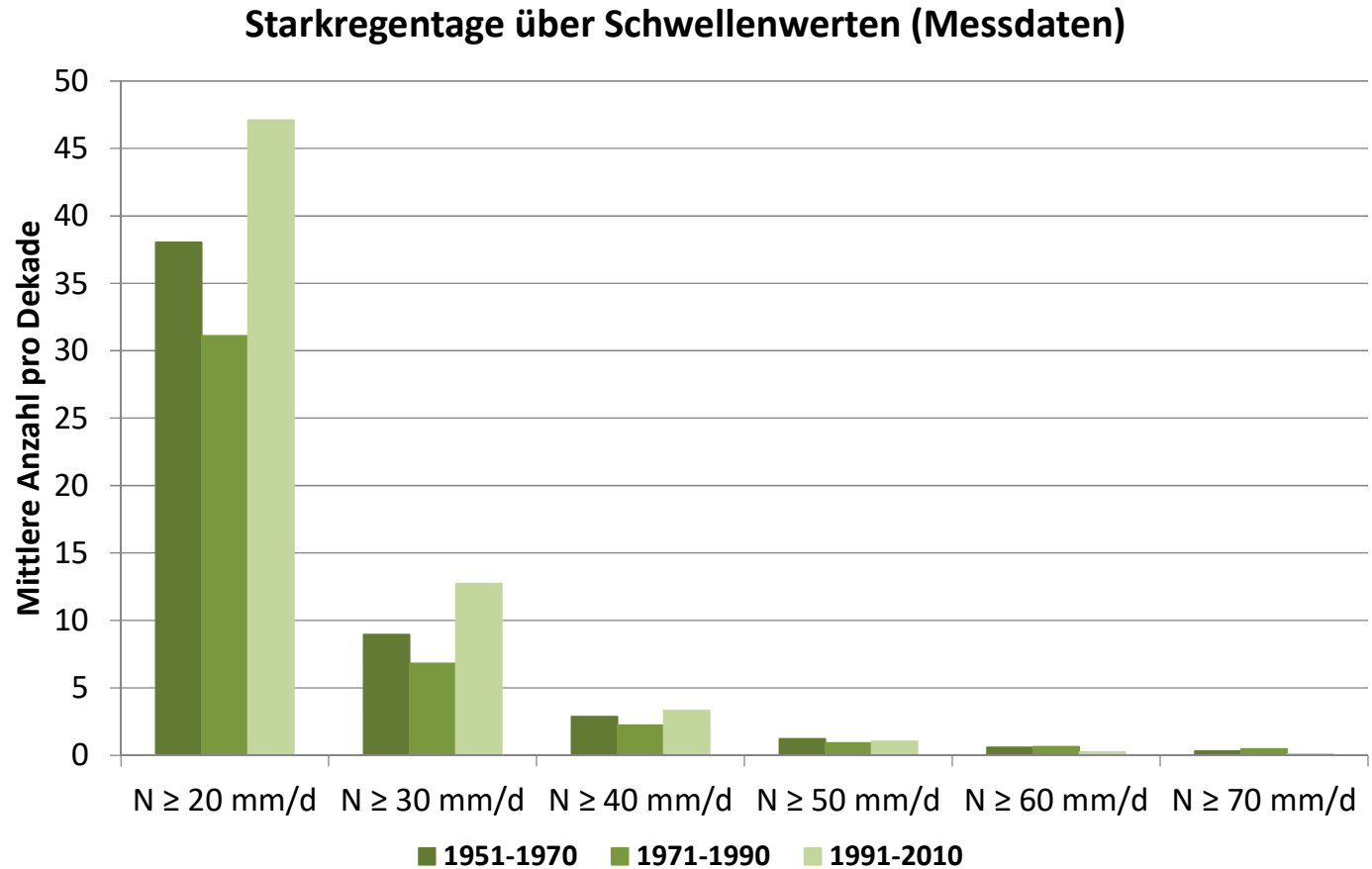


Entwicklung von Starkregen ELR

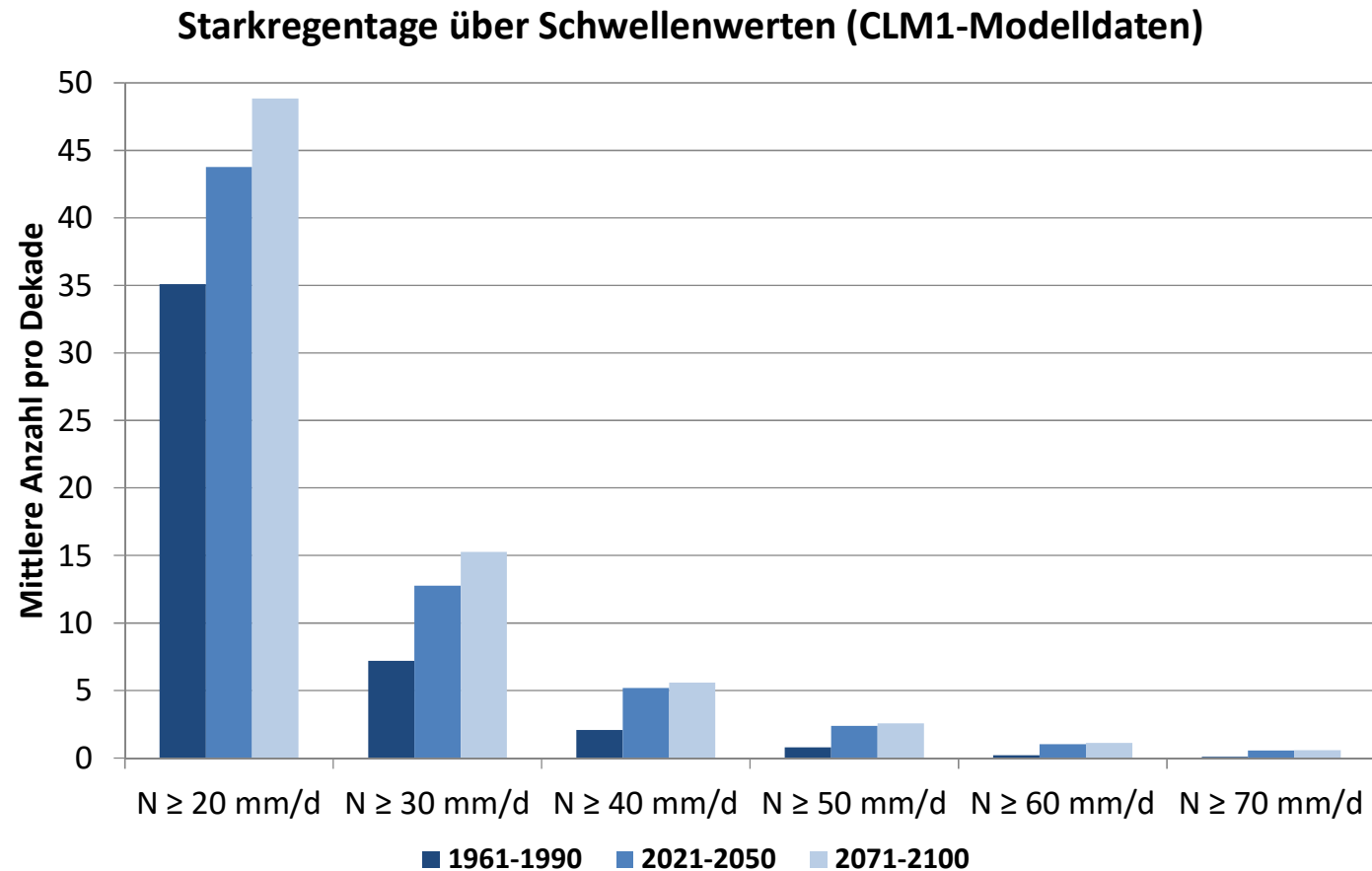
Mittlere Anzahl von Starkregen pro Jahr für D = 60 min



Was zeigen regionale Klimaanalysen für die Zukunft?



Was zeigen regionale Klimaanalysen für die Zukunft?



Was zeigen regionale Klimaanalysen für die Zukunft?

- Die Jahresniederschlagssummen haben in der Vergangenheit leicht zugenommen.
- Die Häufigkeit von Starkregen hat in der Vergangenheit zugenommen. Dieser Trend setzt sich in Zukunft weiter fort.
- Die Zunahmen der Starkregen in den untersuchten Regionen sind so stark, dass sich deren Wiederkehrzeiten halbieren können.
- Die Auswertungen zeigen aber auch, dass die Projektionen in die Zukunft mit großen Unsicherheiten verbunden sind.

Zunahme der
Starkregen-
ereignisse

Überflutungsrisiko-
management in
urbanen Gebieten
Pflicht?!

*„Mit deinen Dämmen, deinen Bühnen;/
Denn du bereitest schon Neptunen, /
Dem Wasserteufel, großen Schmaus. /
In jeder Art seid ihr verloren;-/
Die Elemente sind mit uns verschworen, /
Und auf Vernichtung läuft's hinaus.“*

Mephisto im fünften Akt des Zweiten Teils
J.W. von Goethe

Zunahme der Starkregen- ereignisse

Eine neue
Herausforderung!



Dortmund 26.07.2008

Dortmund 12.07.2014



Münster 28.07.2014

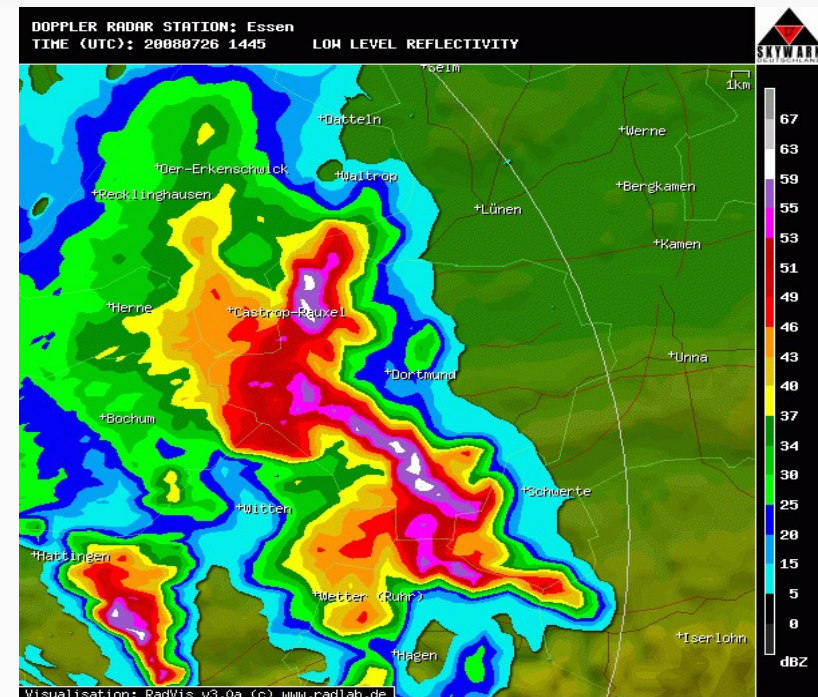
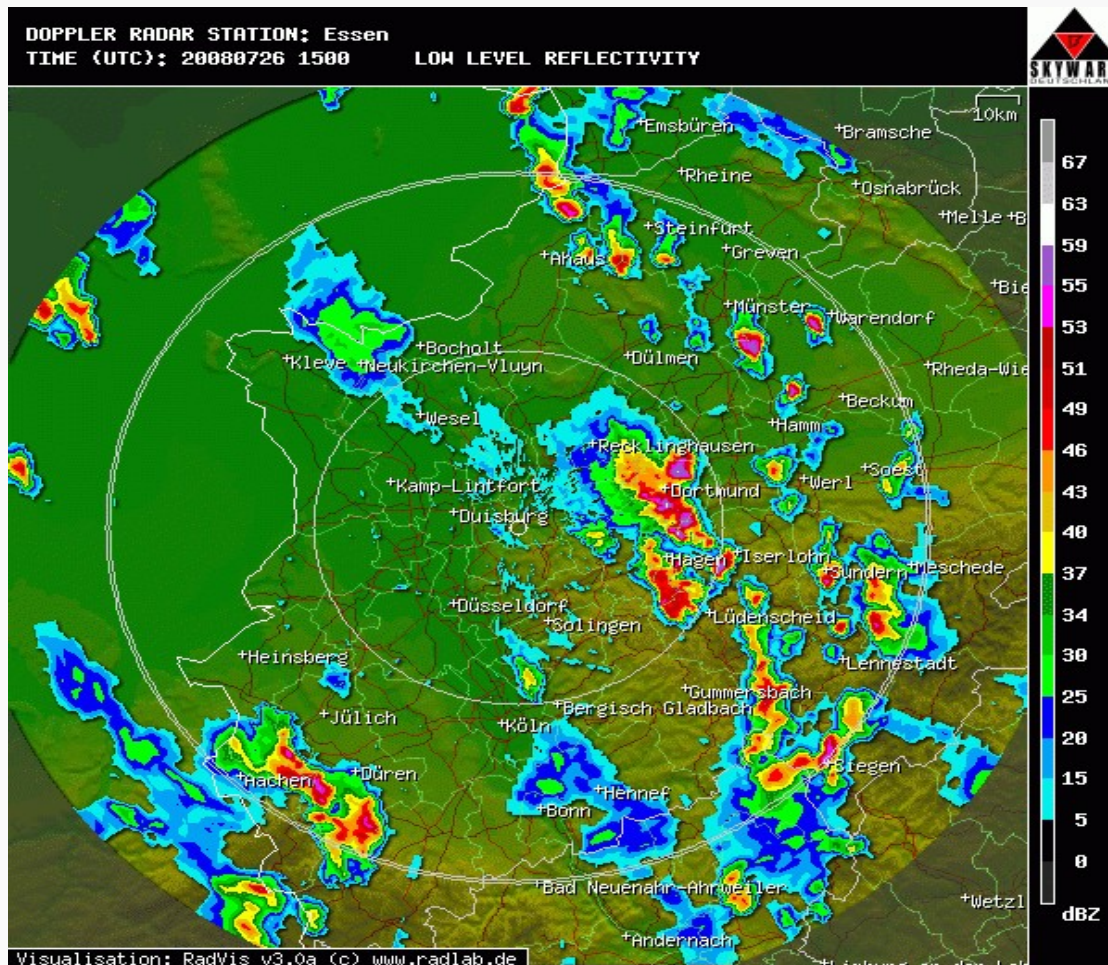


<http://www.wn.de>, https://i.ytimg.com/vi/D8U_avKam9Q/0.jpg, www.noz.de, ruhrnachrichten.de

Planen und leben mit unsicheren
Umweltzuständen!

Zunahme der Starkregenereignisse

Eine neue Herausforderung!



Niederschlagsmenge

15:00-16:00 Uhr: 83 mm

15:00-16:40 Uhr: 148 mm

Zunahme der
Starkregen-
ereignisse

Eine neue
Herausforderung!

In einer unsicheren Entwicklung von Umweltzuständen (**Klimawandel**) aus ökologischen, soziokulturellen und sozioökonomischen Gründen lautet die zentrale Frage:

Welche Sicherheit mit welcher Konsequenz?

Paradigmenwechsel notwendig:

*In der Zukunft für Politik und Zivilgesellschaft Übergang vom Sicherheits- zum **Risikodenken***

Zunahme der
Starkregen-
ereignisse

Eine neue
Herausforderung!

Sicherheitsdenken

Von einem Starkregenereignis geht mit Sicherheit keine Gefährdung für Menschen und Schutzgüter aus. Dann sind keine Aktionen erforderlich.

Es ist genau bekannt, wann und wo Starkregen mit welchen Folgen auftritt und welche Aktionen (Maßnahmen zur Begrenzung von schädlichen Effekten des Starkregens) welche Konsequenzen für Menschen und Schutzgüter haben.

Trifft nicht zu!

Zunahme der
Starkregen-
ereignisse

Eine neue
Herausforderung!

Risikodenken

Risiko setzt eine Gefahr voraus.

Risiko setzt eine Unsicherheit voraus.

Risiko basiert auf Entscheidungen.

Risiko impliziert die Möglichkeit eines Schadens und eines Nutzens.

Trifft zu!

Risiko

Gefahr
(potentiell gefährlicher Prozess)



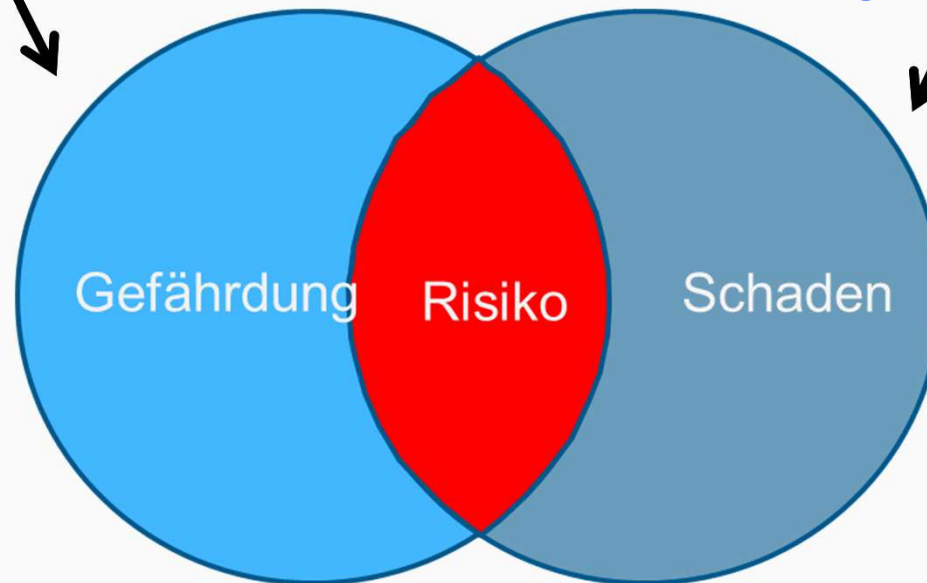
beschrieben durch:
-Intensität
-Wahrscheinlichkeit



Risikoelemente
(Menschen, Güter, Umwelt..)



beschrieben durch:
-Exposition
-Anfälligkeit
-mögliche Schäden



Das Überflutungsrisiko zu mindern ist eine Herausforderung ...

Überflutungssicherheit

Schadenpotenzial

Legende

Legende

Schadenspotenzial

- I (kein)
- II (gering)
- III (mäßig)
- IV (hoch)
- V (sehr hoch)

Strassenklassifizierung

- I (Ländliche Strassen)
- II (Strassen in Wohngebieten)
- III (Strassen in gemischten Gebieten)
- IV (Hauptverkehrsflächen)

Gewässer

Flächen mit Überflutungssicherheit T = 30 a

Überflutungsgefahr

Überflutungsrisiko

Legende

Legende

Wasserstand (m)

- $0,05 < WS \leq 0,15$
- $0,15 < WS \leq 0,40$
- $WS > 0,40$

Überflutungsrisikoklasse

- I (kein)
- II (gering)
- III (mäßig)
- IV (hoch)
- V (sehr hoch)

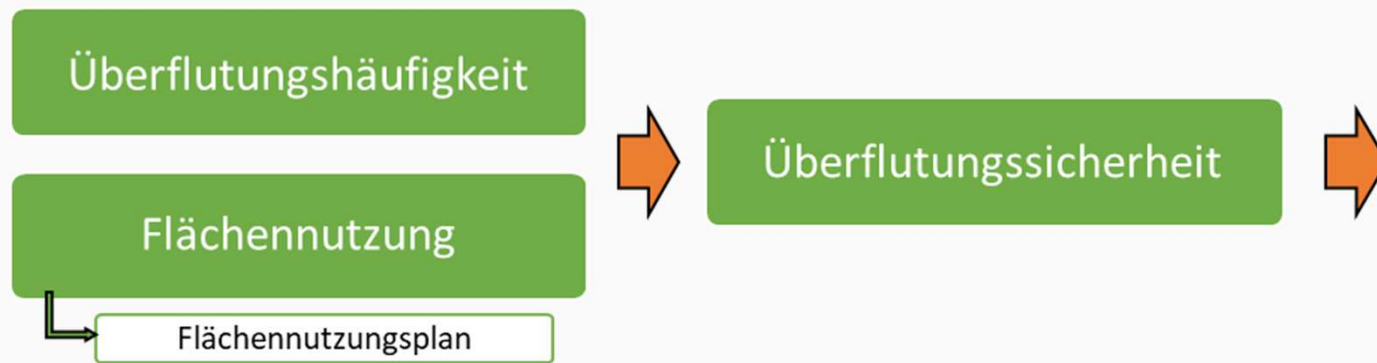
Strassenklassifizierung

- I (Ländliche Strassen)
- II (Strassen in Wohngebieten)
- III (Strassen in gemischten Gebieten)
- IV (Hauptverkehrsflächen)

Gewässer

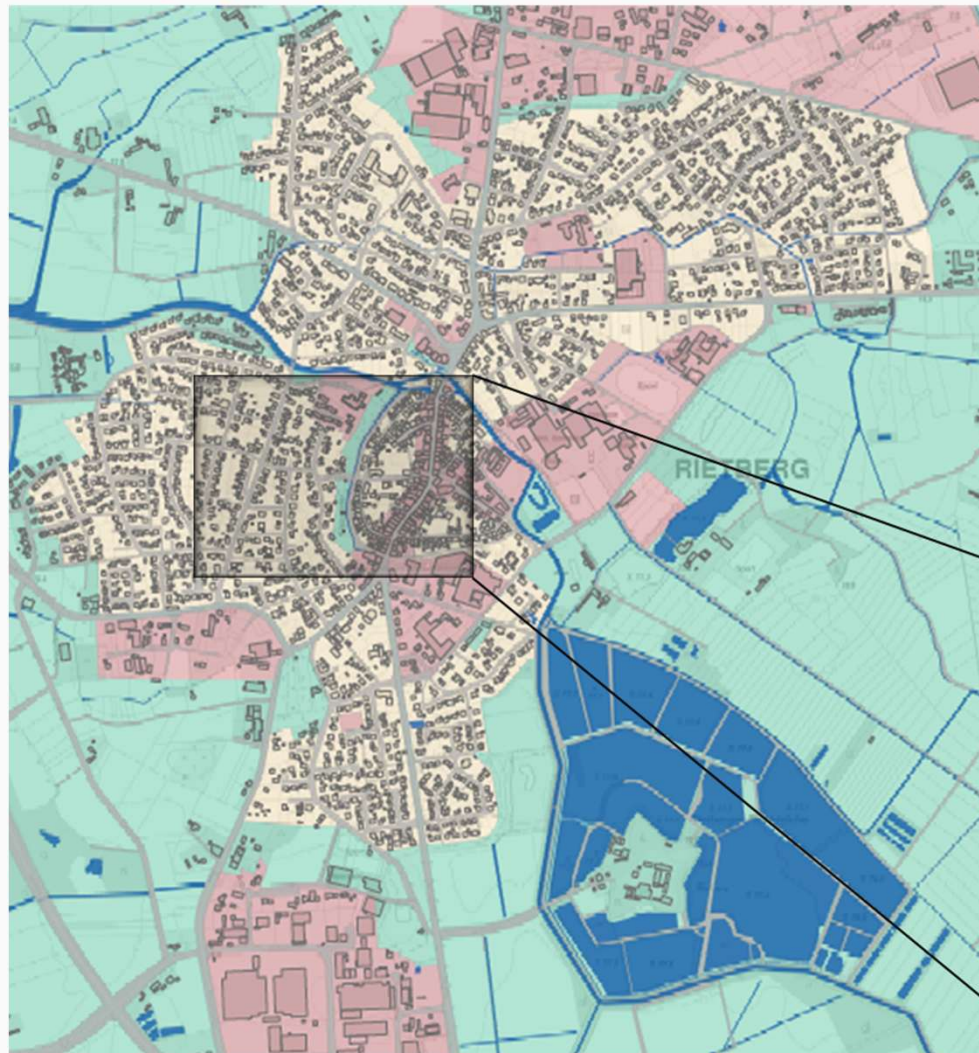
Flächen mit Überflutungssicherheit T = 30 a

Bestimmung der Überflutungssicherheit



Überflutungssicherheit	Flächennutzung
I	Ländliche Gebiete
II	Wohngebiete
III	Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete

Bestimmung der Überflutungssicherheit



Legende

Überflutungssicherheit gemäß der Flächennutzung

T = 10 a (Ländliche Gebiete)

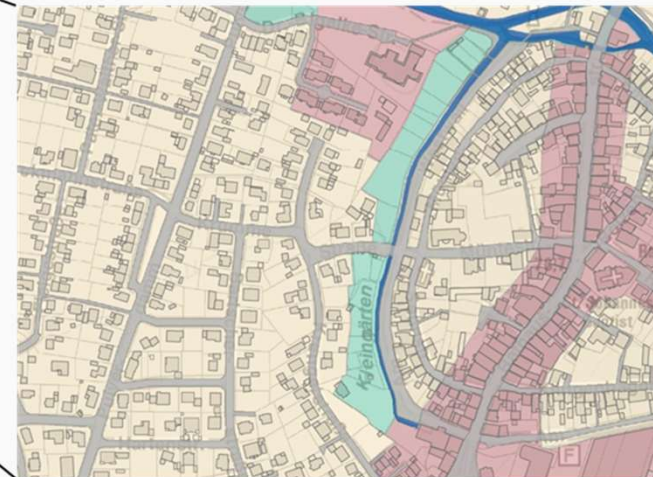
T = 20 a (Wohngebiete)

T = 30 a (Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete)

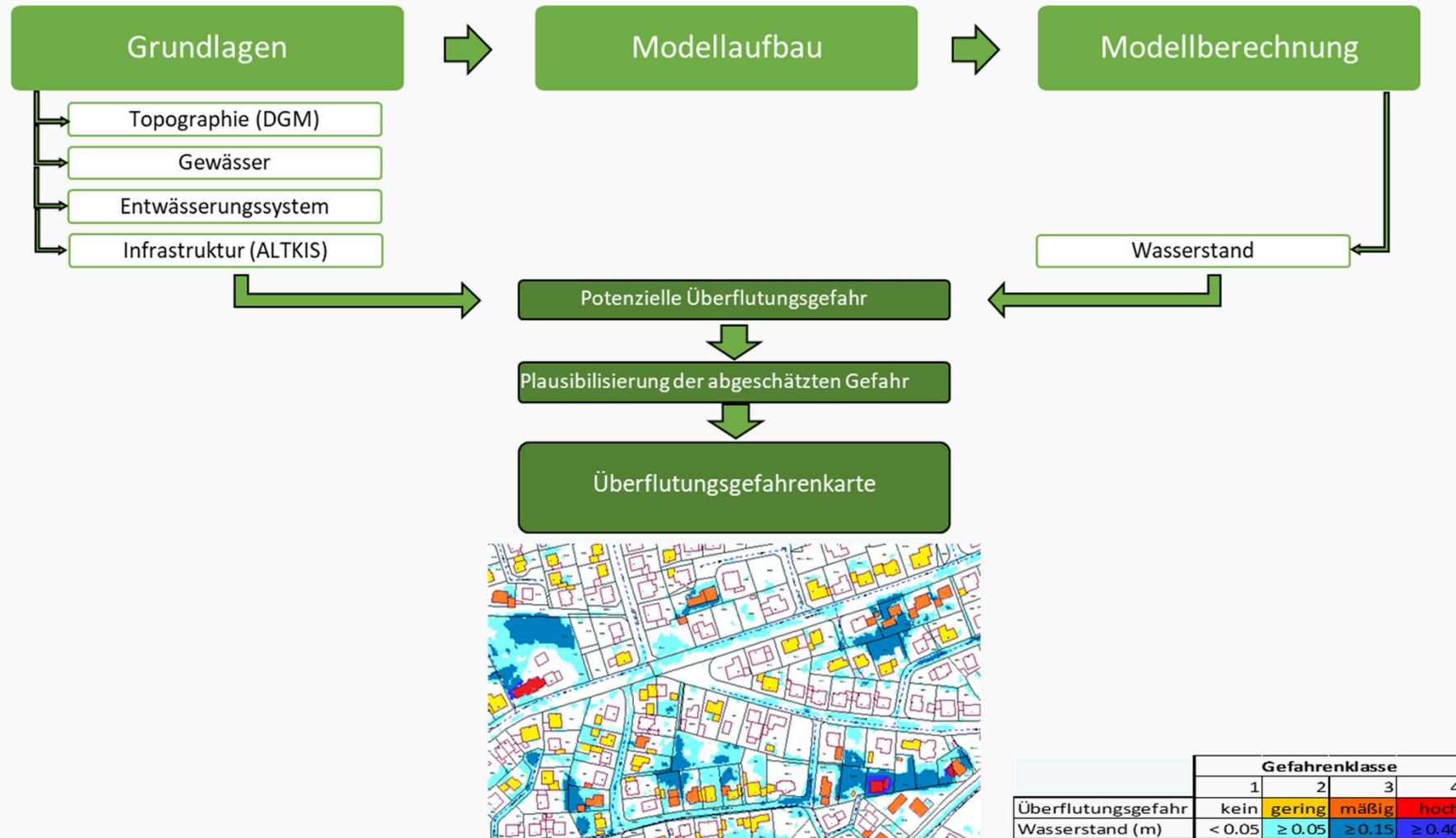
Strassen

Gewässer

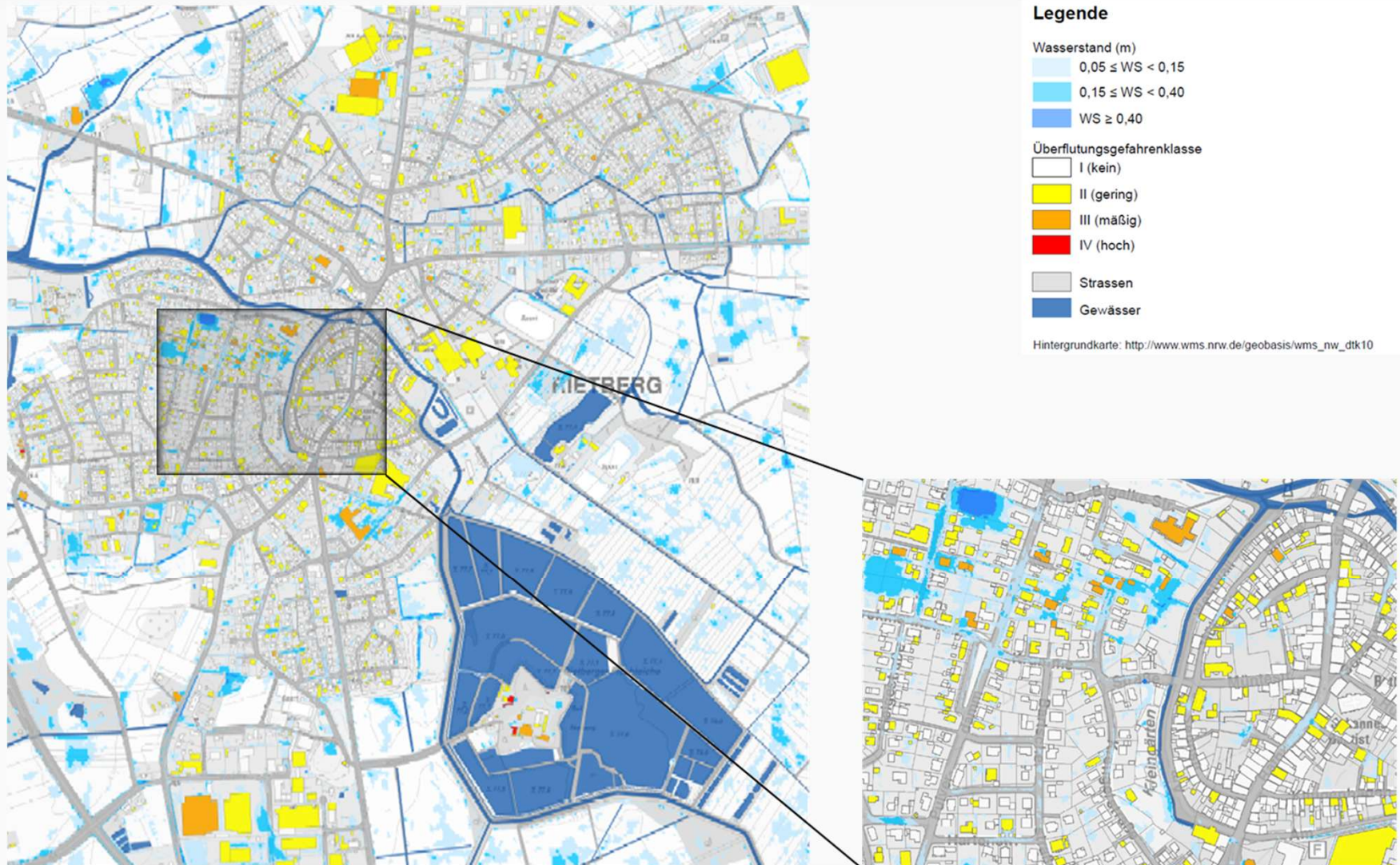
Hintergrundkarte: http://www.wms.nrw.de/geobasis/wms_nw_dtk10



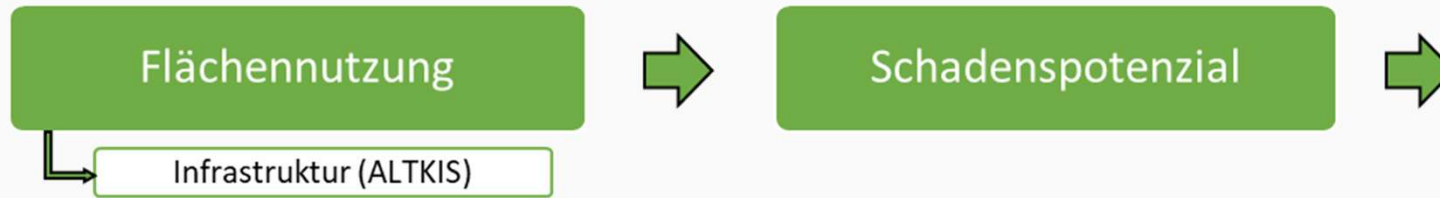
Abschätzung und Plausibilisierung der potenziellen Gefahr – Erstellung der Überflutungsgefahrenkarte



Abschätzung und Plausibilisierung der potenziellen Gefahr – Erstellung der Überflutungsgefahrenkarte

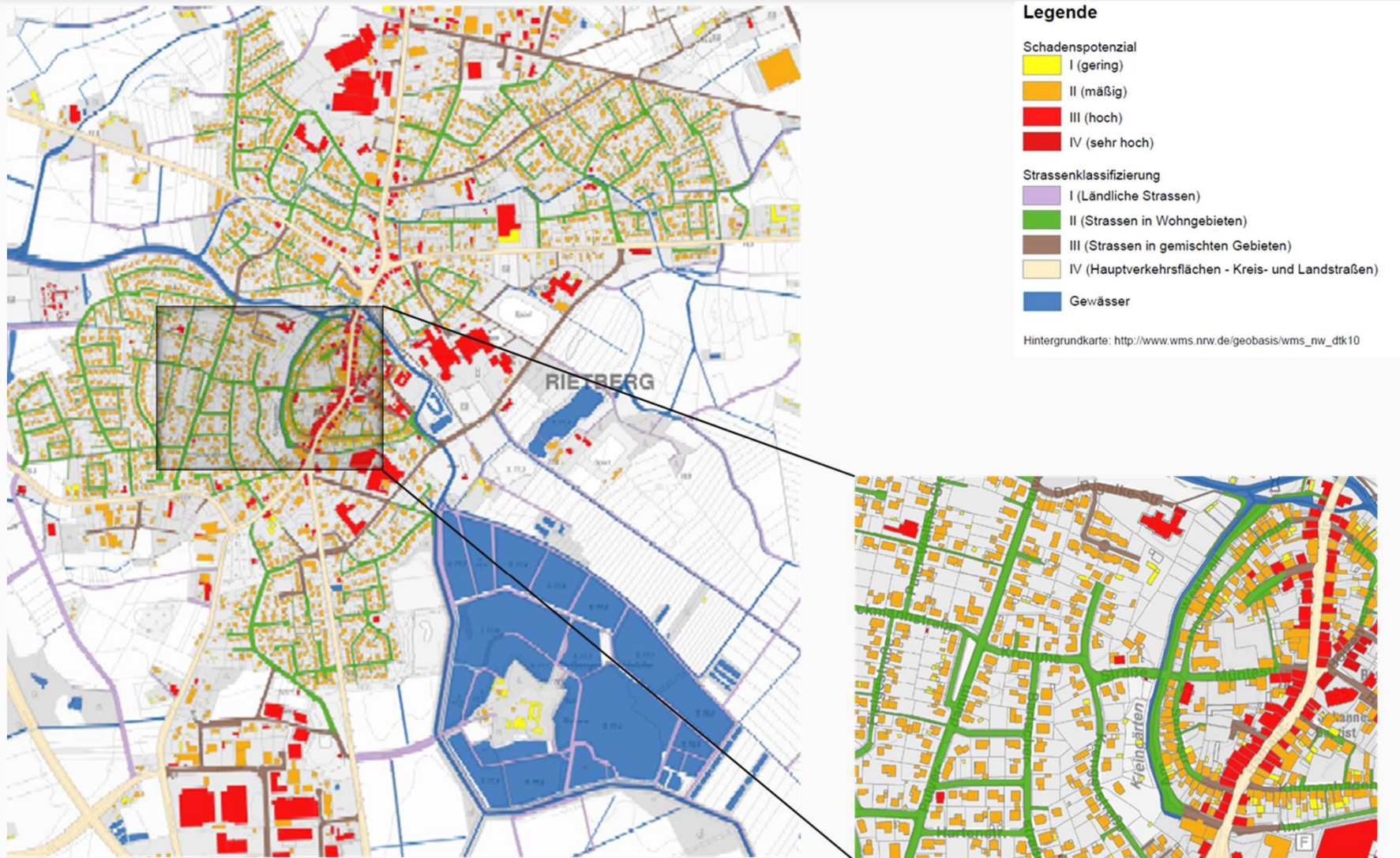


Abschätzung des Schadenspotenzials



Schadens- klasse	Schadens- potenzial	Flächen- nutzung	Objektart
I	gering	keine Lebensgefahr, keine Risikoobjekte	Grünfläche, Freifläche, untergeordnete Bebauung
III	mäßig	vereinzelte Lebensgefahr, einzelne Risikoobjekte	Wohnflächen, Kleingewerbe
III	hoch	besondere Lebensgefahr, diverse Risikoobjekte, Umweltgefahr	Gebäude mit eingeschränkter Mobilität oder Evaquirbarkeit, Gebäude mit kulturhistorischer Relevanz, Industrie
IV	sehr hoch	Infrastruktur zum Krisen- managemt	Feuerwehr, Rathaus, Polizei, Wasser-, Energie-, Ilektrizitätsversorgung, Evakuierungszentrum

Abschätzung des Schadenspotenzials



Abschätzung des Überflutungsrisikos – Erstellung der Überflutungsrisikokarte

Überflutungsgefahr

Schadenspotenzial

Überflutungsrisiko

Überflutungsrisikokarte

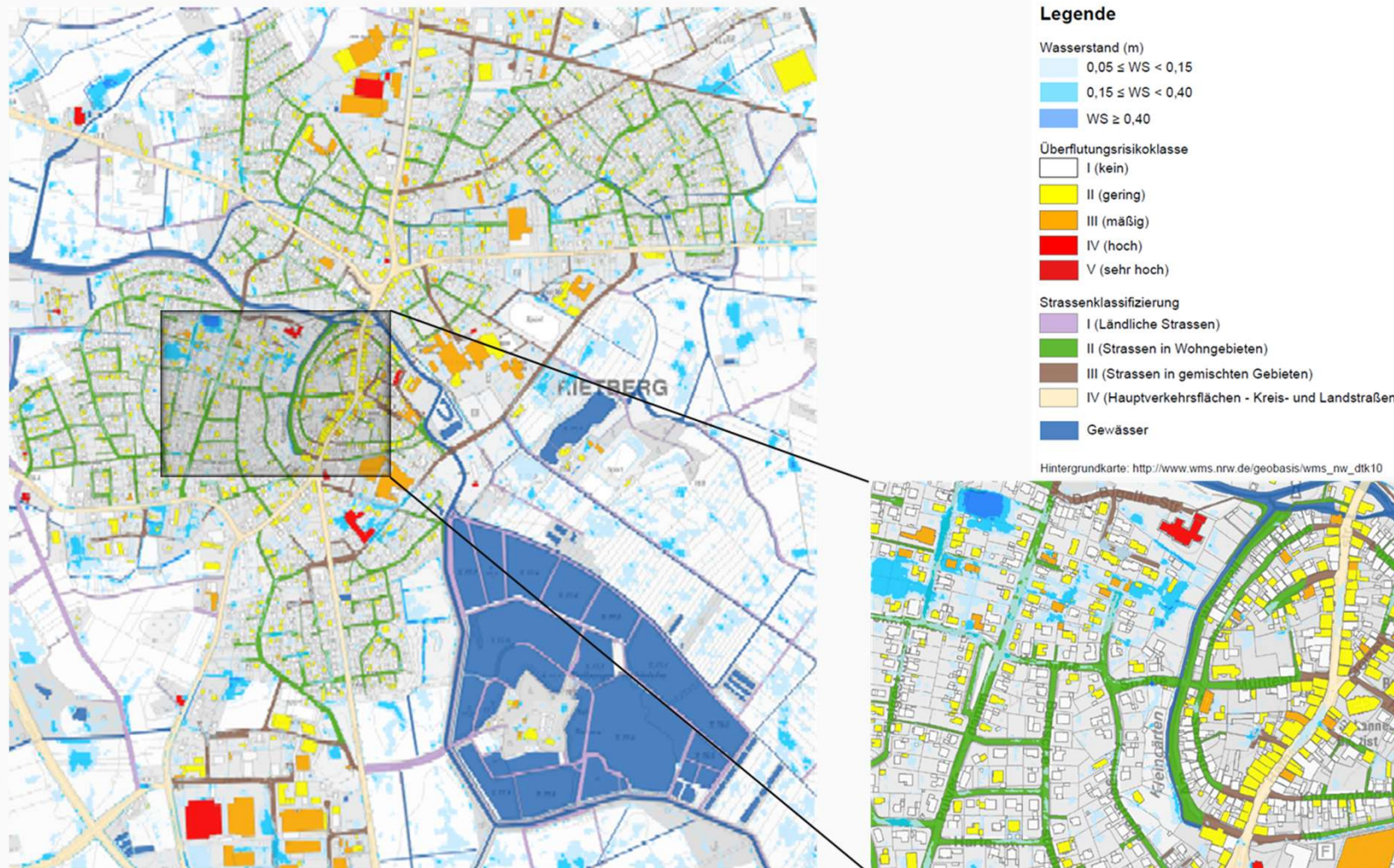
		Gefahrenklasse			
		1	2	3	4
Überflutungsgefahr	kein	gering	mäßig	hoch	
Wasserstand (m)	< 0.05	≥ 0.05	≥ 0.15	≥ 0.40	

Schadens- klasse	Schadens- potenzial	Flächen- nutzung	Objektart
I	gering	keine Lebensgefahr, keine Risikoobjekte	Grünfläche, Freifläche, untergeordnete Bebauung
III	mäßig	vereinzelt Lebensgefahr, einzelne Risikoobjekte	Wohnflächen und Kleingewerbe
III	hoch	besondere Lebensgefahr, diverse Risikoobjekte, Umweltgefahr	Gebäude mit eingeschränkter Mobilität oder Evakuierbarkeit, Gebäude mit kulturhistorischer Relevanz, Industrie
IV	sehr hoch	Infrastruktur zum Krisen- management	Feuerwehr, Rathaus, Polizei, Wasser-, Energie-, Elektrizitätsversorgung, Evakuierungszentrum

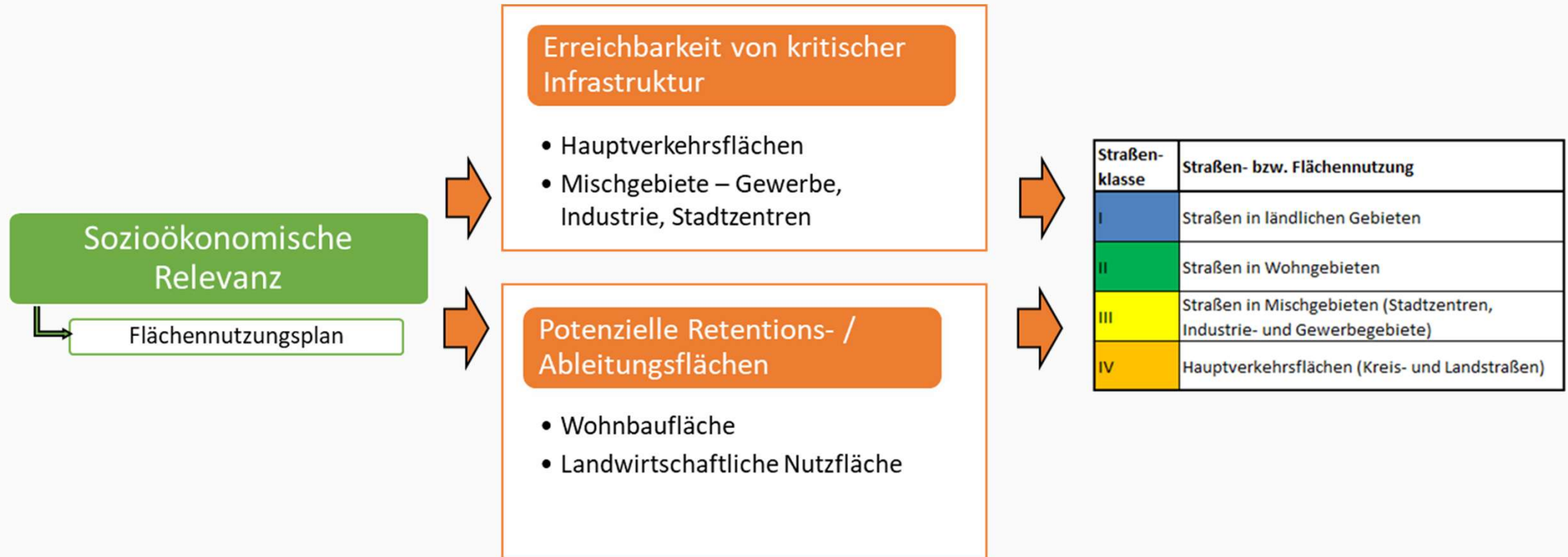
		Überflutungsrisiko			
		1	2	3	4
Schadenspotenzial (Schadensklasse)	gering (I)	kein	kein	gering	mäßig
	mäßig (II)	kein	gering	mäßig	hoch
	hoch (III)	gering	mäßig	hoch	sehr hoch
	sehr hoch (IV)	gering	hoch	sehr hoch	sehr hoch
		kein (1)	gering (2)	mäßig (3)	hoch (4)
		Überflutungsgefahr (Gefahrenklasse)			



Abschätzung des -Überflutungsrisikos – Erstellung der Überflutungsrisikokarte

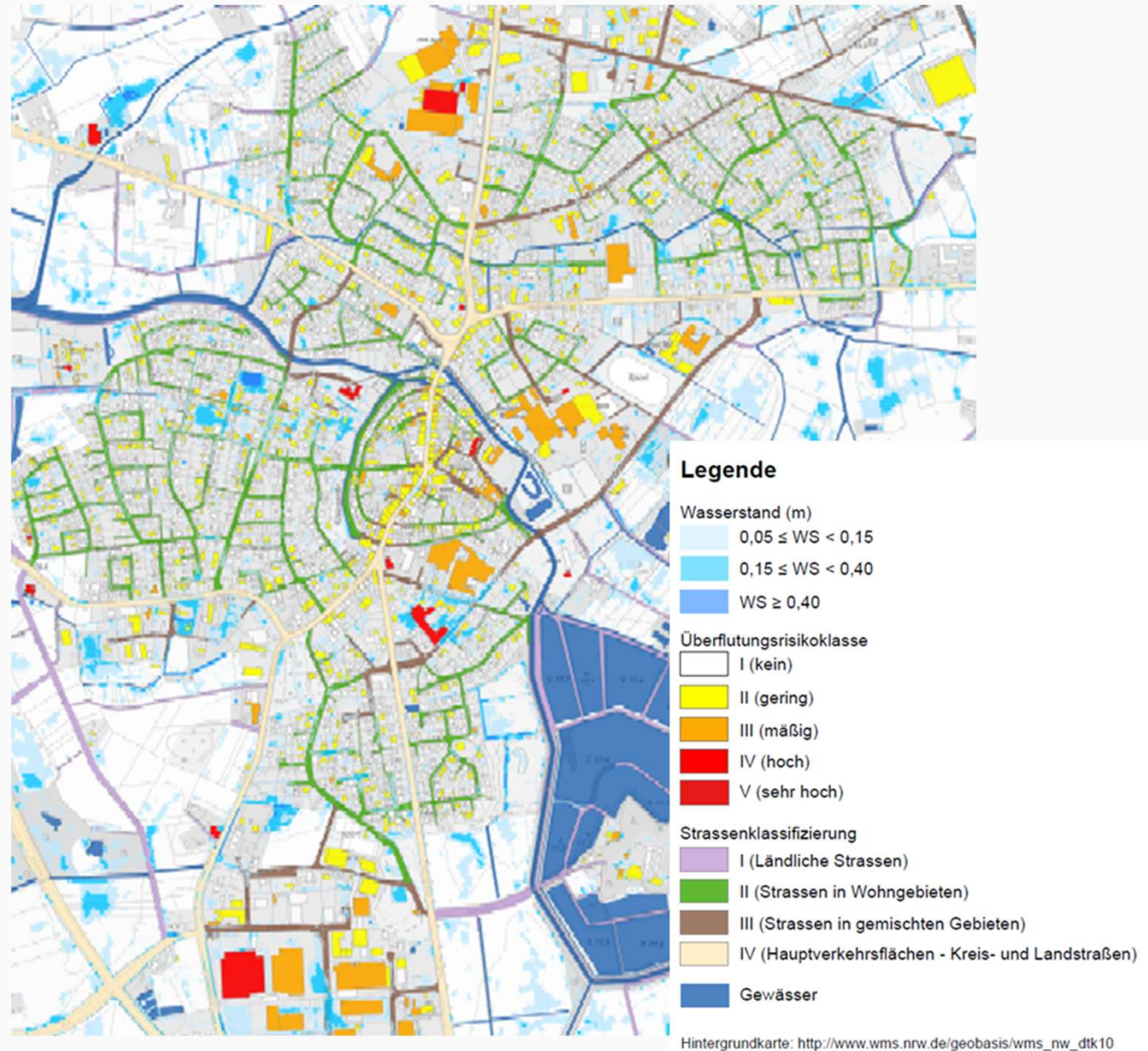


Klassifizierung des Straßennetzes hinsichtlich des Überflutungsrisikomanagements

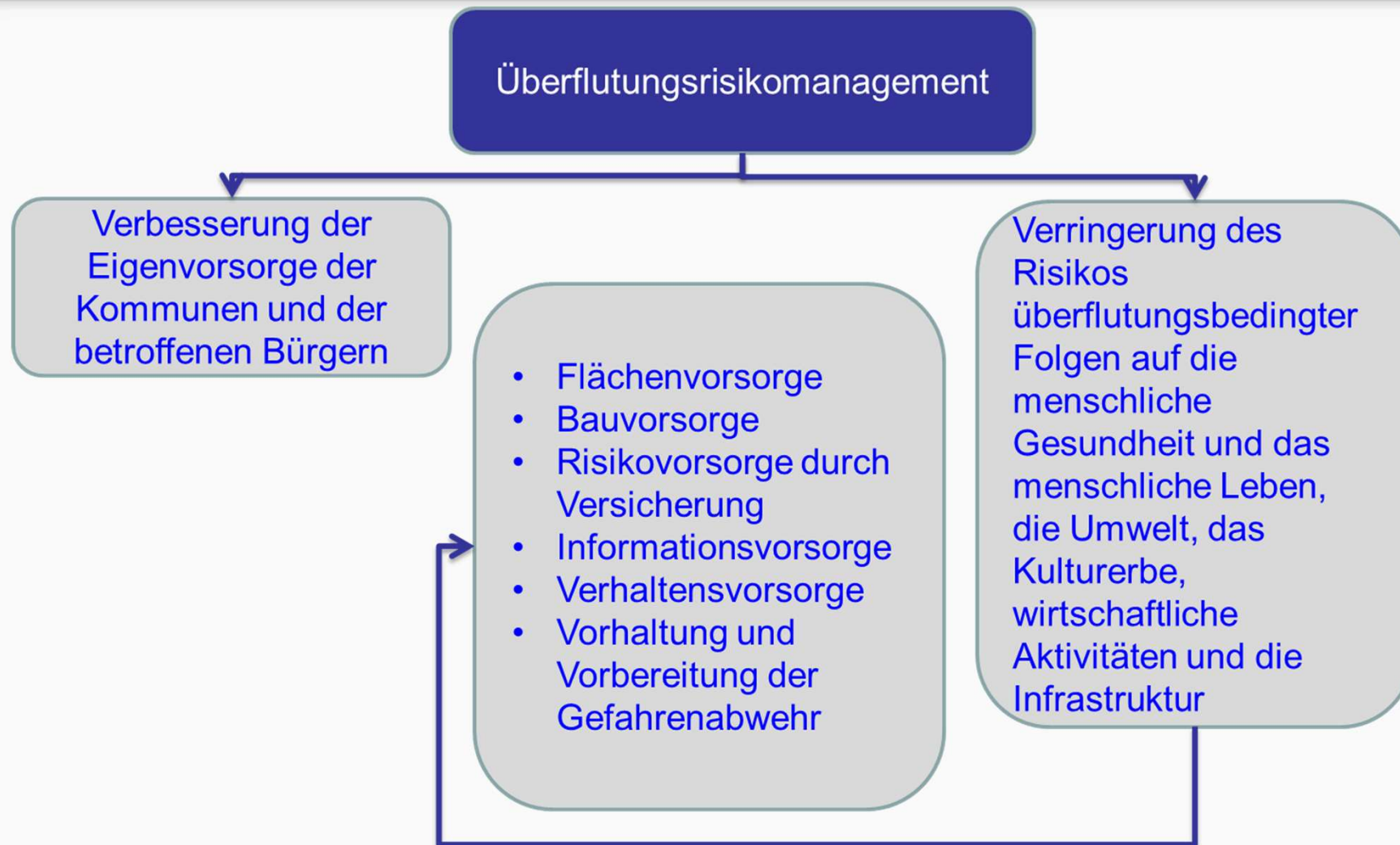


Zunahme der Starkregen- ereignisse

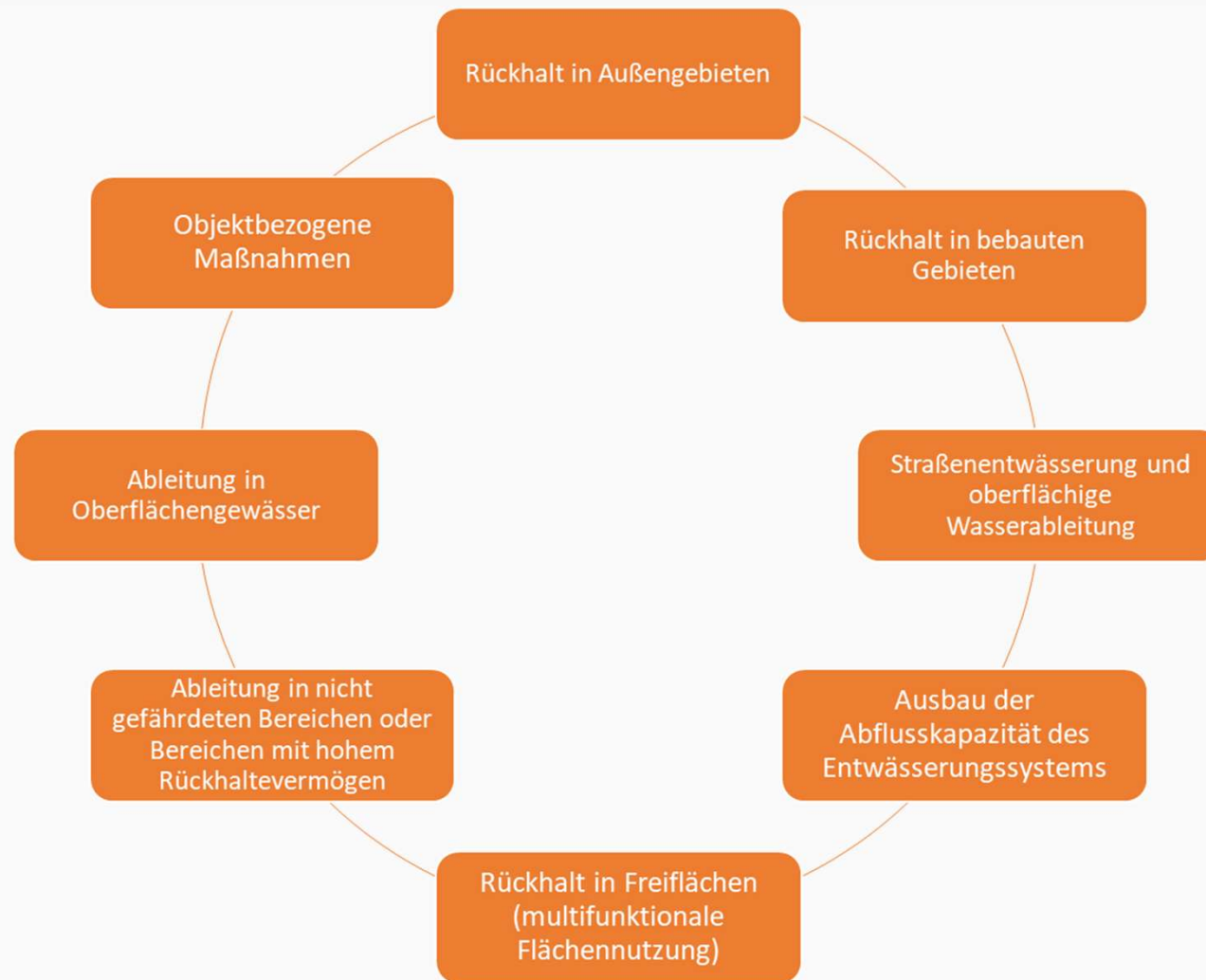
Überflutungs- risiko



Verfahrensansatz Überflutungsrisikomanagement



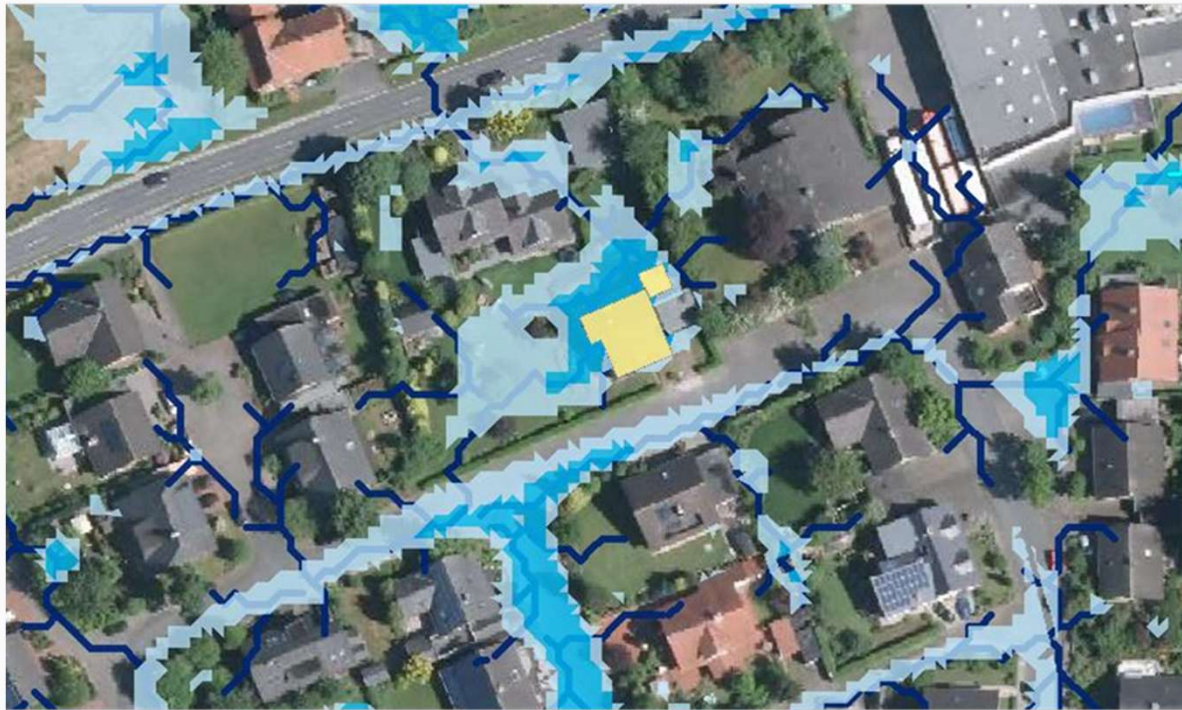
Planung von Überflutungsvorsorgemaßnahmen



Einschätzung des Restrisikos – Entwicklung von ÜRM Strategien

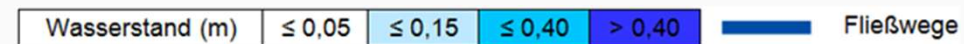


Der nächste Schritt...



Objektschutz

Vulnerability



Beispiele Objektschutzmaßnahmen



Quelle: DWA (2013)



Quelle: DWA (2013)



Quelle: StEB Köln (2016a)



Quelle: DWA (2013)



Quelle: Hamburg Wasser (2012)

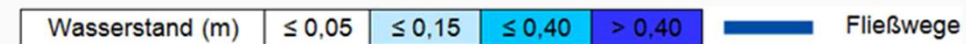


Quelle: StEB Köln (2016a)

Der nächste Schritt...



Wassersensible Stadtplanung Raumplanung



Beispiele Stadtplanung, Raumplanung



Muldensystem
Quelle: BWVI (2015)



Muldenkaskaden
Quelle: BWVI (2015)



Tiefbeete mit Rigolen
Quelle: BWVI (2015)



Platzfläche mit wassergebundener Decke
Quelle: Deutsches Architektur-Forum (2013)



Parkfläche
Quelle: BBSR (2015)



Sportsplatz
Quelle: StEB Köln (2016)

Beispiele Stadtplanung, Raumplanung

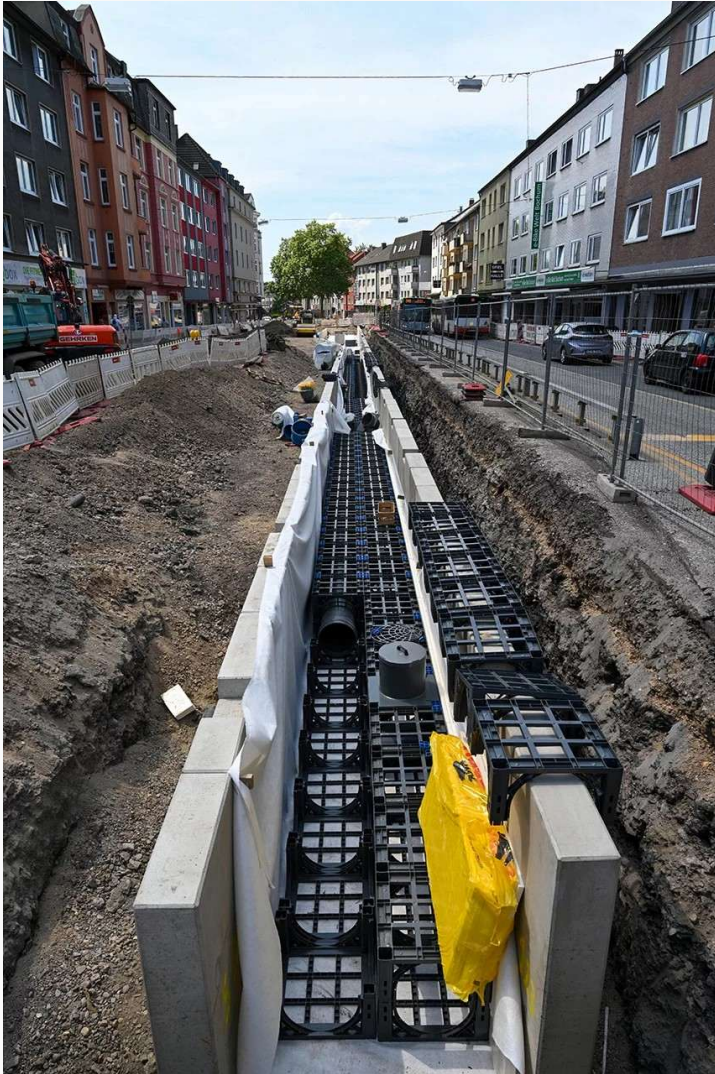


Retentionsraum – Gewässer
Quelle: StEB Köln (2016)



Retentionsfläche – Freiflächen
Quelle: StEB Köln (2016)

Beispiele Stadtplanung, Raumplanung – Stadt Bochum



Bilder Stadt Bochum

Beispiele Stadtplanung, Raumplanung – Stadt Bochum



Bilder Stadt Bochum



Beispiele Stadtplanung, Raumplanung – Stadt Bochum



Bilder Stadt Bochum

WASSERWIRTSCHAFT IN URBANEN GEBIETEN IM FOKUS DES KLIMAWANDELS?

ZUNAHME VON STARKNIEDERSCHLÄGEN

Regionale Klimamodelle zeigen eine Zunahme von Starkniederschlagsereignissen in der Zukunft

DIE WIEDERKEHRZEITEN SIND VERSCHOBEN

Niederschlagsmengen von Dauer x mit einer Wiederkehrzeit von $T = 100a$ haben in der Zukunft eine Wiederkehrzeit von $T = 50a$ ($T = 5a \rightarrow T = 3a$).

DIE KLIMAMODELLE SIND MIT UNSICHERHEITEN BEHAFTET

Untersuchungen haben gezeigt, dass die Prognosen für die Zukunft mit Unsicherheiten behaftet sind

WAS NUN?

KLIMAWANDEL MACHT ÜBERFLUTUNGSRISIKO- MANAGEMENT ZUR PFLICHT

Urbane Gebiete sind nicht
gegen Starkniederschläge
ausreichend geschützt (Pluviale
Überflutungen).

PARADIGMENWECHSEL
ERFORDERLICH

**Von Sicherheitsdenken hin
zum Risikodenken.**

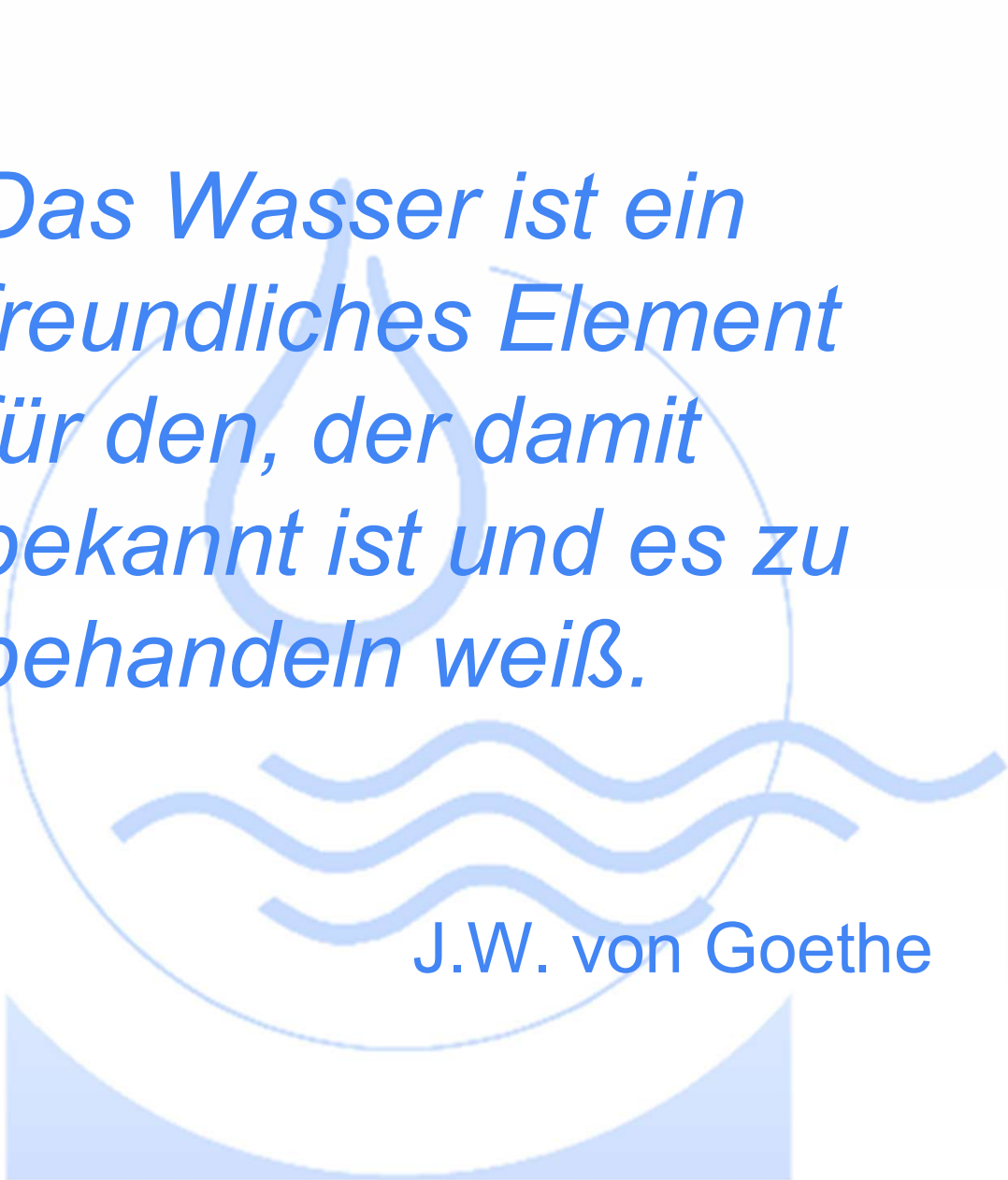
Vielen Dank

Ioannis Papadakis

Kaiser Otto Platz 13
45276 Essen
Tel.: +49 (201) 8589097-9
Mobil: +49 (170) 2134852

www.drpapadakis.de

hydrologia@drpapadakis.de



*Das Wasser ist ein
freundliches Element
für den, der damit
bekannt ist und es zu
behandeln weiß.*

J.W. von Goethe

Appenix

Appendix

- **A2 (Autark/Regional):**

- **Weltbild:** Stark fragmentierte Welt mit unabhängig agierenden Nationen.
- **Wirtschaft:** Regional orientiert, weniger globalisiert.
- **Bevölkerung:** Kontinuierlich wachsende Bevölkerung.
- **Emissionen:** Hohe Emissionen, die erst im späteren 21. Jahrhundert verlangsamt oder umgekehrt werden.

- **A1B (Ausgewogen/Mittelweg):**

- **Weltbild:** Globale Welt mit schnellem Wirtschaftswachstum und technologischem Fortschritt.
- **Energie:** Eine Mischung verschiedener Energiequellen (B-Komponente: ausgeglichene Nutzung fossiler und nicht-fossiler Energien).
- **Klima:** Führt zu einer Erwärmung von etwa 2,8°C bis zum Ende des Jahrhunderts (im 4. IPCC-Bericht).

- **B1 (Nachhaltig/Global):**

- **Weltbild:** Welt mit globaler Kooperation und Fokus auf Nachhaltigkeit.
- **Wirtschaft/Technologie:** Schneller Übergang zu einer Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft, mit Fokus auf – Umweltschutz (ähnlich A1, aber nachhaltiger).
- **Emissionen:** Steigende Emissionen in der ersten Hälfte des Jahrhunderts, die dann aber stark zurückgehen, –ähnlich wie A1B in der zweiten Hälfte.

Appendix

RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways) sind standardisierte Pfade zukünftiger Treibhausgaskonzentrationen, die vom Weltklimarat (IPCC) für die Klimamodellierung entwickelt wurden und den zusätzlichen Strahlungsantrieb (Wärmeaufnahme) in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) bis 2100 definieren, um die Auswirkungen auf Klima wie Temperatur und Niederschlag zu simulieren. Sie reichen von strengem Klimaschutz (z. B. **RCP2.6**, wo der Antrieb sinkt) bis zu "Weiter-wie-bisher"-Szenarien (z. B. **RCP8.5**, mit stark steigenden Emissionen und einem Antrieb von $8,5 \text{ W/m}^2$), und bilden die Grundlage für wissenschaftliche Klimaprojektionen.

Appendix

Was sind RCPs?

Bedeutung: Repräsentative Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways).

Zweck: Sie legen fest, wie sich die Konzentrationen von Treibhausgasen (wie CO_2 -Äquivalenten) in der Atmosphäre entwickeln werden.

Fokus: Die Szenarien sind nach dem zusätzlichen Strahlungsantrieb in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) benannt, der bis 2100 gegenüber der vorindustriellen Zeit erreicht wird.

Appendix

Wichtige RCP-Szenarien

RCP2.6: Ein starker Klimaschutz-Pfad, bei dem der Strahlungsantrieb zunächst ansteigt und dann bis 2100 auf $2,6 \text{ W/m}^2$ abfällt.

RCP4.5: Ein moderater Pfad, bei dem die Konzentrationen stabilisieren und der Strahlungsantrieb $4,5 \text{ W/m}^2$ erreicht.

RCP8.5: Ein Hochemissions-Szenario („Weiter-wie-bisher“), das kontinuierlich steigende Emissionen und einen Strahlungsantrieb von $8,5 \text{ W/m}^2$ (oder mehr) bis 2100 annimmt.