

# Auswirkungen des Klimawandels auf den regionalen Wasserkreislauf und die Infrastruktur der Region

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp  
Institut für Siedlungswasserwirtschaft  
Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen



Auftaktveranstaltung des BMBF-Verbundprojekts *DynAKlim*  
4. Dezember 2009, LVR-Industriemuseum Oberhausen



## Gliederung

### Auswirkungen des Klimawandels

- Klimawandel in der Region
- Auswirkungen auf den Wasserkreislauf

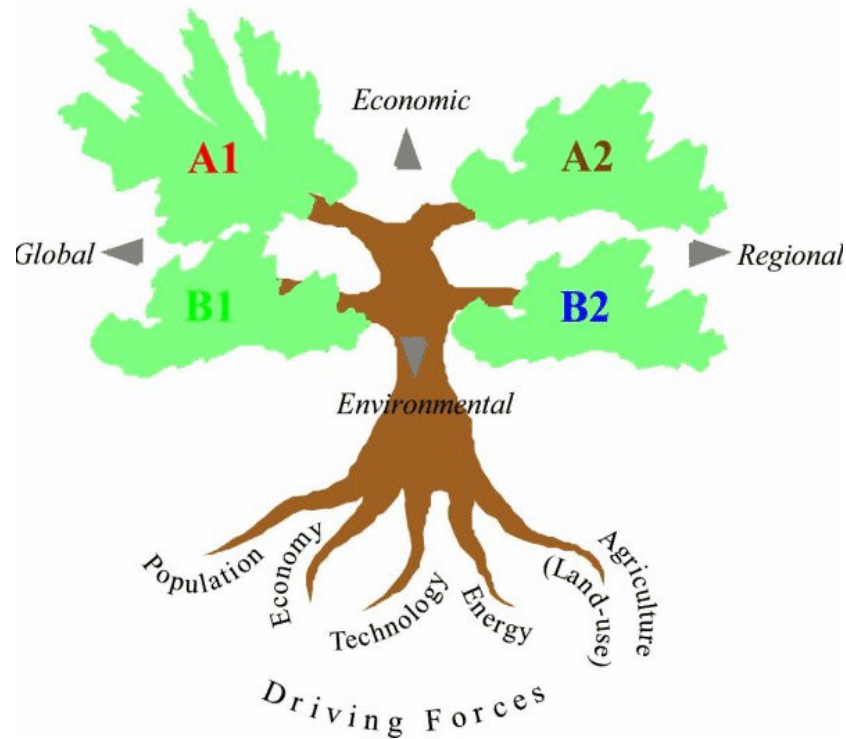
### Erfordernis für

- eine anpassungsfähige, nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung
- eine anpassungsfähige Siedlungswasserwirtschaft
- Lösungen für eine sichere Trinkwasserversorgung
- nachhaltige urbane Grundwasserbewirtschaftung
- neue Ansätze zum Management konkurrierender WasserNutzungen
- einen Handlungsleitfaden zur Verbesserung des Stadtklimas

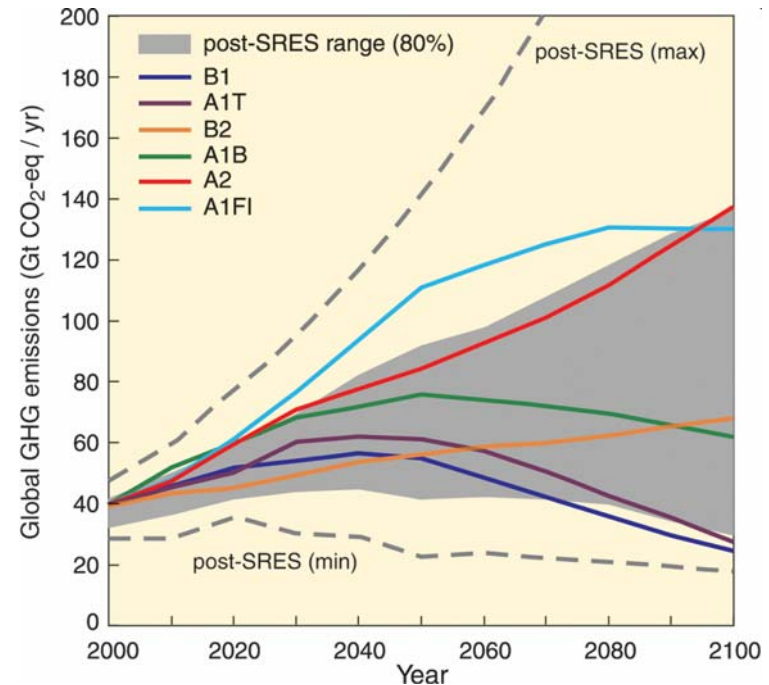
# Grundlagen der Klimamodellierungen

## IPCC Emissionsszenarien – die Welt im Wandel

IPCC Szenarien



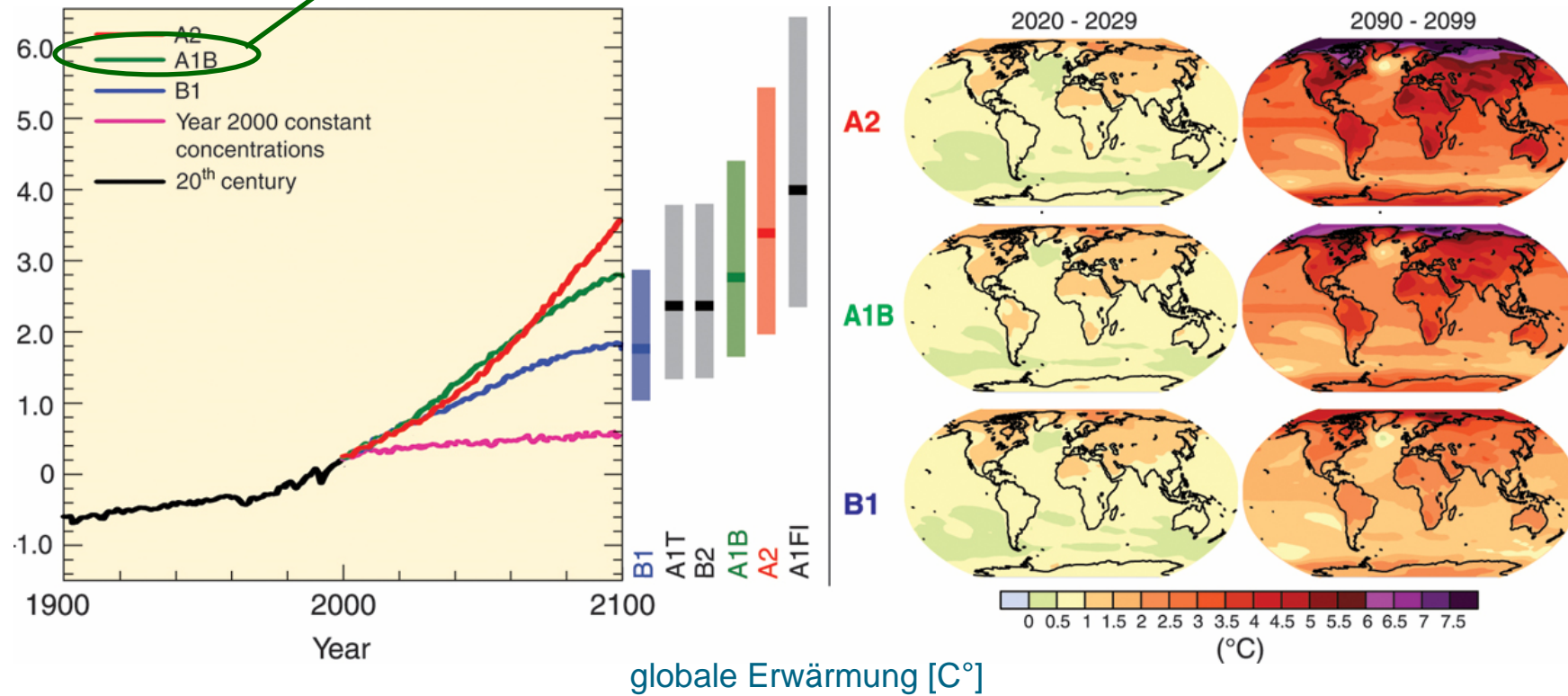
CO2 Emissionen (CO2 Equivalent)



# IPCC Weltklimabericht 2007

## Globale Erderwärmung

Szenario **A1B** als Grundlage der weiteren Untersuchungen im Forschungsvorhaben DynAKlim



## Projizierte Klimaveränderungen in NRW

Temperatur und Niederschlag und deren Veränderungen nach den Modellen Cosmo CLM und STAR

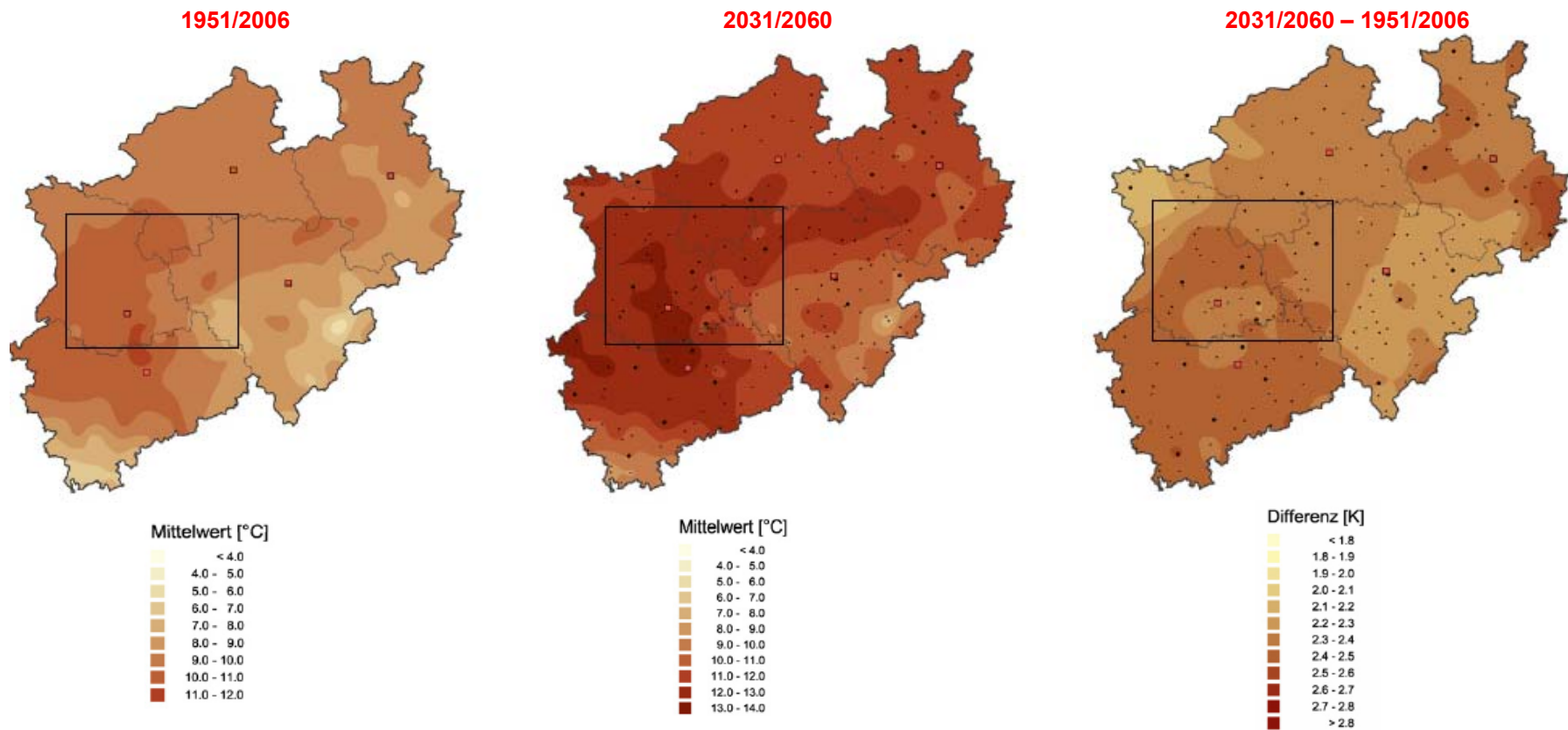
Klima-modell	T [°C] 1961 - 1990	T [°C] 2031 - 2060	$\Delta T$ [°C]	N [mm] 1961 - 1990	N [mm] 2031 - 2060	$\Delta N$ [%]
<b>CLM</b>	8,5	9,9	+ 1,4	1089	1120	+ 3 %
<b>STAR trocken</b>	8,9	11,2	+ 2,2	911	887	- 3 %
<b>STAR mittel</b>	8,9	11,3	+ 2,3	911	1007	+ 10 %
<b>STAR feucht</b>	8,9	11,3	+ 2,3	911	1063	+ 17 %

T Jahresdurchschnittstemperatur  
N Jahresniederschlagssumme

Kropp et al. 2009, Klimawandel in Nordrhein-Westfalen

# Projizierte Klimaveränderungen in NRW

## Temperaturveränderungen nach dem Modell STAR II



Gerstengarbe 2009, Klimawandel in Ballungsräumen - das Beispiel Ruhrgebiet

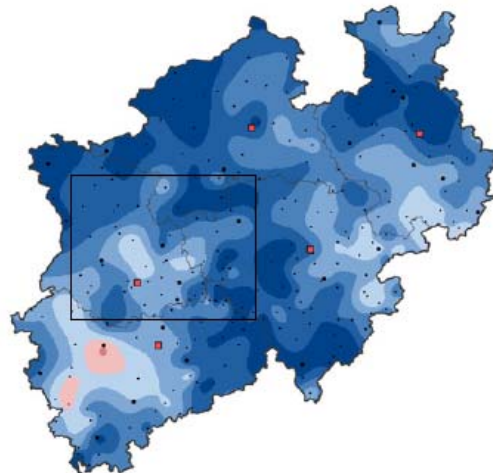
DynAKlim – Dynamische Anpassung regionaler Planungs- und Entwicklungsprozesse an die Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region (Ruhrgebiet)

# Projizierte Klimaveränderungen in NRW

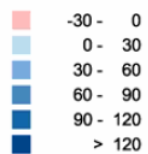
## Niederschlagsprognosen nach dem Modell STAR II

**Jahresniederschlag**

2031/2060 – 1951/2006

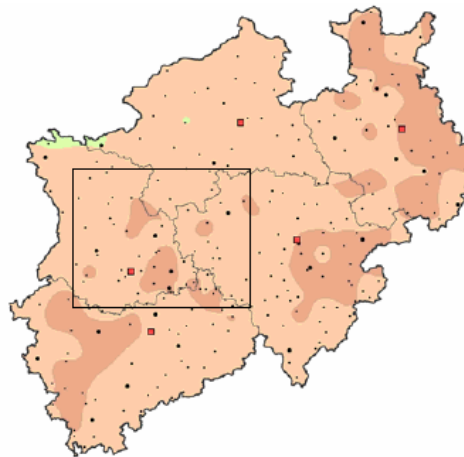


Differenz [mm]

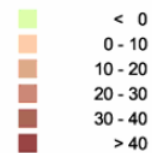


**Trockentage <1mm**

2031/2060 – 1951/2006

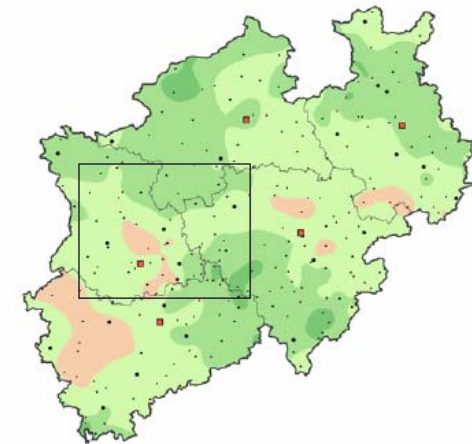


Differenz [Tage]

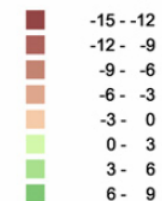


**Tage mit Niederschlag >10 mm**

2031/2060 – 1951/2006



Differenz [Tage]

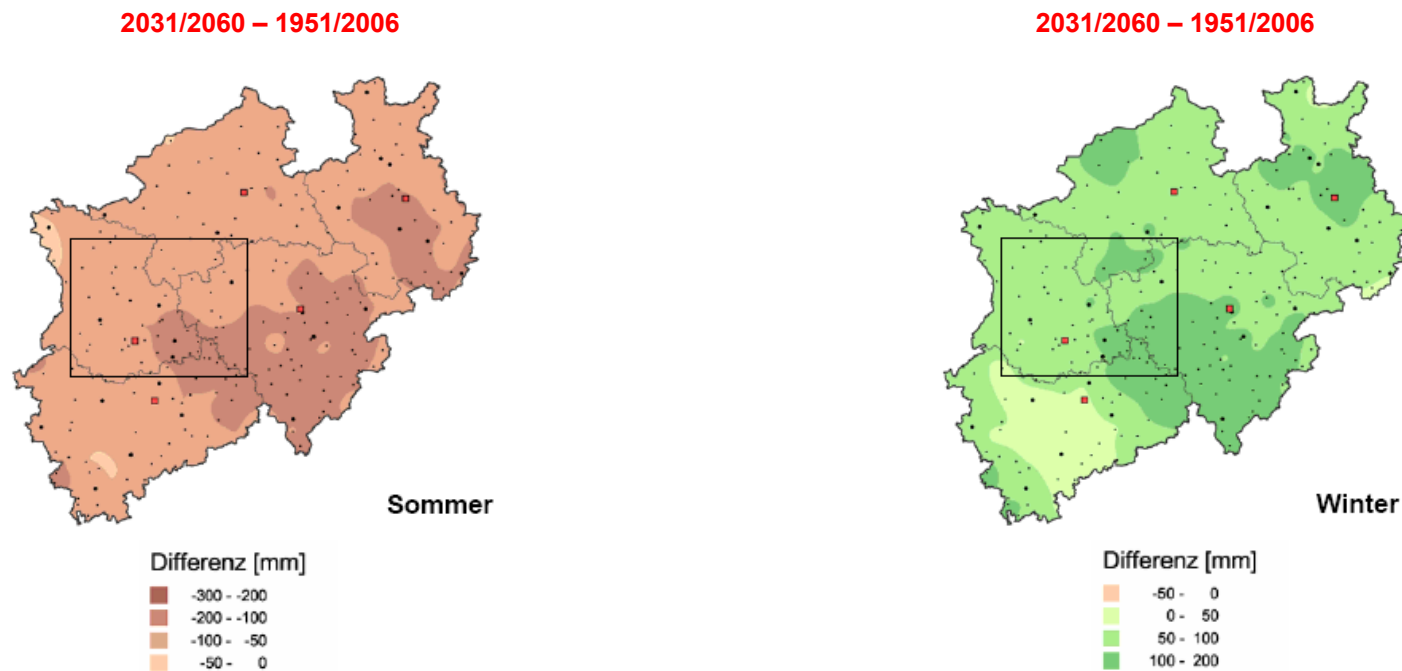


Gerstengarbe 2009, Klimawandel in Ballungsräumen - das Beispiel Ruhrgebiet

## Projizierte Klimaveränderungen in NRW

Verschiebung der Wasserbilanz nach dem Modell STAR II

Reduzierung im Sommer – Zunahme im Winter



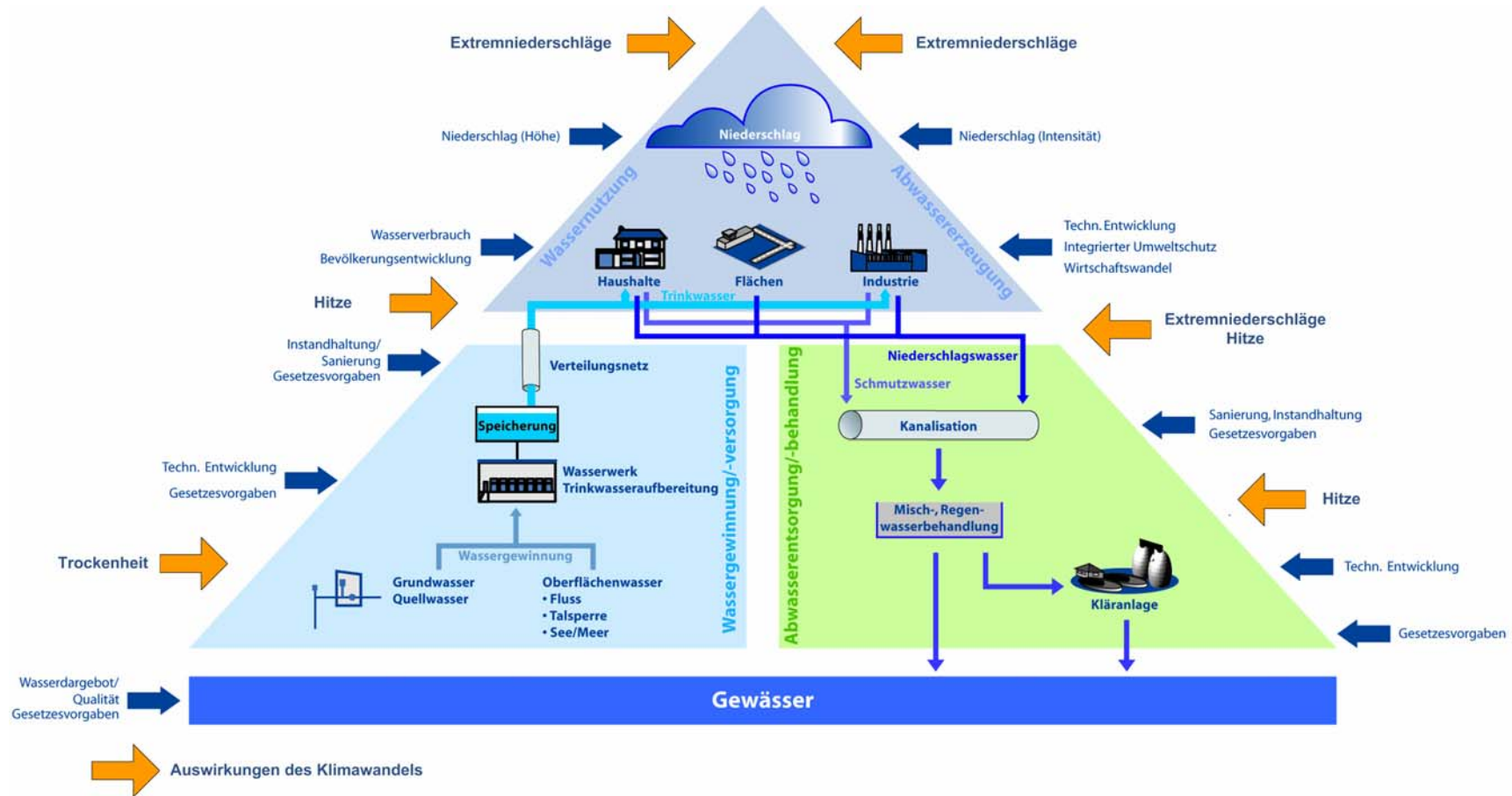
Gerstengarbe 2009, Klimawandel in Ballungsräumen - das Beispiel Ruhrgebiet

DynAKlim – Dynamische Anpassung regionaler Planungs- und Entwicklungsprozesse an die Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region (Ruhrgebiet)

## Mögliche Folgen des Klimawandels

- Steigende Hochwassergefahren im Winter und Frühjahr
- Überlastung von Kanalnetzen bei vermehrten Starkregen
- Reduzierung des Wasserdargebots in trockenen Sommern und vermehrt Niedrigwasserführung in den Gewässern
- Veränderte Grundwasserspiegel mit möglichen Folgen für die Trinkwasserversorgung
- Schäden durch häufigere Stürme
- Beeinträchtigung von Erträgen in der Land- und Forstwirtschaft durch Zunahme von Trockenperioden im Sommer
- Zunahme von Erkrankungen durch Hitzebelastungen
- .....

# Einflüsse des Klimawandels auf den Wasserkreislauf



Quelle: Langfristige Trends - Wasser und Abwasser 2030, FiW, IWW, Prognos, 2009 (Darstellung ergänzt)

## Auswirkungen des Klimawandels auf die Städte

- Zunahme von Gebäude- und Umweltschäden durch Sturzfluten und Überschwemmungen
- Beeinträchtigungen in Trockenperioden
- Nutzungseinschränkungen von Infrastruktur
- Siedlungen besonders exponiert
  - hohes Schadenspotential
  - intensive Raumnutzungskonkurrenz
  - geringe Anpassungskapazitäten
- Problemverschärfung durch Nachverdichtung



dpa, 2008

## Veranlassung der Untersuchungen

- Steigende Belastung von Kanalisation und Regenbecken als mögliche Folge des Klimawandels

## Untersuchungen zur nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung mit folgenden Schwerpunkten:

- nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung dort, wo der Niederschlag fällt
- Vermeidung von Niederschlagswasserabflüssen
- Versickerung, dezentrale Speicherung oder oberflächliche Ableitung von Niederschlagswasserabflüssen

## Auswirkungen längerer Trockenwetterperioden auf das Entwässerungssystem

### Anstieg der Ablagerungsmengen in der Kanalisation

- Gefahr des Austrags durch Regenentlastungsanlagen
- Anstieg der Abwassertemperatur
- Geruchsbelästigung

### Rückgang der Fremdwassermengen

### Überlagerung mit

- demografischem Wandel und
- Rückgang des Trinkwasserverbrauchs



## Auswirkungen des Klimawandels auf den Prozess der Abwassereinigung

Erhöhung der Abwassertemperatur

Niedrigwasser in den Vorflutern

- und angepasste Ablaufanforderungen

Hochwasser in den Vorflutern

- und angepasster Hochwasserschutz



EmscherGenossenschaft, KA Dortmund Deusen

## Begrenzung der Auswirkungen des Klimawandels

Treibhausgasemissionen in Abwasserreinigungsanlagen

## Veranlassung der Untersuchungen

- Kanalnetz und Kläranlage werden für lange Nutzungsdauern ausgelegt (bis zu 100a)
- unflexible Bemessungsregeln und statische Bemessungsansätze
- starre Betriebsansätze

## Untersuchungen für eine anpassungsfähige Siedlungswasserwirtschaft mit folgenden Schwerpunkten:

- Identifikation der Defizite
- Modellierung der Auswirkungen für Trinkwasserversorgung, Abwasserableitung und Abwasserreinigung
- Entwicklung anpassungsfähiger, flexibler Konzepte
- Untersuchung der Möglichkeiten zur Abwassernutzung

## Auswirkungen in Wassereinzugsgebieten

### Temperaturanstieg

- Verringerung der Rohwasserneubildung
- steigende Rohwassertemperaturen
- modifizierte Stoffumsatzprozesse und veränderte Biozönosen

### Dürren, verlängerte Trockenperioden

- ausbleibende / verringerte Rohwasserneubildung
- extreme Niedrigwasserführung
- erhöhte Rohwassertemperaturen
- modifizierte Stoffumsatzprozesse

### Hochwasser

- erhöhter schlagartiger Stoffeintrag
- erhöhte bakteriologische Belastung

RWW-Ruhrwasserwerk Mülheim-Styrum



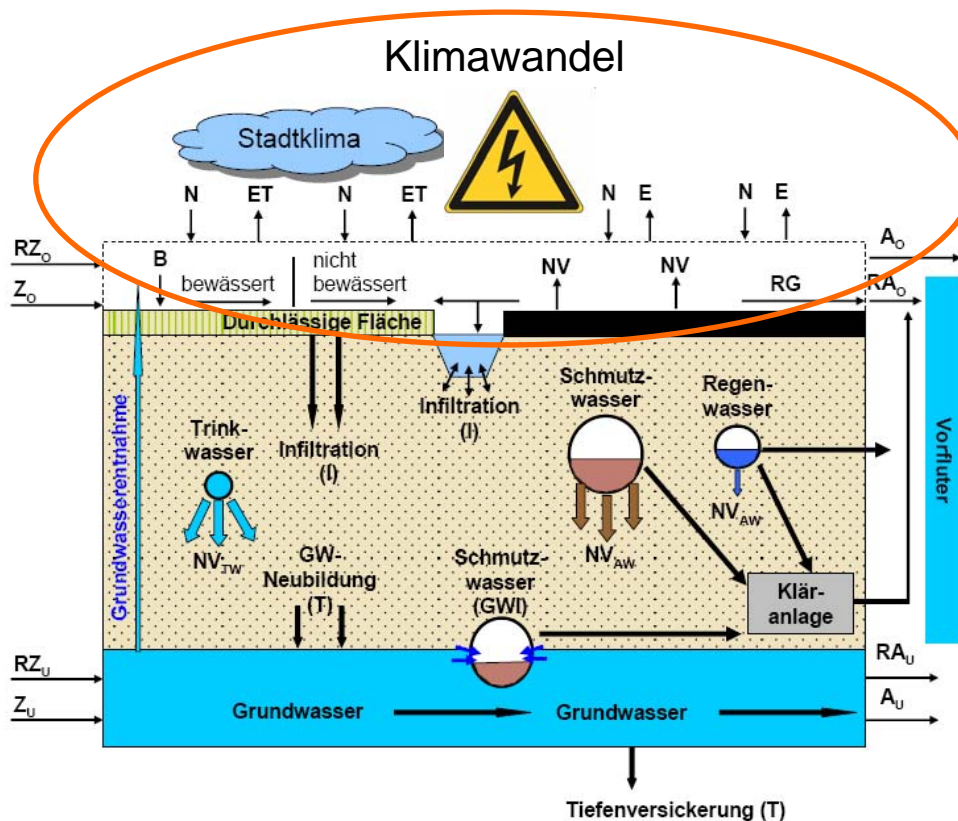
## Veranlassung der Untersuchungen

- Längere Hitze- und Trockenperioden können zukünftig die Trinkwasserversorgung beeinflussen
- Verschärfende Nutzungskonkurrenzen bei reduziertem Wasserdargebot
- Hochwassergefährdung von Trinkwasseraufbereitungsanlagen

## Untersuchungen zu Lösungen für eine sichere Trinkwasserversorgung mit folgenden Schwerpunkten:

- Identifikation zukünftiger Anforderungen
- Entwicklung flexibler und anpassungsfähiger Technologiekonzepte
- Erprobung von Betriebs- und Technologiealternativen

## Wasserhaushaltsgrößen im urbanen Raum Beeinflussungen der Eingangsgrößen



mit:

$A_o/A_u$  = künstliche Ableitungen (ober-/unterirdisch)

B = Bewässerung

GWE = Grundwasserentnahme in Brunnen

GWI = Grundwasserinfiltration in den Kanal

I = Infiltration

E/ET = Evaporation, Evapotranspiration

N = Niederschlag

NV = Nutzungsverluste

$NV_{TW}$  = Netzverluste Trinkwasser

$NV_{AB}$  = Netzverluste Abwasser

$RA_o/RA_u$  = Abfluss aus Bilanzgebiet (ober-/unterirdisch)

RG = Gesamtabfluss aus Niederschlägen

$RZ_o/RZ_u$  = Zufluss zum Bilanzgebiet (ober-/unterirdisch)

T = Tiefenversickerung, Grundwasserneubildung

$Z_o/Z_u$  = künstliche Zuleitung (ober-/unterirdisch)

Quelle: Klinger, 2007

## Veranlassung der Untersuchungen

- Steigende Grundwasserneubildung infolge höherer Winterniederschläge
- zunehmende Versickerung von Niederschlagswasser
- Abdichtung der öffentlichen und privaten Kanalisation

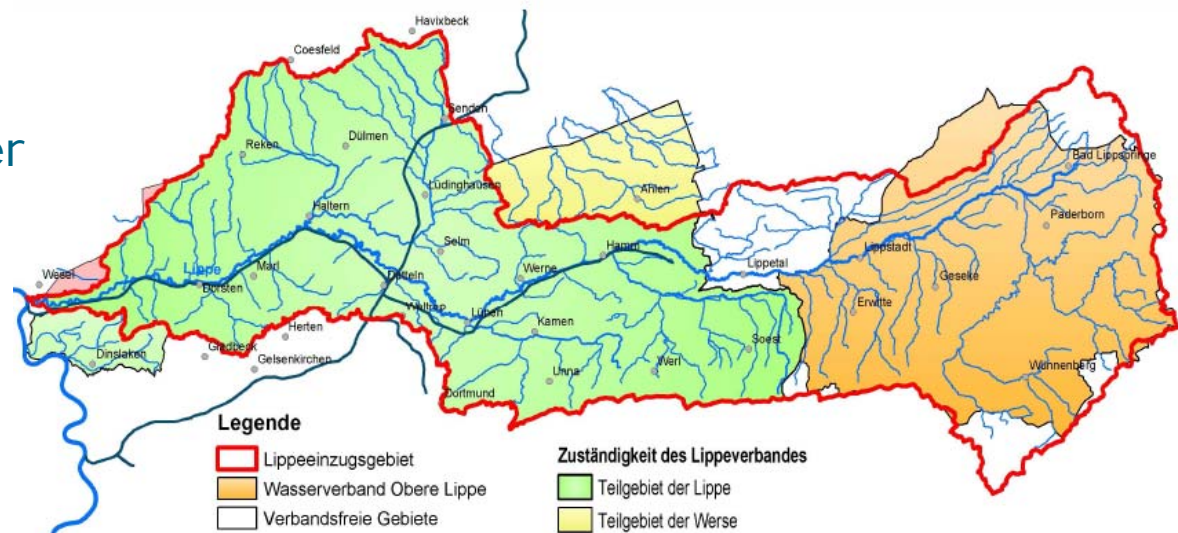
## Untersuchungen zur Grundwasserbewirtschaftung im urbanen Raum mit folgenden Schwerpunkten:

- zukünftige Entwicklung der Niederschläge
- zukünftige Entwicklung der instationären Grundwasserneubildung
- Maßnahmen bzw. Maßnahmenkonzepten zur zukünftigen Grundwasserbewirtschaftung
- Entwicklung der Stoffausbreitung im Grundwasser und in Oberflächengewässern

## Konkurrierende Nutzungen

### Niedrigwasserführung im Gewässer

- Trinkwassergewinnung
- Bewässerung
- Abwassereinleitungen
- Kühl- und Brauchwasser
- Schifffahrt
- Freizeit



LIPPE

Lippeverband, Lippeeinzugsgebiet

## Veranlassung der Untersuchungen

- erheblicher Rückgang der verfügbaren Mengen an Grund- und Oberflächenwasser nach langen Trockenperioden (Bsp. Lippe)
- Verschärfung bestehender Nutzungskonkurrenzen
- Vermehrte Nutzungskonflikte

## Untersuchungen zum Management konkurrierender Wassernutzungen mit folgenden Schwerpunkten:

- Analyse der Stakeholder und Initiierung eines Netzwerks der Wassernutzer
- Ermittlung der Nutzeranforderungen und Konfliktpotentiale
- Entwicklung von Nutzungs- und Konfliktszenarien
- Erarbeitung von Managementstrategien

## Einflussfaktoren für das Stadtklima

### Bebauung

- Beschattung
- Luftaustausch mit der Umgebung
- Oberflächenrauheit

### fehlende Vegetation

- reduzierte Verdunstungsraten
- Beschattung

### Versiegelung

- schneller Abfluss von Niederschlag
- reduzierte Abkühlung nach Regenereignissen

### Abwärme

- Aufheizung der Umgebung



Städtische Überwärmung (rot)

## Veranlassung der Untersuchungen

- Überwärmung und Wärmebelastung in den Städten durch Bebauung, Versiegelung sowie geringem Vegetationsbestand
- Zusätzliche Wärmebelastung durch den Klimawandel

## Untersuchungen zur Grundwasserbewirtschaftung im urbanen Raum mit folgenden Schwerpunkten:

- Vergleichende Messung und Modellierung der Lufttemperatur und der Verdunstung in trockenen und gut wasserversorgten Stadtquartieren
- Ermittlung der aktuellen Situation
- Abschätzung des Stadtklimas unter Einfluss der globalen Erwärmung
- Erstellung eines stadtklimatologischen Handlungsleitfadens

## Fazit:

- der Klimawandel beeinflusst zahlreiche Bereiche der wasserbezogenen Infrastruktur
- die betroffenen Bereiche sind
  - die Regenwasserbewirtschaftung und die Ableitung von Niederschlagswasserabflüssen
  - die Siedlungswasserwirtschaft
  - die Trinkwasserversorgung
  - die Grundwasserbewirtschaftung
  - konkurrierende Wassernutzungen
  - und das Stadtklima
- Für eine erfolgreiche Anpassung sind neben der Entwicklung technischer Anpassungskonzepte neue Strategien zur Organisation und Finanzierung wasserwirtschaftlicher Dienstleitungen gefordert

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**