

# DIE WASSERSENSIBLE STADT

## BEDEUTUNG UND MÖGLICHKEITEN IM ZEICHEN DES KLIMAWANDELS



Gebäudegrün & blau-grüne klimaangepasstes Schwammstadt  
Beschattung Erholungsräume Bauen

Dr. Astrid Schamber, Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, 26.05.2023

# Funktion und Wirkung der wassersensiblen Siedlungsentwicklung

## 1) **Wasserhaushalt**

Versickerung. Speicherung. Verdunstung.

## 2) **Sicherheit**

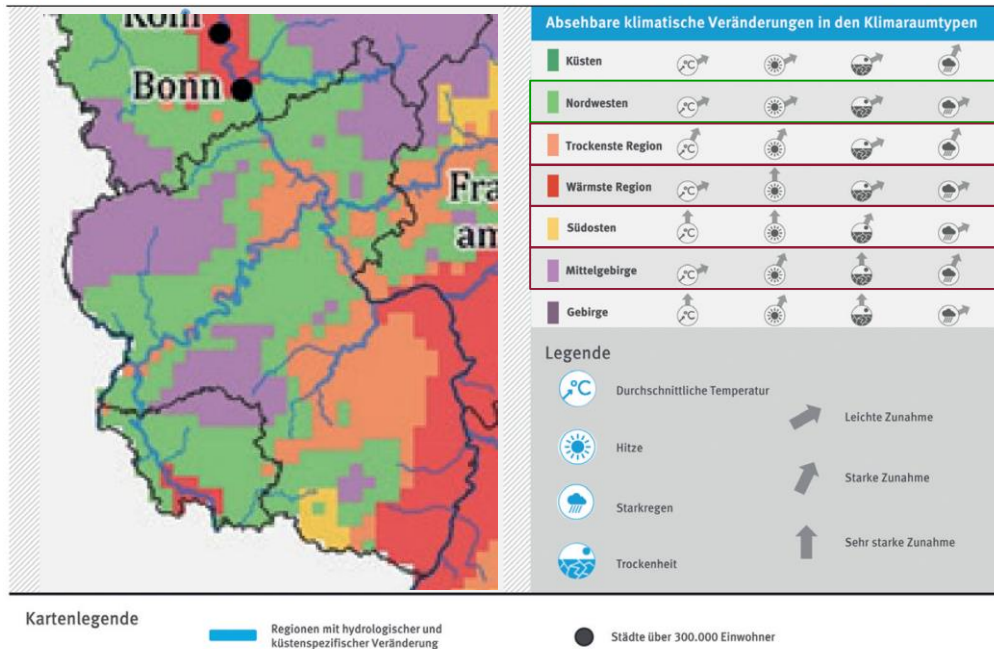
Notentwässerung. Retention.

## 3) **Nachhaltigkeit**

Verbesserung der Ökologie und Lebensqualität.

# Veränderung von Klimaparametern

Klimaraumtypen in Deutschland und die jeweiligen absehbaren klimatischen Veränderungen bis zur Mitte des Jahrhunderts

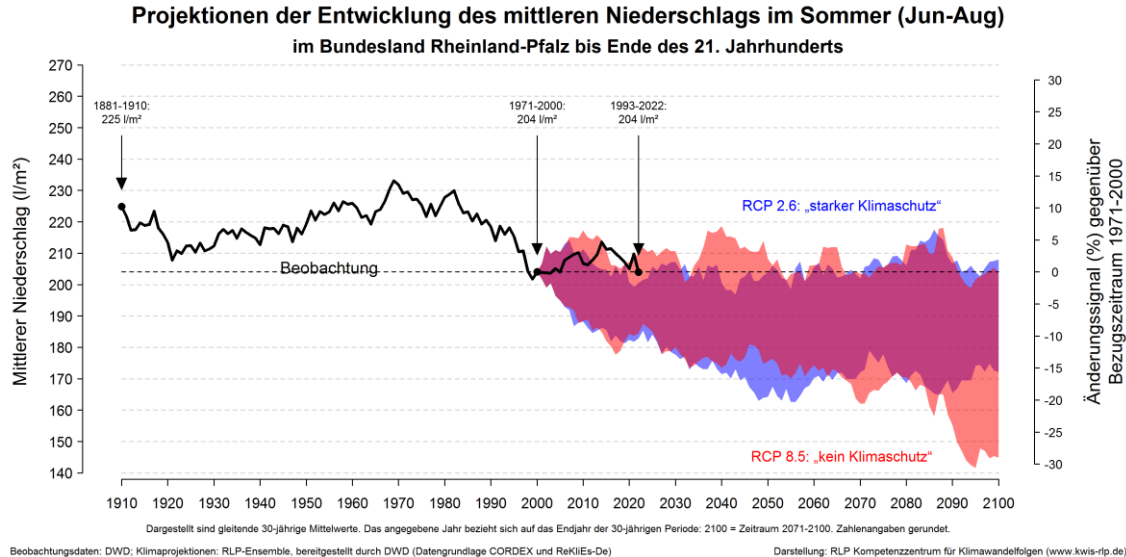


In Rheinland-Pfalz:

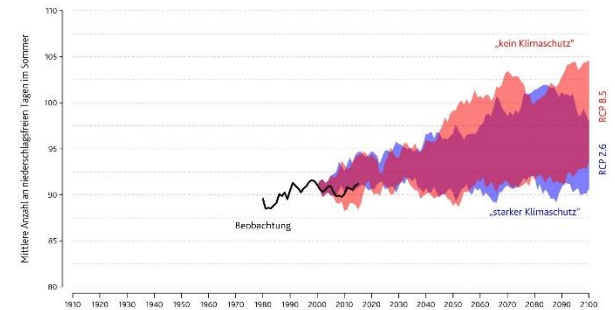
**Starke und sehr starke Zunahmen bei allen Klimaparametern!**

Datengrundlage: Klimadaten: Deutscher Wetterdienst, Klimaraumtypen: Eurac Research, Verwaltungsgrenzen: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie Deutschland, Hydrologie: Joint Research Centre, Städte, Küstenlinie: EuroGeographics.

# Niederschlagsentwicklung im Sommer



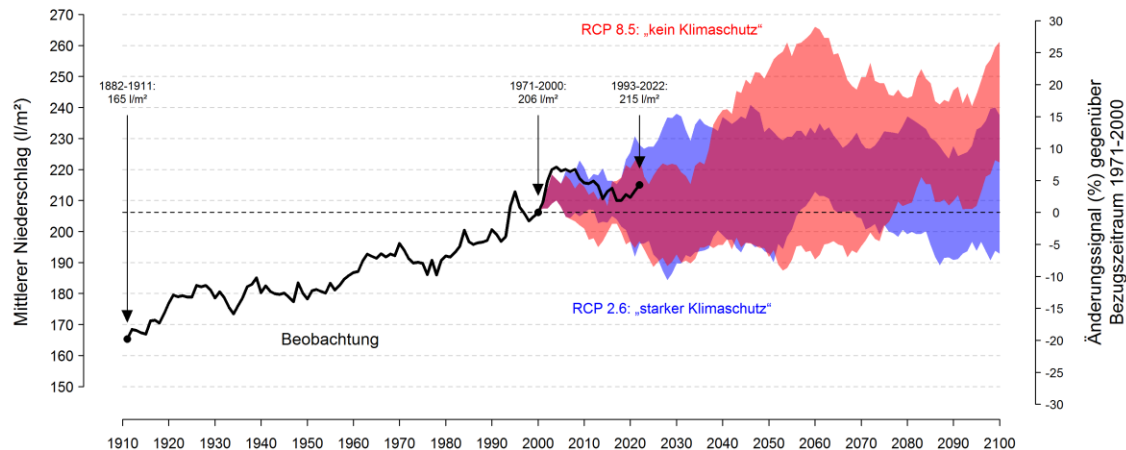
## Niederschlagsfreie Tage im Sommer



**+ höhere Verdunstung!**

# Niederschlagsentwicklung im Winter

Projektionen der Entwicklung des mittleren Niederschlags im Winter (Dez-Feb)  
im Bundesland Rheinland-Pfalz bis Ende des 21. Jahrhunderts



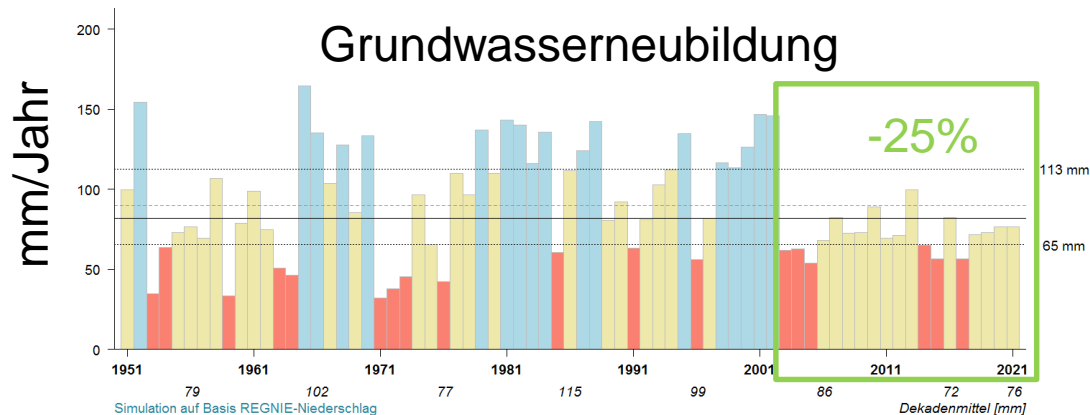
Beobachtungsdaten: DWD; Klimaprojektionen: RLP-Ensemble, bereitgestellt durch DWD (Datengrundlage CORDEX und ReKlEs-De)

Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (www.kwis-rlp.de)

RCP 2.6: Abnahme bis  
Zunahme möglich

RCP 8.5: bis 2070 sehr  
uneindeutig, dann  
Zunahme wahrscheinlich

# Grundwassermonitoring in Rheinland-Pfalz



**Im 21. Jahrhundert fehlen die Spitzen positiver Jahre!**

Mögliche Gründe:

Verlängerte Vegetationsperiode und trockenere Böden.

Der Bodenspeicher muss erst wieder aufgefüllt werden, bevor Grundwasserneubildung stattfinden kann.

**Der Klimawandel erhöht das Risiko für Dürreextreme.**

# Starkniederschlagsereignisse werden wahrscheinlicher – und sind überall möglich!

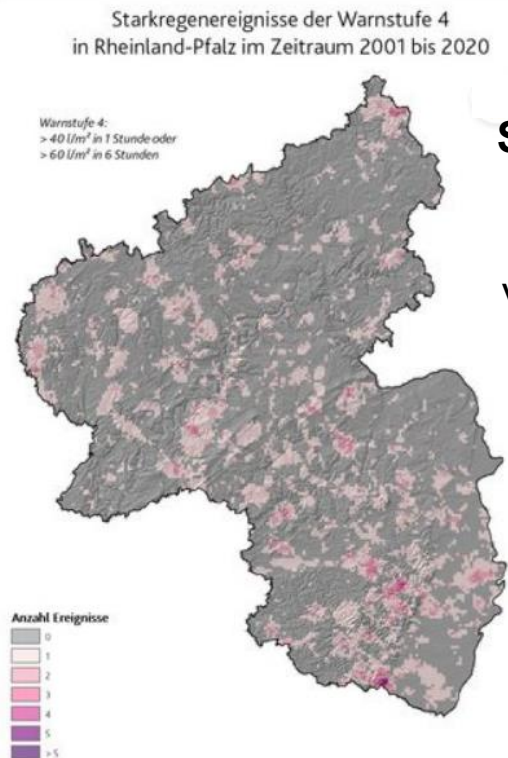


## Vergleich mit einer 1,2 Grad kühleren Welt:

- Der Klimawandel hat die **Intensität des maximalen Tagesniederschlags** während der Sommersaison in der Gesamtregion **um etwa 3 bis 19 % erhöht**.
- Die **Wahrscheinlichkeit, dass ein solches Ereignis eintritt**, hat sich für ein 1-Tages-Ereignis in der Großregion **um einen Faktor zwischen 1,2 und 9 erhöht**.



Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021

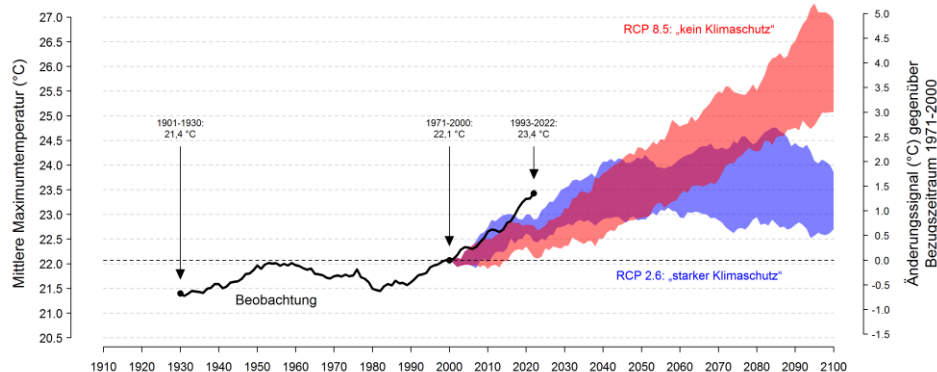


Datenquelle: RADOLAN reproc v2017002, Deutscher Wetterdienst  
Datenaufbereitung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

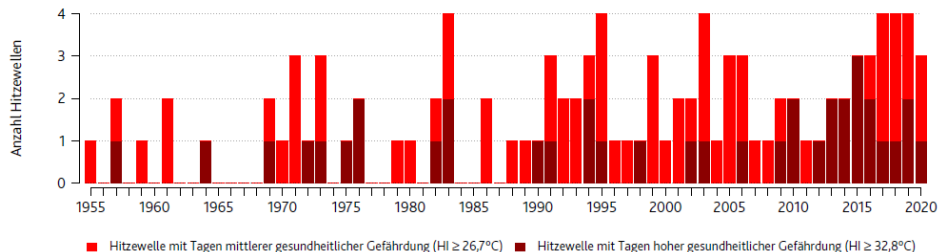
**Extreme Starkniederschläge** können meist unabhängig von der Topographie **überall auftreten!**

# Entwicklung der Maximaltemperaturen

Projektionen der Entwicklung der mittleren Maximumtemperatur im Sommer (Jun-Aug)  
im Bundesland Rheinland-Pfalz bis Ende des 21. Jahrhunderts



Dargestellt sind gleitende 30-jährige Mittelwerte. Das angegebene Jahr bezieht sich auf das Endjahr der 30-jährigen Periode: 2100 = Zeitraum 2071-2100. Zahlenangaben gerundet.  
 Beobachtungsdaten: DWD, Klimaprojektionen: RLP-Ensemble, bereitgestellt durch DWD (Datengrundlage CORDEX und ReKIES-De) Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen (www.kwis-rlp.de)



Daten: DWD, Klimastation Trier-Petrisberg. Darstellung: RLP Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen

Maximaltemperaturen steigen überdurchschnittlich!

Bereits heute:  
Anstieg um 2 °C!

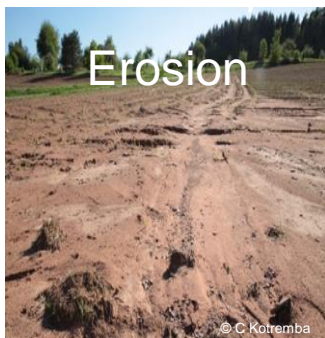
Deutlich über dem Korridor der Projektionen!

Zunehmende Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen  
(hier am Beispiel der Klimastation Trier-Petrisberg)

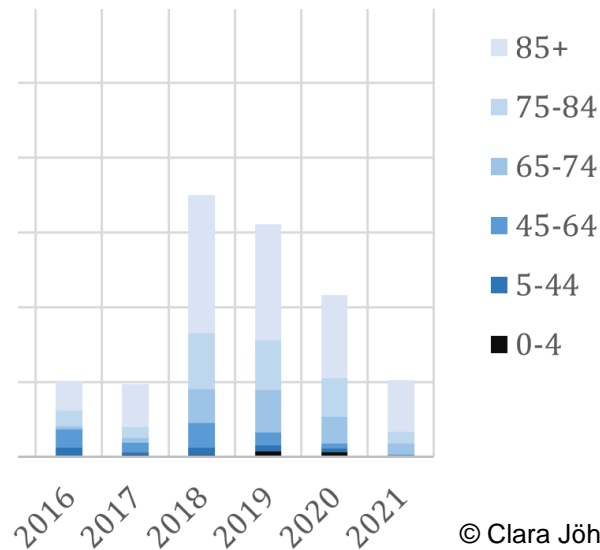


# Beispieljahr 2018

## zu viel Regen, zu wenig Regen, zu heiß ...



### Hitzebedingte Übersterblichkeit



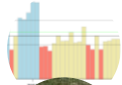
© Clara Jöhnk

### Lösung:

Vorhandenes Wasser durch integrierte Ansätze nutzbringend einsetzen!

# Wassersensible Siedlung für Wasserhaushalt, Sicherheit, Nachhaltigkeit

Wasserhh.



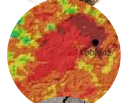
Grundwasserbildung durch Reinigung - Versickerung  
Speicherung und Verdunstung



Sicherheit



Starkregenvorsorge: Notentwässerung, Retention



Hitzevorsorge: Kühlung durch Verdunstung, Wärmetauscher



Dürrevorsorge: Trinkwassersicherung, Löschwasser, Gießwasser

Nachhaltigk.



Ökologie: Biodiversitätserhalt



Lebensqualität: Schadstoffbindung, Beschattung, Kühlung,  
psychisches Wohlbefinden

# Ebenen der Regenwasserbewirtschaftung

## Maßnahmensteckbriefe der Regenwasserbewirtschaftung

### Gebäude- und Grundstücksebene:

1. Dachbegrünung
2. Fassaden- und Wandbegrünung
3. Regenwassernutzung als Betriebswasser
4. Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung

### Quartiersebene:

5. Teilversiegelte Oberflächenbefestigungen
6. Mulden- und Flächenversickerung
7. Schacht- und Rigolenversickerung
8. Kombinierte Versickerungssysteme
9. künstliche Wasserflächen
10. Dezentrale Regenwasserbehandlung

### Kanaleinzugsgebietsebene:

11. Regenklärbecken und Schrägkläreranlagen
12. Retentionsbodenfilter
13. Regenrückhaltebecken
14. Rückhalt und Reinigung im Mischsystem



Projekt KURAS: Konzepte für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme  
<http://kuras-projekt.de/downloads/erzeugnisse-regenwasserbewirtschaftung>



# Durchdachtes Wassermanagement: Rückhalt & Speicherung, Bewässerung, Kühlung

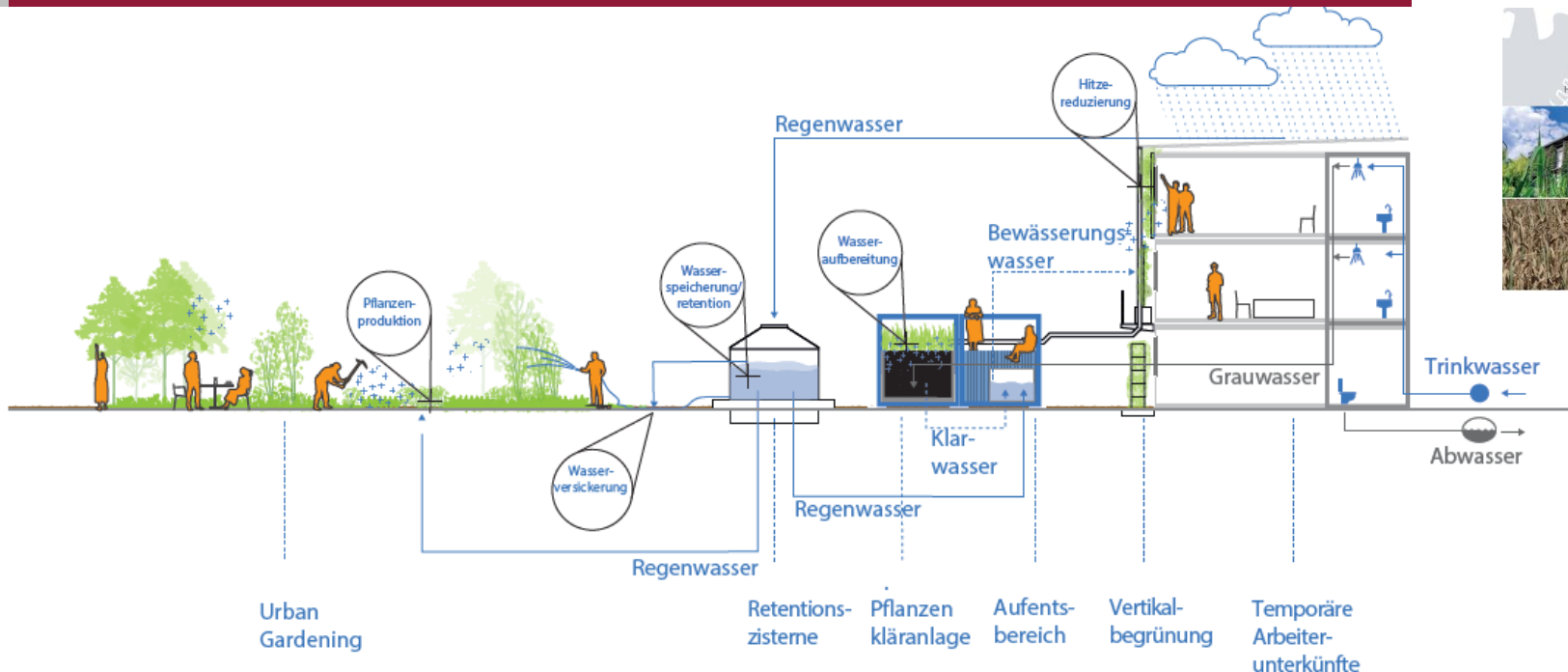
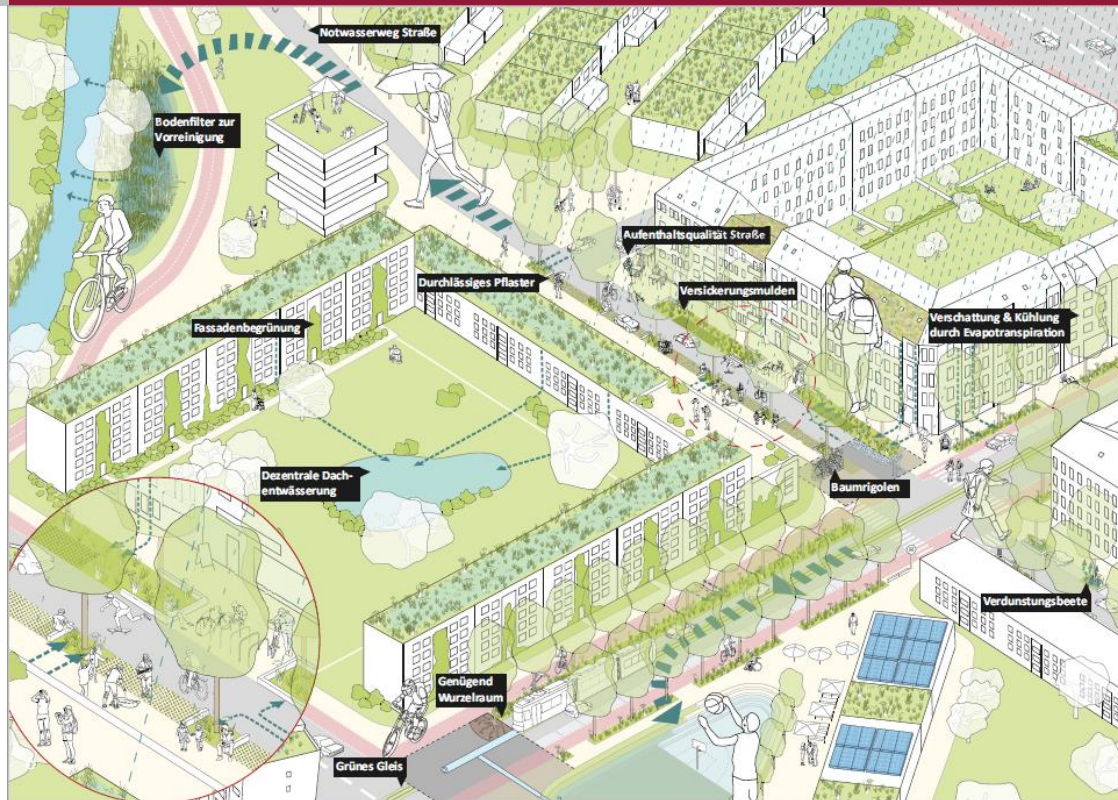


Abbildung 15: Funktionsschema Impulsprojekt Stuttgart – Wirkungen und Wasserfluss. Quelle: gta



# BlueGreenStreets als „multicodierte“ Strategie zur Klimafolgenanpassung



BlueGreenStreets als multicodierte Strategie zur Klimafolgenanpassung - Wissensstand 2020. 2020, Statusbericht im Rahmen der BMBF Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z)., 155.

## Blau-grüne Elemente zur

- Niederschlagsreinigung
- Notentwässerung
- Versickerung
- Kühlung
- Bewässerung
- ökologischen Aufwertung

# Elemente einer Schwammstadt



→ Abb. 5 Elemente der Schwammstadt

- |                             |                           |                           |               |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| 1 Wasserdurchlässige Beläge | 4 Feuchtbiotop            | 7 Notabflussweg           | 10 Gründach   |
| 2 Versickerungsmulden       | 5 Unterirdische Zisternen | 8 Rückhalt von Starkregen | 11 Tiefbeet   |
| 3 Kühlung durch Verdunstung | 6 Bewässerung von Bäumen  | 9 Fassadenbegrünung       | 12 Baumrigole |

Wassersensible Siedlungsentwicklung  
Empfehlungen für ein zukunftsfähiges  
und klimaangepasstes  
Regenwassermanagement in Bayern



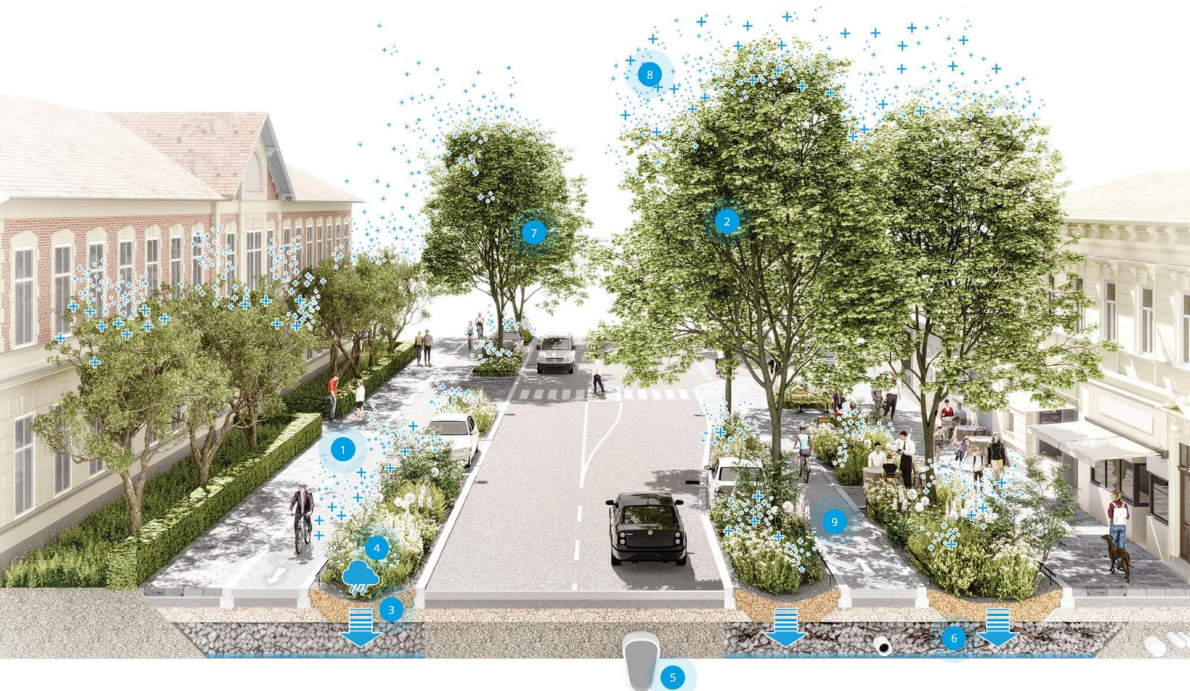
**Wassersensible  
Siedlungsentwicklung**

Empfehlungen für ein zukunftsfähiges und klimaangepasstes Regenwassermanagement in Bayern

Begriff „Schwammstadt“ © bgmr Landschaftsarchitekten, Berlin  
Wasser ist eine Ressource – für die Bewässerung, Biodiversität, Kühlung



# Straßen mit Zukunft – nur in Österreich?



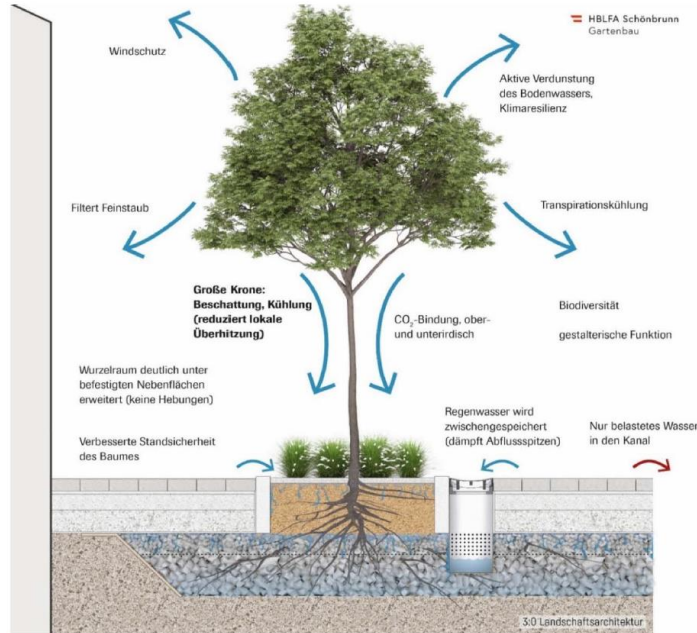
- 1: helle Oberflächen
- 2: Bäume kühlen und beschatten
- 3: Einleitung Starkregen in Speicherschicht
- 4: Bepflanzte Sickermulden reinigen Oberflächenwasser
- 5: Regenwasserrückhalt entlastet Straßenkanal
- 6: Zusätzlicher Wurzelraum für Straßenbäume in Speicherschicht
- 7: Feinstaubfilter Blätterdach
- 8: bis zu 200 l Verdunstungsleistung pro Baum und Tag

<https://www.cuulbox.at/>

# Wasserspeicher

= Leistung + langes Leben + geringe Pflege

## Was Bäume leisten



Vortrag von Daniel Zimmermann (3:0 Landschaftsarchitektur) im Rahmen der Veranstaltungsreihe des Klimabündnis und Bodenbündnis 2021:

## Neuer Raumbedarf für ein sich änderndes Klima

**Mehr Wurzelraum mit mehr Wasserspeicher sind notwendig zum Erhalt der Vitalität, Funktionen und Dienstleistungen der Bäume in der Stadt!**

([http://www.bodenbuendnis.org/fileadmin/user\\_upload/soil-alliance/Publikationen/Jahrestagungen/Online\\_Veranstaltungsreihe\\_\\_\\_Boden\\_und\\_Klima\\_\\_2021/Pr%C3%A4sentation\\_Die\\_Schwammstadt\\_f%C3%BCr\\_Stra%C3%9Fenb%C3%A4ume\\_\\_Daniel\\_Zimmermann\\_\\_30\\_Landschaftsarchitektur\\_Wien\\_April\\_2021\\_2\\_.pdf](http://www.bodenbuendnis.org/fileadmin/user_upload/soil-alliance/Publikationen/Jahrestagungen/Online_Veranstaltungsreihe___Boden_und_Klima__2021/Pr%C3%A4sentation_Die_Schwammstadt_f%C3%BCr_Stra%C3%9Fenb%C3%A4ume__Daniel_Zimmermann__30_Landschaftsarchitektur_Wien_April_2021_2_.pdf))



# Beispiel einer Verbesserung ohne großen Umbau

## AM BECKERKAMP – HAMBURG-BERGEDORF



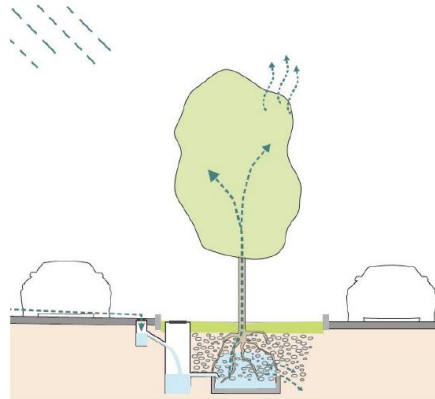
### Erkenntnisgewinn zur Nutzung von Baumrigolen an teilweise stark befahrenen Straßen durch Schadstoff-Monitoring

In Hamburg Bergedorf wird eine weitere Variante der Wasserverwendung erforscht. Dabei wird das anfallende Niederschlagswasser von einer Verbindungsstraße in einen Schacht geleitet und von dort aus den Bäumen auf dem Mittelstreifen zur Verfügung gestellt (siehe Abb. 90). Dafür musste an der eigentlichen Straßenentwässerung und der Neigung nichts verändert werden. Über einen Straßenablauf wird das Wasser in einen Drosselschacht geleitet, wo sich die Grobstoffe absetzen können. Von dort wird das Wasser zu den Baumscheiben geleitet und unterirdisch über Drainageleitungen dem Wurzelraum zugeführt. Dieser ist nach unten abgedichtet und kann somit das Wasser über einen längeren Zeitraum speichern. Ein Notüberlauf ist durch einen zusätzlichen Anschluss des Straßenablaufs an die Kanalisation gewährleistet (in Abb. 90 nicht dargestellt). Ob und wenn ja, welche stofflichen Belastungen aus dem Niederschlagswasser von der Straße anfallen und welche Auswirkungen das auf die Bäume und den Grundwasserzufluss hat, wird durch ein Monitoring erforscht. Die Messtechnik wurde von der BUKEA co-finanziert.



### Für die Zuleitung des Niederschlagswassers in die Baumrigolen kann die Topografie der Straße effektiv genutzt werden.

Abb. 90 - Schematische Darstellung der Baumrigole (o. re.), Blick auf fertiggestellte Baumrigolen im Mittelstreifen (u. li., u. re.) [2]



Aktuelle Erkenntnisse bezüglich der Schadstoffbelastung sollten einbezogen werden!

Knoop und Voß - BlueGreenStreets als multicodeierte Strategie zur Klimafolgenanpassung. Wissensstand 2020. Toolbox A

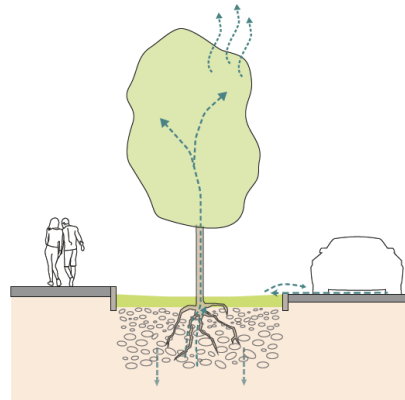
<sup>1</sup> Die Hamburger Baumrigolen wurden aus Klimaschutzmitteln gefördert.

# Beispiel einer sehr kostengünstigen Maßnahme

## LAHNSTEINER STRASSE – NEUENHAGEN BEI BERLIN

### Kleine Anpassungen mit großer Wirkung!

In der Gemeinde Neuenhagen bei Berlin wurden an einer Wohnstraße über 30 Baumscheiben saniert und neue Bäume angepflanzt. In Zusammenarbeit mit BlueGreenStreets wurden die Beete so verändert, dass die Baumscheiben auf wenige Zentimeter unter dem Straßenniveau abgesenkt wurden. Das umlaufende Hochbord wurde zur Straße hin geöffnet und durch standardmäßige Winkelsteine jeweils ein Zulauf geschaffen. Aufgrund der bindigen anstehenden Böden wurde bewusst nur ein geringer oberirdische Einstau ermöglicht, so dass die Baumgrube nicht regelmäßig voll wassergesättigt wird. Überschüssiges Wasser fließt am Ende der Straße in einen Straßenablauf. Die Bauweise ermöglicht es den Bäumen, insbesondere in Sommermonaten vom Niederschlagswasser aus kurzen Schauern zu profitieren. Der finanzielle Mehraufwand zur Umgestaltung der Baumscheiben lag bei wenigen Hundert Euro pro Baum!



- Baumscheibe wenige cm unter dem Straßenniveau
- **Einstauhöhe an Bodenart angepasst** > keine regelmäßige volle Sättigung
- **Bäume profitieren so von kurzen Schauern im Sommer**

### Konventionelle Eckstücke von Hochborden lassen sich versetzt zueinander zu einem guten Einlauf umfunktionieren



Abb. 92 - Schematische Darstellung der Baumrigole (o. re.) [2], Blick auf die fertiggestellten Baumstandorte (u.) [24]

# Entlastung der Kanalisation und Optimierung der Baumbewässerung

## 6.2 UMSETZUNG VON BAUMRIGOLEN HÖLERTWIETE – HAMBURG-HARBURG



Ausgezeichnet mit dem Bundespreis Stadtgrün 2020

Bei den Baumrigolen in der Hölertwiete in Hamburg-Harburg werden zwei in einer Fußgängerzone gelegenen Baumgruben unterirdisch über ein Schachtbauwerk bewässert. Der Niederschlag von angrenzenden Dachflächen wird in den Schacht geleitet. Dieser Schacht gewährleistet einen gleichmäßigen Zulauf in die Rigolen und stellt gleichzeitig auch den Notüberlauf in die Kanalisation sicher (Anschluss nicht dargestellt). In der Baumgrubensohle ist durch eine Abdichtung ein zusätzliches Reservoir für etwa 1000 l Wasser geschaffen worden. Somit wurden

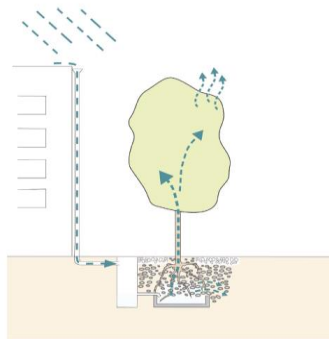
einerseits die Dachflächen von der Kanalisation *abgekoppelt* und andererseits ist die Wasserversorgung der Bäume und damit auch deren Kühlleistung für längere Zeit, auch in Trockenperioden, sichergestellt. Kosten für zusätzliches Gießen kann so zumindest teilweise eingespart werden. Im jetzigen Zustand sind die Besonderheiten der Baumstandorte nicht zu sehen. Eine Infotafel erklärt die Funktionsweise der Baumrigolen (Abb. 87). Die Funktionsweise der Baumrigole wird mittels Messtechnik überprüft. Die Messtechnik wurde von der BUKEA co-finanziert.



Die Verantwortlichkeiten zur Unterhaltung der unterschiedlichen Systemelemente wurden zwischen dem Bezirksamt Harburg und Hamburg Wasser in einer Nutzungsvereinbarung festgehalten. Eine frühzeitige Klärung der Verantwortungsbereiche sichert die Unterhaltung und die langfristige Funktionsfähigkeit.



Abb. 87 - Schematische Darstellung der Baumrigole (ore.) [2], Einbau der Messtechnik (ure.) [22], Blick auf die fertiggestellten Baumrigolen (uli.) [22]



<sup>1</sup> Die Hamburger Baumrigolen wurden aus Klimaschutzmitteln gefördert.

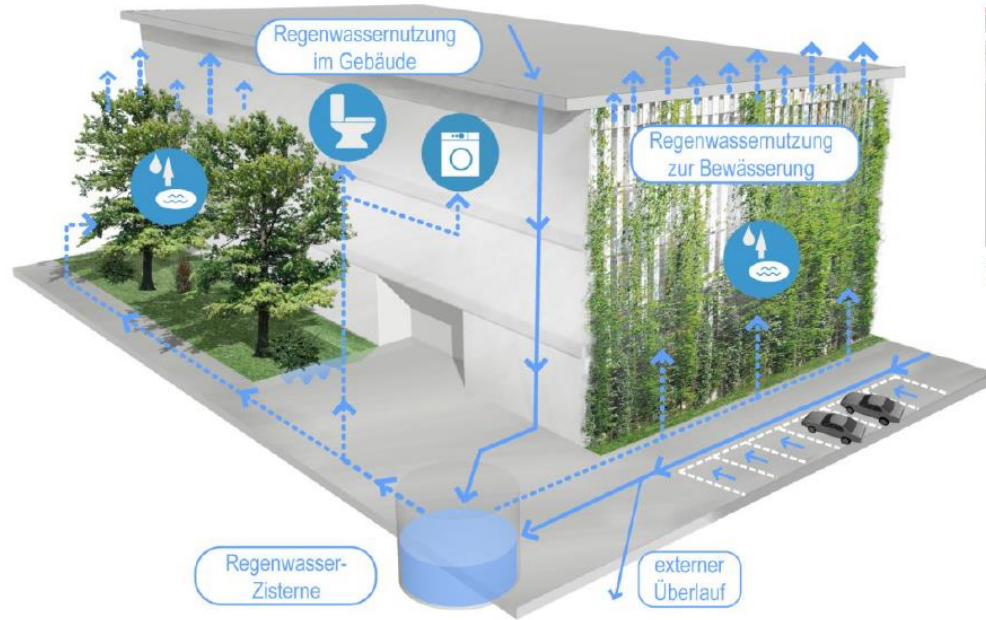


**Abkopplung** der Dachflächen von der Kanalisation und

**Sicherstellung der Wasserversorgung** der Bäume > zusätzliches Gießen entfällt/ist reduziert

Verantwortungsbereiche über **Nutzungsvereinbarungen** sichern!

# Regenwassernutzung als Betriebswasser



Prinzip der Regenwassernutzung (Bild: Ramboll Studio Dreiseitl)

## Umsetzungsbeispiele und Systemskizze



Zisterne zur Regenwassernutzung, Weibervirtschaft eG, Berlin (Foto: Andreas Süß)



Zisterne zur Regenwassernutzung, Olympiastadion Berlin (Foto: Andreas Süß)

<http://kuras-projekt.de/downloads/erzeugnisse-regenwasserbewirtschaftung>



# Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung

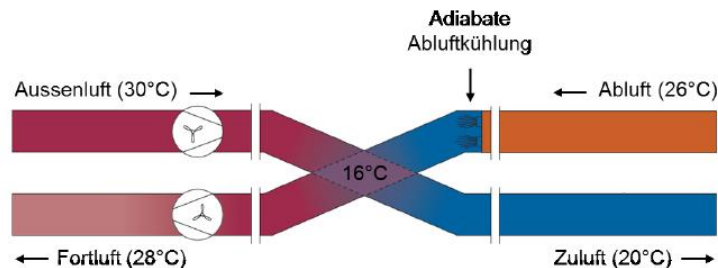
<http://kuras-projekt.de/downloads/erzeugnisse-regenwasserbewirtschaftung>

Regenwassernutzung zur Gebäudekühlung	
Beschreibung	Sammlung und Aufbereitung von Niederschlagswasser vorzugsweise von Dachflächen und Nutzung zur adiabaten Gebäudekühlung über Verdunstung
Anwendungsebene	Gebäude, Grundstück
Primäre Ziele	Senkung der Betriebskosten, wasser- und energieeffiziente Gebäudekühlung

## Umsetzungsbeispiele und Systemskizze



Adiabate Abluftkühlung, Institut für Physik der HU Berlin, Adlershof (Foto: M. Schmidt)



Prinzip der adiabaten Abluftkühlung (nach SenStadt 2010)

# (Um-)verteilung von Kosten und Personal: Noch viele offene Fragen und Regelungsbedarf!

## Mehr Baumrigolen - Kostenvergleich

- weniger Pflege-/Bewässerungsaufwand, seltener Ersatz vs.
- Installation und Wartung der Rigolen?
- Finanzierung von Baumrigolen aus Klimaschutzmitteln?  
(Beispiel Hamburg)

Niederschlagswasserentgelt für Betrieb und Reinvestition von blau-grünen Elementen nutzbar? I.d.R. nicht ausreichend?

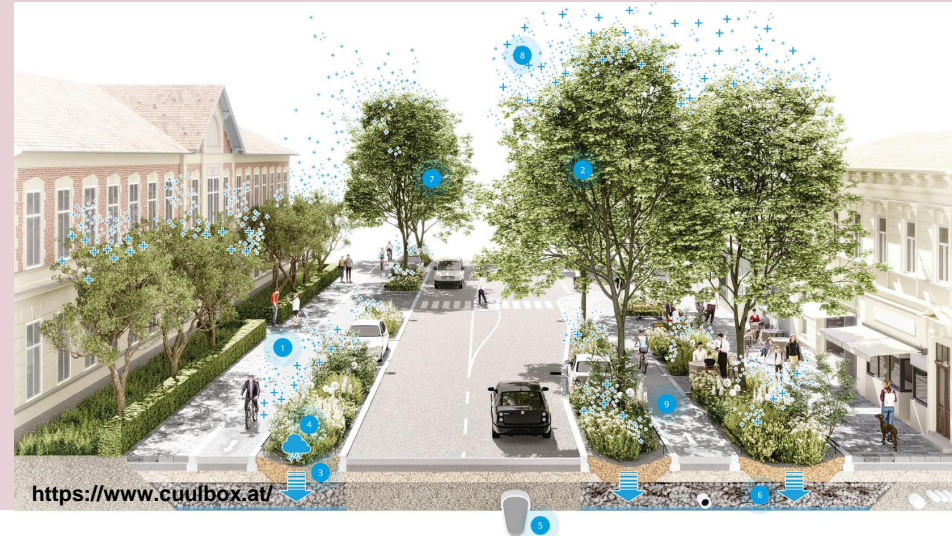
Klare Verantwortlichkeiten und Finanzierungen festgelegt?  
z.B. über Nutzungsvereinbarungen zwischen Kommune und Entwässerungsbetrieb (s. Hamburg Muster-Nutzungsvereinbarung: Nutzung öffentlicher Grünflächen als Regenwasserüberlauf)

# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Dr. Astrid Schamber



[astrid.schamber@klimawandel-rlp.de](mailto:astrid.schamber@klimawandel-rlp.de)



# Projekt „Stadtgrün wertschätzen“



Rita Möller, Franziska Mohsaupt

Stadtgrün ist weder Luxus noch Verhandlungsmasse

„Stadtgrün wertschätzen – Bewertung, Management und Kommunikation als Schlüssel für eine klimaangepasste und naturnahe Grünflächenentwicklung.“

Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung, Potsdam-Institut für Klimawandelfolgen, Deutsche Umwelthilfe

[https://www.ioew.de/projekt/stadtgruen\\_wertschaetzen](https://www.ioew.de/projekt/stadtgruen_wertschaetzen)

## 1. „Realistisches“ Potential

- +/- 0% Grünflächen (somit weiterhin ca. 19% der gesamten Stadtfläche)
- + 5% naturnahe Pflege (auf 23%)
- + 15.000 Straßenbäume
- + 4% begrünte Rad- und Fußwege
- 10% Dachbegrünung auf Flachdächern

## 1. Szenario: Realistisches Potential

Gesamtnutzen: 13 Mio. € p.a.

